



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“DETERMINACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DE
MICROMEDICIÓN EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CUENCA
PROVISTO POR ETAPA-EP”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
CIVIL**

AUTOR: Diana Estefanía Ochoa Argüello

DIRECTOR: Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos

Cuenca - Ecuador

2016

DECLARACIÓN

Yo, Diana Estefanía Ochoa Argüello, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Diana Estefanía Ochoa Argüello

010461414-4

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diana Estefanía Ochoa Argüello, bajo mi supervisión.

Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos

DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis hijos Juan David y Joaquín Esteban que son el motor de mi vida y a mis padres Pancho y Diana que han sido mi fortaleza y guía.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme la vida y a mis padres que con sus consejos y apoyo han hecho que yo pueda formarme profesionalmente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
JUSTIFICACIÓN.....	XVIII
OBJETIVOS.....	XIX
OBJETIVO GENERAL.....	XIX
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XIX
HIPÓTESIS.....	XX
CAPÍTULO I.....	- 1 -
1. SISTEMA DE MICROMEDICIÓN.....	- 1 -
1.1 Definición	- 1 -
1.1.1 Importancia de la Micromedicación	- 3 -
1.1.2 Consumo sin medición.....	- 3 -
1.2 El Proceso de la Micromedicación	- 4 -
1.2.1 Lectura de Medidores	- 4 -
1.2.2 Crítica de Lecturas	- 7 -
1.2.3 Cálculo de consumo.....	- 8 -
1.2.4 Mantenimiento de Medidores.....	- 10 -
CAPÍTULO II.....	- 13 -
2. MEDIDORES DE AGUA POTABLE DOMICILIARIO.....	- 13 -
2.1. Definición	- 13 -
2.2. Generalidades de los medidores de agua	- 14 -

2.2.2.	Medidores especiales	- 16 -
2.3.	Medidores Mecánicos.....	- 17 -
2.3.1.	Partes constituyentes de los medidores mecánicos	- 17 -
2.4.	Tipos de medidores mecánicos	- 19 -
2.4.1.	Medidores de Velocidad o Inferenciales.....	- 19 -
2.4.2.	Medidores Volumétricos.....	- 24 -
2.4.3.	Características de funcionamiento de los medidores	- 27 -
2.4.3.1.	Propiedades hidráulicas.....	- 27 -
2.4.3.2.	Propiedades de medida	- 28 -
CAPÍTULO III.....		- 30 -
3.	ANÁLISIS CATASTRAL ESTADÍSTICO DEL SISTEMA DE MICROMEDICIÓN ..	- 30 -
3.1.	Número de Clientes.....	- 30 -
3.1.1.	Información General.....	- 30 -
3.1.2.	Número de Suscriptores a diciembre de 2015	- 30 -
3.1.3.	Crecimiento del Número de Suscriptores	- 32 -
3.1.4.	Análisis de la Variación del Número de Clientes por Categoría	- 34 -
3.2.	Medidores por Modelos o Marcas Instalados en la Ciudad de Cuenca.....	- 46 -
3.2.1.	Parque de Medidores del Sistema.....	- 46 -
3.2.2.	Composición del Parque de Medidores de la Ciudad de Cuenca	- 46 -
3.2.2.1.	MEDIDORES IBERCONTA (Modelo Aurus)	- 48 -
3.2.2.2.	MEDIDORES ACTARIS.....	- 48 -
3.2.2.3.	MEDIDORES ELSTER	- 48 -
3.2.2.4.	MEDIDORES ITRON.....	- 49 -
3.2.2.5.	MEDIDORES BY METERS	- 49 -
3.2.2.6.	MEDIDORES B. METERS.....	- 49 -
3.2.2.7.	OTRAS MARCAS	- 50 -
3.3.	Antigüedad de los Medidores.....	- 50 -
3.4.	Lectura de Medidores.....	- 51 -
CAPÍTULO IV		- 56 -
4.	ESTUDIO DEL ESTADO DE LOS MEDIDORES	- 56 -

4.1	El laboratorio de medidores	- 56 -
4.1.1	Taller de Mantenimiento.....	- 56 -
4.1.2	Taller de Medidores de ETAPA-EP	- 57 -
4.1.2.1	Banco de Pruebas 1 para medidores de agua potable.	- 57 -
4.1.2.2	Banco de Pruebas 2	- 58 -
4.1.2.3	Banco de Pruebas 3	- 59 -
4.1.2.4	Banco de Ensayo de ETAPA-EP	- 60 -
4.1.2.5	Capacidad de Ensayo.....	- 60 -
4.1.3	Procedimiento para los ensayos de los medidores domiciliarios.....	- 68 -
4.1.3.1	Introducción. -	- 68 -
4.1.3.2	Ingreso al Sistema de Ordenes de Trabajo de Agua Potable..	- 68 -
4.1.3.2.1	Asignación de Responsable.....	- 69 -
4.1.3.2.2	Ejecución de Pruebas de Precisión en el Laboratorio	- 69 -
CAPÍTULO V		- 74 -
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	- 74 -
5.1	Muestreo.....	- 74 -
5.1.1	Tamaño de la Muestra	- 74 -
5.2	Pruebas realizadas.....	- 76 -
5.3	Comportamiento de los medidores por edades.....	- 77 -
5.3.1	Selección de la Muestra.....	- 77 -
5.3.2	Resultados de las prueba de medidores	- 79 -
5.4	Comportamiento de los medidores por modelos o marcas.....	- 106 -
CAPÍTULO VI		- 107 -
6.	DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE CONSUMO DE LOS CLIENTES DEL SERVICIO Y DETERMINACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO.....	- 107 -
6.1	Perfil de Consumo de los Clientes del Servicio Provisto por ETAPA-EP	- 107 -
6.1.1.	Definición.....	- 108 -
6.1.2.	Criterios para su Construcción.....	- 108 -
6.1.3.	Captura y Procesamiento de Información	- 112 -
6.2.	Error Medio Ponderado	- 117 -

6.2.1. Definición.....	- 118 -
6.2.2. Componentes para su Construcción	- 118 -
6.2.3. Intersección de Perfiles de Consumo y Precisión de los Medidores	- 118 -
6.2.4. Determinación del Error Medio Ponderado	- 120 -
CONCLUSIONES	- 121 -
RECOMENDACIONES.....	- 124 -
BIBLIOGRAFIA.....	- 126 -
APÉNDICE A.....	- 127 -
APÉNDICE B.....	- 135 -
APÉNDICE C.....	- 141 -
APÉNDICE D.....	- 142 -
APÉNDICE E	- 144 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación de Suscriptores por Categoría</i>	- 30 -
Tabla 2. <i>Crecimiento del Número de Suscriptores</i>	- 32 -
Tabla 3. <i>Crecimiento del número de suscriptores Residencial</i>	- 34 -
Tabla 4. <i>Crecimiento del número de suscriptores especiales</i>	- 37 -
Tabla 5. <i>Crecimiento del número de suscriptores con categoría comercial</i>	- 39 -
Tabla 6. <i>Crecimiento del número de suscriptores con categoría industrial</i>	- 41 -
Tabla 7. <i>Crecimiento del número de suscriptores con categoría de construcción</i> -	42 -
Tabla 8. <i>Composición del parque de medidores instalados a diciembre de 2015</i> -	46 -
Tabla 9. <i>Estadística de lecturas de medidores</i>	- 51 -
Tabla 10. <i>Capacidad de los medidores</i>	- 61 -
Tabla 11. <i>Capacidad de montaje de medidores</i>	- 62 -
Tabla 12. <i>Formulario de Recopilación de Datos de Laboratorio</i>	- 71 -
Tabla 13. <i>Selección de la muestra</i>	- 79 -
Tabla 14. <i>Medidores Tomebamba instalados antes o en el 2002</i>	- 80 -
Tabla 15. <i>Medidores Machángara instalados antes o en el 2002</i>	- 81 -
Tabla 16. <i>Medidores Tomebamba instalados entre 2003-2006</i>	- 83 -
Tabla 17. <i>Medidores Machángara instalados entre 2003-2006</i>	- 86 -
Tabla 18. <i>Medidores Tomebamba instalados entre 2007-2010</i>	- 88 -
Tabla 19. <i>Medidores Machángara instalados entre 2007-2010</i>	- 91 -
Tabla 20. <i>Medidores Tomebamba instalados entre 2011-2014</i>	- 93 -
Tabla 21. <i>Medidores Machángara instalados entre 2011-2014</i>	- 95 -
Tabla 22. <i>Grado de precisión en función de caudales y edades por sistema</i>	- 102 -
Tabla 23. <i>Composición del parque de medidores instalados a diciembre 2015</i> -	106 -
Tabla 24. <i>Información del medidor procesada en EXCEL</i>	- 113 -
Tabla 25. <i>Volumen registrado en 13 tramos de caudal Q(Lt)</i>	- 114 -
Tabla 26. <i>Consumos en tramos de Caudal - Cuenca 2015</i>	- 115 -
Tabla 27. <i>Consumos en tramos Horarios - Cuenca 2015</i>	- 116 -
Tabla 28. <i>Porcentaje de Registro en los Diferentes Caudales</i>	- 119 -

Tabla 29. *Ajuste de Resultados de Prueba de Medidores a los Caudales del Perfil de Consumo* - 119 -

Tabla 30. *Cálculo de los Errores Medios Ponderados*..... - 120 -

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Sectorización de Cuenca para la lectura de medidores.....</i>	<i>- 5 -</i>
<i>Figura 2: Ruta de Lectura</i>	<i>- 6 -</i>
<i>Figura 3: Factura de Agua Potable</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Figura 4: Banco de Pruebas</i>	<i>- 11 -</i>
<i>Figura 5: Medidores de Agua Potable.....</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figura 6: Medidor Diferencial “Tubo Pitot”.....</i>	<i>- 15 -</i>
<i>Figura 7: Medidor Especial “de Ultrasonido”</i>	<i>- 16 -</i>
<i>Figura 8: Medidores de Agua Mecánicos.....</i>	<i>- 17 -</i>
<i>Figura 9: Partes de un Medidor.....</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Figura 10: Chorro Único.....</i>	<i>- 20 -</i>
<i>Figura 11: Medidores Chorro Único</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Figura 12: Chorro Múltiple.....</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Figura 13: Medidor Chorro Múltiple.....</i>	<i>- 22 -</i>
<i>Figura 14: Woltman.....</i>	<i>- 23 -</i>
<i>Figura 15: Medidores Woltman</i>	<i>- 23 -</i>
<i>Figura 16: Hélice.....</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Figura 17: Medidor Tipo Hélice</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Figura 18: Medidores Volumétricos.....</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Figura 19: Disco Nutativo.....</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Figura 20: Disco Nutativo.....</i>	<i>- 26 -</i>
<i>Figura 21: Pistón Oscilante</i>	<i>- 27 -</i>
<i>Figura 22: Pistón Oscilante</i>	<i>- 27 -</i>
<i>Figura 23: Curvas Características del Medidor de ½”</i>	<i>- 29 -</i>
<i>Figura 24: Composición de Suscriptores por Categoría de Consumo a diciembre de 2015.....</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Figura 25: Composición del Consumo por Categoría a diciembre de 2015.....</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Figura 26: Crecimiento del número de suscriptores</i>	<i>- 33 -</i>
<i>Figura 27: Comportamiento del consumo por instalación.....</i>	<i>- 33 -</i>

<i>Figura 28: Número de instalaciones categoría Residencial.....</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Figura 29: Consumo promedio por instalación categoría Residencial.....</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Figura 30: Número de instalaciones categoría Especial.....</i>	<i>- 37 -</i>
<i>Figura 31: Consumo promedio por instalación categoría especial.....</i>	<i>- 38 -</i>
<i>Figura 32: Número de instalaciones categoría comercial.....</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Figura 33: Consumo promedio por instalación categoría especial.....</i>	<i>- 40 -</i>
<i>Figura 34: Número de instalaciones categoría industrial.....</i>	<i>- 41 -</i>
<i>Figura 35: Consumo promedio por instalación categoría industrial.....</i>	<i>- 42 -</i>
<i>Figura 36: Número de instalaciones categoría construcción.....</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Figura 37: Consumo promedio por instalación categoría construcción.....</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Figura 38: Composición del parque de medidores de la ciudad de Cuenca.....</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Figura 39: Distribución de medidores por año de fabricación.....</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Figura 40: Porcentaje de Casas Cerradas.....</i>	<i>- 53 -</i>
<i>Figura 41: Porcentaje de medidores detenidos.....</i>	<i>- 54 -</i>
<i>Figura 42: Banco de pruebas 1.....</i>	<i>- 58 -</i>
<i>Figura 43: Banco de pruebas 2.....</i>	<i>- 59 -</i>
<i>Figura 44: Banco de pruebas 3.....</i>	<i>- 60 -</i>
<i>Figura 45: Banco de pruebas 3.....</i>	<i>- 60 -</i>
<i>Figura 46: Esquema hidráulico del banco de pruebas.....</i>	<i>- 67 -</i>
<i>Figura 47: Diagrama de Flujo para la Realización de Pruebas en los Medidores de Agua Potable.....</i>	<i>- 73 -</i>
<i>Figura 48: Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable ETAPA-EP.....</i>	<i>- 78 -</i>
<i>Figura 49: Medidores Tomebamba instalados antes o en el 2002.....</i>	<i>- 80 -</i>
<i>Figura 50: Medidores Machángara instalados antes o en el 2002.....</i>	<i>- 82 -</i>
<i>Figura 51: Medidores Tomebamba instalados entre 2003-2006.....</i>	<i>- 85 -</i>
<i>Figura 52: Medidores Machángara instalados entre 2003-2006.....</i>	<i>- 87 -</i>
<i>Figura 53: Medidores Tomebamba instalados entre 2007-2010.....</i>	<i>- 90 -</i>
<i>Figura 54: Medidores Machángara instalados entre 2007-2010.....</i>	<i>- 92 -</i>
<i>Figura 55: Medidores Tomebamba instalados entre 2011-2014.....</i>	<i>- 94 -</i>

<i>Figura 56: Medidores Machángara instalados entre 2011-2014.....</i>	<i>- 96 -</i>
<i>Figura 57: Total medidores Sistema Tomebamba.....</i>	<i>- 97 -</i>
<i>Figura 58: Total medidores Sistema Machángara.....</i>	<i>- 98 -</i>
<i>Figura 59: Total Sistema Culebrillas</i>	<i>- 99 -</i>
<i>Figura 60: Total Sistema Yanuncay</i>	<i>- 100 -</i>
<i>Figura 61: Medidores Instalados en el Centro Histórico.....</i>	<i>- 101 -</i>
<i>Figura 62: Estado de medidores sistema Machángara</i>	<i>- 103 -</i>
<i>Figura 63: Estado de medidores sistema Machángara</i>	<i>- 103 -</i>
<i>Figura 64: Detalle de la caja de medidor de agua con tool de 1/25''.....</i>	<i>- 105 -</i>
<i>Figura 65: Detalle del caballete e instalación del medidor.....</i>	<i>- 105 -</i>
<i>Figura 66: Histograma de Consumo generado para la ciudad de Bogotá</i>	<i>- 108 -</i>
<i>Figura 67: Información del medidor generado por TPL</i>	<i>- 113 -</i>
<i>Figura 68: Histograma de consumos en tramos de Caudal – Cuenca 2015.....</i>	<i>- 115 -</i>
<i>Figura 69: Histograma de consumos en Tramos Horarios – Cuenca 2015</i>	<i>- 116 -</i>
<i>Figura 70: Curva de consumo Cuenca VS Curva de Medidor.....</i>	<i>- 118 -</i>

RESUMEN

Ante la necesidad de establecer mediciones correctas en el servicio de Agua Potable provisto por ETAPA-EP y conocer sus posibles inexactitudes, se determina el Error Medio Ponderado de micromedición para cada uno de los sistemas y a su vez para cada una de las edades de los medidores instalados por la empresa, esto se obtiene interpolando la información obtenida con el análisis del estado y grado de precisión de los medidores y la determinación del perfil de consumo de los suscriptores.

El estado de los medidores y su grado de precisión se define en base al sistema en el que se encuentra instalado y a la edad de los medidores y para ello se analiza las condiciones de funcionamiento del Sistema de Micromedición como elemento clave para la determinación de los consumos de cada usuario, además de algunos indicadores comerciales de la empresa ETAPA-EP, que permiten definir la muestra para la ejecución de las pruebas.

El Perfil de Consumo de los Suscriptores, se establece procesando la información obtenida de la instalación de medidores electrónicos realizada por ETAPA-EP, desde el año 2014 y se presenta desde dos perspectivas de análisis, en tramos de caudal y en tramos horarios.

Los resultados nos permiten obtener conclusiones y en base a éstas también recomendaciones que se ponen a consideración de la Empresa ETAPA-EP, cuya aplicación estará en función de sus prioridades.

Palabras claves: SISTEMA DE MICROMEDICIÓN, MEDIDOR DE AGUA, AGUA NO CONTABILIZADA, INSTALACIÓN DOMICILIARIA.

ABSTRACT

Given the need for accurate measurements in the water service provided by ETAPA-EP and know its possible inaccuracies, the Average Weighted Error of micro measurement is determined for each of the systems and as well as the productive time of the meters installed by the company, this is obtained by interpolating the information obtained from the analysis of the state and accuracy of the meters and the determination of consumption profile of the subscribers.

The condition of the meters and its accuracy is defined based on the system in which it is installed and the productive time of the meters and for this, it is analyzed the operating conditions of the Micro metering System as a key for determining the consumption of each user, together with some commercial indicators of the company ETAPA-EP, which allow you to define the sample for testing execution.

The Consumption Profile of the Subscribers is established by processing the information obtained from the installation of electronic meters by ETAPA-EP since 2014 and is presented from two perspectives of analysis, flow sections and schedule sections.

The result allow us to draw conclusions and based on these, also recommendations that are put into consideration of the company ETAPA-EP whose implementation will depend on its priorities.

Keywords: MICRO METERING SYSTEM, WATER METER, UNMETERED WATER, HOME INSTALLATION.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad a lo largo de la historia ha traído consigo el incremento de sus necesidades, dentro de éstas, el recurso agua, convirtiéndose en una preocupación para las generaciones presentes, ya que su acceso se vuelve cada vez más limitado, lo que obliga a ejercer presión sobre la naturaleza para su obtención. Las fuentes son cada vez más escasas, distantes e insuficientes para abastecer a una población creciente cuya conducta consumista es inconsecuente con la necesidad de proteger al ambiente, siendo indispensable la creación de una cultura que optimice su uso.

Una de las preocupaciones de los prestadores del servicio de agua potable es el establecimiento del perfil de consumo de sus clientes; saber a qué horas utilizan para optimizar las presiones en la red de distribución, conocer los caudales para determinar adecuadamente el tipo de medidor a ser instalado, y sobre todo identificar el estado de los contadores en funcionamiento para determinar cuánto se está dejando de registrar por no cambiarlos en el momento adecuado, y que está ocurriendo con la precisión del parque de contadores en funcionamiento.

Las mediciones correctas tienen una importancia fundamental para los gobiernos, para las empresas y para la población en general. Para incursionar en la vida práctica de la Medición en la ciudad de Cuenca, se realiza un estudio del Sistema de micromedición de uno de los servicios públicos más importantes, el del agua potable, que en la actualidad cuenta con más de 125 000 abonados atendidos por el proveedor del servicio de agua potable, ETAPA-EP. La medición del agua se realiza con los instrumentos de medida denominados contadores, micromedidores o simplemente medidores. Estos requieren un nivel mínimo de exactitud por razones de interés público y se deben someter a requisitos legislativos que garanticen ese nivel mínimo de exactitud.

El objetivo del estudio es Analizar la gestión de la Empresa en lo relacionado a la prestación de los servicios de agua potable, mediante un diagnóstico que refleje la situación actual contrastada con un marco conceptual en las áreas relacionadas con la Micromedición, buscando con esta comparación, además de describir la situación, detectar los vacíos y los ajustes que son necesarios aplicar para su

correcto funcionamiento. Contrastar el estado de los medidores y su grado de precisión con la cultura o hábito de consumo de los subscriptores o curva característica de consumo para determinar el ERROR MEDIO PONDERADO, de manera que se cuantifique los Volúmenes que no son medidos y facturados, para que se convierta en un insumo para la definición de políticas de instalación, adquisición y definición de los micromedidores más idóneos que maximicen el beneficio para la empresa, sin dejar de cumplir con la función social de servicio.

JUSTIFICACIÓN

En el país no se ha desarrollado un estudio de la caracterización del perfil de consumos de los clientes del servicio de agua potable ya que requiere inversión y esfuerzo para la determinación de este perfil, siendo muchos los factores intervinientes en su forma, como es: antigüedad de la vivienda, materiales utilizados en la construcción de las instalaciones internas de la vivienda, hábitos culturales de los ocupantes de las viviendas, los costos por unidad de metro cúbico de agua, clima, época del año, entre otras muchas, en tal razón el perfil de consumo es la representación de los hábitos de consumo de una vivienda en particular la que se puede mediante una selección de una muestra representativa de una población convertirse en una curva para dicha población siendo muy difícil hacer generalizaciones para una región o país.

Las decisiones de adquisición de micromedidores por parte de los gestores del servicio, se sustenta muy ligeramente en lo que el vendedor de estos dispositivos sugiere, o en la poca información literaria disponible, dejando muy de lado condiciones propias o particulares de cada área de servicio, de la cultura de uso de sus pobladores, etc., cuya consecuencia se revierte en decisiones inadecuadas o no muy óptimas, por tanto con el presente estudio se pretende además de definir lo establecido en los objetivos materializar elementos que se deben considerar a la hora de tomar decisiones con respecto a selección, adquisición e instalación de medidores.

ETAPA-EP, desde hace algún tiempo atrás viene haciendo análisis de los componentes referidos, es decir, el estado de los medidores con ello se posibilita la construcción de la curva de error, viene recopilando información para la construcción de la curva característica de consumo, insumos que hace posible la determinación del error medio ponderado, por tanto es viable el proyecto, se cuenta con el apoyo respectivo de la empresa para la utilización de la información.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Definir el error medio ponderado que se presenta en la Micromedición del Sistema de Agua Potable provista por la empresa ETAPA EP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado del parque de medidores instalados en los sectores abastecidos por los sistemas de agua administrados por ETAPA-EP.
- Determinar el perfil de consumo de los clientes del servicio dotados por ETAPA-EP.
- Dotar de un insumo básico necesario para la determinación de las políticas de micromedición.
- Determinar las características de desgaste que sufre los medidores a lo largo del tiempo.

HIPÓTESIS

El ejercicio para determinar el ERROR MEDIO PONDERADO en los sistemas de micromedición de agua potable, es inédito en el país, este evidentemente es consecuencia de las particularidades de cada localidad o región, éste requiere de un gran esfuerzo e inversión, es este último caso ETAPA-EP cuenta ya con las herramientas necesarias y el convencimiento de que se debe incursionar en dicho análisis, lo cual posibilita cubrir una deficiencia de un conocimiento cabal de la realidad en lo que tiene que ver a las condiciones de la micromedición.

Lo factores intervinientes, tanto en el comportamiento de los medidores a lo largo del tiempo de funcionamiento, así como la curva de consumo característico y consecuentemente de los valores de los ERRORES MEDIOS PONDERADOS, corresponden entre otras cosas a: la antigüedad de la vivienda, materiales utilizados en la construcción de las instalaciones internas de la vivienda, hábitos culturales de los ocupantes de las viviendas, los costos por unidad de metro cúbico de agua, clima, época del año, entre otras muchas, en tal razón el perfil de consumo es la representación de una localidad.

CAPÍTULO I

1. SISTEMA DE MICROMEDICIÓN

1.1 Definición

En 1986, Estrada enuncia que la medición domiciliaria, también denominada “Micromedición”, es el conjunto de normas, organización, recursos técnicos, procedimientos e información para el control de los consumos de los usuarios de agua potable, quienes por lo general no poseen hábitos racionales del gasto ni conciencia de que las fuentes de agua son cada vez más escasas y que el agua tratada es costosa.

Mientras que en Londoño 1975, acota que la micromedición es también un sistema complejo que incluye equipos de medición, políticas sobre selección y adquisición, priorización de instalación, grado de cobertura, administración, mantenimiento, lectura de los medidores para la determinación de los consumos y su control de calidad o crítica.

OBJETIVOS DE LA MICROMEDICIÓN

El objetivo principal es el de dotar a un proveedor del servicio de agua potable un sistema de medición que permita la cobranza justa y equitativa del servicio prestado, propiciando los objetivos técnicos, económicos, financieros y sociales.

Otros objetivos que podemos destacar son:

- Determinar y registrar los consumos con cuya aplicación tarifaria le es posible al proveedor del servicio hacer un cobro justo y equitativo del agua suministrada a los usuarios.
- Reducir los desperdicios y las fugas en las instalaciones domiciliarias, participando así con un Programa de Control de Agua no contabilizada para reducir su porcentaje a niveles tolerables.
- Favorecer el equilibrio de la red de distribución y el aumento del alcance de los diseños postergando nuevas inversiones.
- Establecer el tipo de medición más adecuado con el más bajo costo posible.

- Mantener los medidores en buen estado de funcionamiento y con una precisión adecuada.
- Obtener datos sobre el comportamiento de los consumos que permita elaborar las proyecciones de la demanda para la formulación de proyectos.
- Optimizar el sistema de producción y distribución mediante el análisis del agua producida y facturada.

FUNCIONES DE LA MICROMEDICIÓN

Sus principales funciones son:

- Identificar y cuantificar la necesidad de instalación de micromedidores, de acuerdo con la política que al respecto establezca el proveedor.
- Programar y organizar la adquisición, instalación y cobro de los medidores.
- Leer los micromedidores dentro del ciclo con calidad y rendimientos óptimos.
- Revisar, estudiar y definir la tecnología más apropiada para la determinación de los consumos.
- Efectuar la crítica de las lecturas para garantizar su calidad.
- Promover, organizar y realizar eventos de capacitación a los lectores.
- Promover, organizar y celebrar contratos con particulares para la toma de la lectura, cuando la política de la Entidad así lo establezca.
- Ejercer la interventoría o fiscalización a los contratistas para garantizar la cantidad, la calidad y oportunidad de las lecturas.
- Evaluar los resultados de las lecturas, estableciendo sanciones y estímulos.
- Controlar y evaluar los resultados de los contratistas.
- Programar y organizar las instalaciones técnicas y equipamiento para el mantenimiento de los micromedidores.
- Realizar pruebas de eficiencia de los micromedidores.
- Calibrar los micromedidores que han de ser instalados.
- Hacer el mantenimiento preventivo y correctivo de los micromedidores.
- Llevar el catastro de los micromedidores.
- Estimar el volumen del agua suministrada a las conexiones directas (usuarios sin medidor) y a unidades públicas, así como vigilar la presencia de usos clandestinos y fraudulentos.

- Cooperar con el área Técnica en la detención y corrección de las causas del agua no contabilizada.
- Llevar las estadísticas e informaciones sobre el comportamiento de los consumos, de los usuarios, de los medidores y del balance del agua suministrada al sistema de distribución.

1.1.1 Importancia de la Micromedición

La medición del agua resulta de la necesidad de brindar mayor control sobre su uso y distribución en una red pública o privada.

Es necesario recalcar muy enfáticamente lo que Estrada (1986), afirma que la medición en un sistema de agua potable es un elemento clave, ya que suministra datos valiosos para su financiación, siendo la caja registradora del proveedor, permite realizar una mejor administración, operación y mantenimiento del Sistema, haciendo más eficiente la prestación del servicio.

Conocer la cantidad de agua que se entrega a los usuarios es muy importante porque nos permite calcular la cantidad que no se contabiliza o factura y permite establecer con cierta aproximación la demanda futura.

Con un pliego tarifario justo se incentiva al consumidor a utilizar solamente el agua necesaria.

Dicha medición se realiza a través de medidores de agua, los cuales son instrumentos de precisión que utilizan diferentes principios mecánicos o físicos para permitir que un flujo pueda ser cuantificado y así saber el consumo de cada uno de los puntos suministrados.

1.1.2 Consumo sin medición

Si un sistema de Distribución de agua potable en el cual su suministro no contempla políticas de medición y carece de instrumentos que permitan tener dicha información se tienen los siguientes efectos:

- Imposibilidad de establecer el consumo en cada unidad de consumo o conexión domiciliaria.
- Establecimiento de manera errónea de una tarifa fija.

- El usuario del servicio se cree con derecho a utilizar el agua en cantidades que superan de manera excesiva la requerida para satisfacer sus necesidades.
- El usuario del servicio da usos diferentes a los definidos en las condiciones de prestación, como es: riego, lavado inadecuado, en definitiva, un excesivo desperdicio.
- Un incremento en la tarifa fija no cambia su hábito de consumo.
- No permite hacer un balance del agua suministrada con el agua producida.
- No permite implementar un programa de control de agua no contabilizada.
- Se manifiestan necesidades de ampliaciones de infraestructura no justificadas adecuadamente.

1.2 El Proceso de la Micromedición

El Proceso de Micromedición en su actividad rutinaria se realiza cada mes, y el mismo consta de los siguientes procedimientos:

- Lectura de medidores
- Crítica de lecturas
- Cálculo de consumos

De esos procedimientos se deriva la facturación del servicio de agua potable y la identificación de novedades para incorporar a otra actividad clave como es el Mantenimiento de medidores.

Evidentemente no son los únicos elementos que se incorporan a este proceso, pero debido al alcance de este documento se desglosarán de manera más detallada en los siguientes párrafos.

1.2.1 Lectura de Medidores

La lectura tiene por objeto determinar el valor registrado por el medidor y obtener información referente a la conexión domiciliaria, al medidor, a la caja de protección y al predio del usuario.

La información recopilada en la toma de lecturas permite el cálculo del consumo y generan acciones de mantenimiento del medidor y de la conexión, así como

registro de novedades para actualizar el catastro de usuarios. La lectura es una labor importante y puede considerarse como la base del proceso de facturación, ya que de los datos tomados se deducirán los consumos efectuados y el valor de los servicios prestados.

En el caso particular de la Empresa ETAPA-EP, para el desarrollo de este procedimiento se ha dividido el área de cobertura de los sistemas que administra, en sectores (Figura 1), esto a su vez en recorridos o rutas de lectura (Figura 2), cuya extensión abarca un promedio de 300 conexiones lo cual asimismo está calendarizada para un determinado día de ejecución.

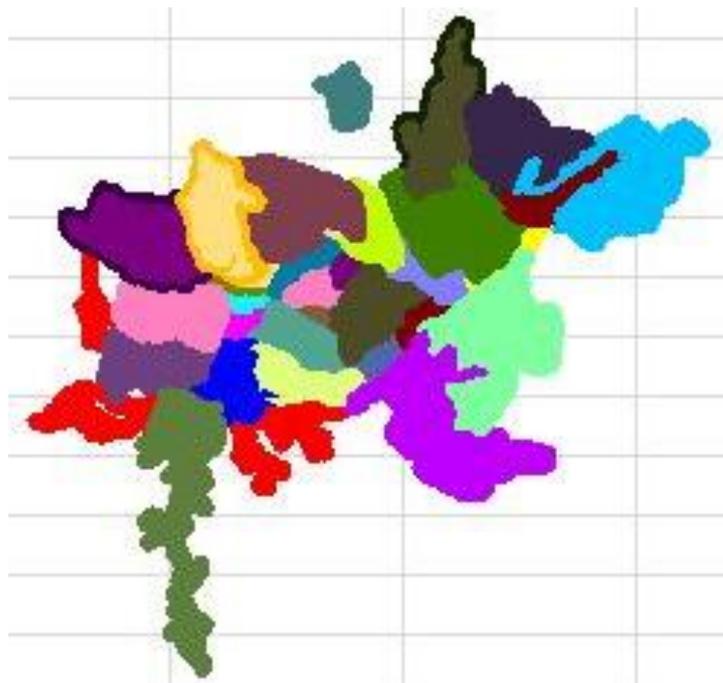


Figura 1: Sectorización de Cuenca para la lectura de medidores.

Fuente: ETAPA EP

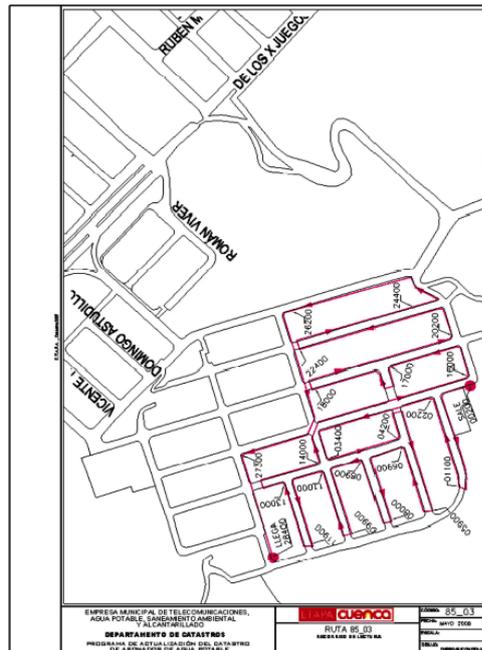


Figura 2: Ruta de Lectura

Fuente: ETAPA EP

En este proceso, la Empresa, tiene contacto directo y permanente con los predios de los usuarios, pues al existir aparatos de medición de flujos (contadores o medidores de agua), estos deben ser “medidos” o “leídos”, lo que quiere decir que para llegar a saber con exactitud la cantidad de metros cúbicos de agua potable consumidos por un cliente en un determinado período se requiere verificar y anotar en reportes (listados), o en dispositivos móviles la cantidad que consta en el registro del medidor.

Cada lector es guiado mediante la ruta de recorrido previamente establecida, graficada y proporcionada por el Subsistema de Catastro, en cuyo reporte constarán los medidores a ser leídos, así como también los datos de ubicación del predio, nombres del propietario, número de cuenta y demás datos relativos al medidor.

Las lecturas de consumo y la información obtenida en el campo, se digitan o se descarga, según el caso, en un archivo predeterminado.

Para efectos de planeación interna, de control y seguimiento, así como para el cálculo de indicadores de gestión es importante llevar las siguientes estadísticas:

- Lecturas por lector diarias
- Inconsistencia por lector (tipo de inconsistencia)

- Número de intentos por lector (para terminal portátil)
- Rutas con mayor número de inconsistencias.
- Predios no leídos por ruta.
- Número de órdenes de trabajo por ruta.
- Novedades de terreno por ruta (nomenclatura, categoría, grandes diámetros, etc.)
- Tiempo de lectura por lector, por ruta y por ciclo.

1.2.2 Crítica de Lecturas

El procedimiento de determinación de los consumos, incluye además de la lectura de los medidores el cálculo de los consumos y un análisis del resultado para tener la seguridad de lo que se va a facturar está correcto.

El cálculo consiste en determinar el consumo efectuado por diferencia entre las lecturas actuales y el anterior. Es la operación inicial del proceso de facturación efectuado por el proceso de liquidación para establecer el consumo que la Empresa debe tomar para el cálculo del valor del servicio; es claro que se aplica para los usuarios que tienen instalado un medidor.

La crítica es un análisis del consumo calculado para determinar si éste realmente responde a una situación normal o es susceptible de una verificación y modificación. Esta operación puede ser efectuada manualmente, por un revisor de consumo, o automáticamente por el computador, basándose en políticas o en normas técnicas en porcentajes de desviación con respecto a un promedio de consumos de periodos anteriores y además teniendo en cuenta el volumen de consumo y las variaciones de clima, el cambio de uso del predio o la ausencia de sus habitantes, etc.

La inconsistencia que refleja la información, como lecturas mal tomadas, códigos de no lecturas (cuando no ha sido posible tomar la lectura del medidor de consumo, por diversos motivos), es reaplicada con un equipo de personal especialmente capacitado para el efecto. Este equipo obtiene la información trabajando en horarios normales y fines de semana.

De igual manera para efectos de planeación interna y de control y seguimiento, así como para el cálculo de indicadores de gestión es importante llevar las siguientes estadísticas:

- Número de puntos criticados por el analista.
- Modificadores por tipo.
- Metros cúbicos reales para las modificaciones por ruta.
- Metros cúbicos ajustados por ruta
- Número de informes de crítica por ruta.
- Cuentas que ingresan a la facturación por ruta.
- Inspecciones por ruta.
- Inspecciones no ejecutadas por ruta.
- Tipos de problemas encontrados en terreno por ruta.
- Número de solicitudes ejecutadas por tipo y resultado.
- Número de solicitudes no ejecutadas por tipo.

1.2.3 Cálculo de consumo

La determinación del consumo de un usuario se hace por diferencia entre el valor actual registrado por el medidor y el registro obtenido en el periodo anterior, o por estimación de consumo.

Los consumos de los medidores de agua potable (que son instrumentos de precisión que contabilizan el agua que pasa desde la Red de Distribución hasta el interior del inmueble) son registrados y para efectos del cobro de servicios, el consumo de agua será determinado:

- Por el volumen registrado por el respectivo medidor domiciliario.
- Por el volumen estimado como consumo probable en la instalación domiciliaria, cuando no se tenga instalado un medidor.
- La lectura de los medidores es básica para el cobro justo de los consumos efectuados. Las lecturas son realizadas por lectores idóneos que garantizan su exactitud y confiabilidad.

- Antes de ser facturados, los consumos son sometidos a una crítica para determinar su normalidad, comprobar su exactitud y asegurar el cobro correcto de los servicios.

El proceso de cálculo de consumo tiene continuidad con otras operaciones necesarias para la creación, actualización y cancelación de las cuentas de los consumidores, y para el cálculo, ingreso y registro de la cuenta correspondiente de todos los valores provenientes, ya sea por la prestación directa de servicios así como de los pagos hechos por cada consumidor. Este proceso tiene una trascendencia fundamental, pues con base en sus resultados se puede dar fe pública y establecer la legalidad de todos los documentos y acciones que de él se deriven.

Finalmente se expresan los valores que debe cobrarse a cada consumidor, en un documento denominado factura.

Cuando la factura (Figura 3) contiene como valor a ser pagado, solamente el correspondiente a los servicios y otras deudas ocurridas durante el período correspondiente al ciclo inmediatamente anterior (un mes), se denomina “facturación simple”. Cuando la factura contiene el valor del saldo deudor acumulado y ésta cancela todas las facturas anteriores, el proceso que la produce se llama “facturación con arrastre de la deuda”.

No obstante que en la facturación simple el saldo deudor no forma parte del valor total de la factura, es mucho más conveniente que en ésta aparezca como información para hacer presente la situación de atraso y se señale el número de meses o períodos en los que se halla vencido el cliente.

AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
CHIQUI JARA MARIA ROSA	
0102002730	Código Cliente: 83444
JUAN MONTALVO 12-96 GASPAR SANGURIMA	
030322300	A0009966
26/10/2015	
Matriz-Benigno Malo 7-78 y Sucre	NºMedidor: 2012208778
R.U.C.: 0160050020001	
CONTRIBUYENTE ESPECIAL	
RESOLUCIÓN No 3257	
Copia sin derecho a crédito tributario	
Autorización SRI: 2610201520574401600500200010547993463	0/00/0000
	0/00/0000
FACTURA Nº001-003-009184790	
CANT. UNO PRECIO U. TOTAL	
CONSUMO DE: SEPTIEMBRE/2015 Lec Ant: 81 Lec Act: 82	
** CARGO DISPONIBILIDAD C 1.00 U 4,0000 4,00	
** CONSUMO COMERCIAL 1.00 M3 0,8000 0,80	
** SERVICIO ALCANTARILLAD 1.00 % 2,4000 2,40	
	SUBTOTAL: 7,20
IMPUESTOS	
	TOTAL ETAPA: 7,20
* DEUDAS: *Cuentas Cobrar: \$71.72	
* Sujeto a IVA 12 % ** Sujeto a IVA 04 *** No Objeto de IVA **** IVA e ICE	
Su comprobante será enviado a su correo electrónico ó descargable del portal	
web de ETAPA EP. La impresión solicite en los multiservicios Tarqui y C.	
Colombia, Av. 10 de Agosto y Paucarbamba, Mall del Rio	
Municipio informa que posee 4 predio(s), con un avalúo acumulado por	
213,722.86 si lo considera errado favor acudir a Avalúos y Catastros	
** DEUDAS QUE MANTIENE CON LA EMPRESA:	
*Cuentas Cobrar: \$71.72	
Telf. Cartera: 2820033-2820200 RECIBO DE CAJA	
Código Cliente: 83444	Nº REC025305764
Nombre Cliente: CHIQUI JARA MARIA ROSA	FACTURA
Céd/Ruc: 0102002730	Número: 001-003-009184790
Dirección: JUAN MONTALVO 12-96 GASPAR SAN	Total: 7,20
Fecha Pago: 25/11/2015	
Local: ETAPA - CENTRO	VALOR PAGADO: 7,20
Dirección: Benigno Malo 7-78 y Sucre	SALDO: 0,00
Cobrado por: LAURA QUINDI	
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO	
Y SANEAMIENTO DE CUENCA - ETAPA EP	
El Agua es parte de ti, no la desperdicies. REVISAR TU CONSUMO	

Figura 3: Factura de Agua Potable

Fuente: ETAPA EP

1.2.4 Mantenimiento de Medidores.

El mantenimiento comprende los siguientes elementos:

- Un catastro de medidores, completo y actualizado.
- Un sistema de estadísticas que sirva de base para controlar y orientar los trabajos de mantenimiento.
- Equipos de campo, dotados de personal, herramientas y vehículos apropiados, para retirar y reinstalar los medidores o para revisarlos en su lugar de instalación.
- Un taller bien montado, provisto de personal y equipos adecuados a las necesidades, destinado a revisar, reparar y calibrar los medidores, así como a dar la información necesaria para la administración del mantenimiento.
- Una organización que programe y coordine el desarrollo de las diferentes actividades.

Entre estos elementos es de fundamental importancia el taller, porque contribuye al desempeño de la medición y, en consecuencia, el de la Comercialización. Por eso, es necesario contar con un taller convenientemente dotado y con una organización de máxima eficiencia.

El taller de medidores

El funcionamiento del taller requiere una organización que permita la eficiencia ejecución y el control de las actividades, así como la producción necesaria para la administración eficaz del mantenimiento de los medidores.

El principal elemento del taller de medidores es el banco de pruebas, que permite hacer los ensayos a cada una de las unidades de medición, (Figura 4).



*Figura 4: Banco de Pruebas
Fuente: Contribución personal*

Las actividades que deberán ser desarrolladas en el taller, para que el sistema de medidores alcance sus objetivos, son las siguientes:

- Reparación rápida y oportuna de los medidores retirados de las conexiones.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores que presenten defecto.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores retirados de las conexiones, para mantenimiento preventivo.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores retirados de las conexiones, para atender reclamos de los usuarios o para investigaciones especiales.
- Prueba de medidores nuevos para su recepción.
- Recolección de datos estadísticos sobre los servicios ejecutados en el taller con la finalidad de auxiliar la selección de medidores para nuevas

instalaciones, así como para orientar la programación del mantenimiento preventivo.

- Desarrollo de trabajos de investigación, con el fin de dar nuevos elementos para la política de selección, instalación y mantenimiento de medidores.
- Control de los stocks de medidores para sustitución y mantenimiento del catastro de medidores, si son de responsabilidad del taller.

La cantidad de medidores que recibirán acciones de mantenimiento en el taller dependerá del mantenimiento correctivo, de los programas de mantenimiento preventivo, de las investigaciones especiales y de la metodología adoptada para la recepción de medidores nuevos.

Se hace la observación que el mantenimiento puede ser contratado con un tercero, para cuya selección los conceptos anteriores tratados son de utilidad.

CAPÍTULO II

2. MEDIDORES DE AGUA POTABLE DOMICILIARIO

2.1. Definición

La medición del volumen de agua utilizado en las unidades de consumo en un sistema de distribución de agua potable es fundamental, ya que suministra información valiosa para su sustentabilidad, es la caja registradora de la Empresa, nos permite realizar una mejor administración, operación y mantenimiento del Sistema, haciendo más eficiente a la empresa prestadora del servicio. Conocer la cantidad de agua que se entrega a los clientes es muy importante porque nos permite conocer la cantidad que no se contabiliza o factura y permite establecer con mayor certeza la demanda futura.

¿Cómo podemos definir un medidor? Cavalcanti (1997), enuncia que es el aparato destinado a medir e indicar el volumen de agua que lo atraviesa, por tanto, es doble su función, pues no sólo mide, sino que registra o almacena lo medido. Lo cual exige tener dos partes fundamentales, una que mide y otra que registra, pero éstas requieren de una tercera que es la transmisión que es la parte que transmite lo medido al registrador. Cada una de las partes tiene múltiples formas y diseños, que permiten que existan varias clases y tipos de medidores como veremos más adelante.

Una definición más sencilla manejada en la empresa ETAPA-EP es la siguiente: “Medidor de agua es un aparato científico adecuado que sirve para determinar el volumen de agua que atraviesa una sección”.

Cualquiera sea la definición, se debe tener claro que un medidor realiza una función de control que impide el derroche y el desperdicio. Cuando hay abundancia del recurso agua se puede pensar erróneamente que no se requiere de medidor, esa posibilidad podría ajustarse a la realidad cuando las personas han alcanzado un grado de concientización que no necesitan de él, para su control. Por regla general, el hecho de no tener medidor de agua hace que el consumo sea por lo menos el doble y casi siempre más del triple de lo que se consume cuando hay medidor,

derivando en la necesidad de implementar proyectos gigantes para dotar del servicio a unos consumidores cada vez más exigentes (Estrada, 1986).



Figura 5: Medidores de Agua Potable

Fuente: Contribución personal

2.2. Generalidades de los medidores de agua

De acuerdo con el principio de funcionamiento los medidores se clasifican en:

- Medidores diferenciales
- Medidores especiales
- Medidores de agua mecánicos

2.2.1. Medidores Diferenciales



Figura 6: Medidor Diferencial "Tubo Pitot"

Fuente: Contribución personal

Este principio se basa en el cambio de la velocidad como consecuencia de una variación de la presión que se produce al reducir una sección, Existe una gran variedad de modelos de este tipo de aparatos:

Tubo Pitot. Es un sistema que se inserta en una tubería matriz, a través de una toma de incorporación, de 25 mm de diámetro, (Figura 5), el mide una diferencia de presión, con lo cual se establece el caudal de manera indirecta (Méndez, 2007). Este tipo de sistemas en ETAPA-EP es utilizado por el área de Control de Pérdidas, las acometidas están ubicadas a la entrada de cada uno de los sectores de distribución de agua potable.

Vénturi. Está conformado por una garganta o reducción que genera un diferencial de presión entre puntos ubicados antes y después de dicha garganta, son sistemas primarios de medida, que no requieren cálculos sofisticados, requieren espacio importante para su instalación (Estrada, 1986). ETAPA-EP, tiene instalado estos dispositivos a la entrada de algunas plantas de tratamiento de agua potable, los cuales están prácticamente en desuso.

Tobera. Es una bocina que se inserta en una tubería para establecer así el diferencial de presión. ETAPA-EP, no tiene este tipo de sistemas de medición.

Placas de orificios. Es una placa que se coloca para interceptar el flujo. Posee aberturas, produciendo diferencia de presión, con lo cual se establece la medida de caudal, este es uno de los sistemas más inexactos que producen errores cercanos al 5%, pero da una idea de la cantidad de agua que ingresa a determinada unidad.

2.2.2. Medidores especiales



Figura 7: Medidor Especial "de Ultrasonido"

Fuente: Contribución personal

Estrada (1986), define a éstos como medidores cuyo principio se basa en la alteración que sufre un campo electromagnético o ultrasonido al colocarse en medio un flujo de agua.

Medidores Electromagnéticos. Este tipo de aparatos se basan en el cambio que sufre un campo electromagnético al colocarse en medio de un flujo de agua, teniendo una mayor distorsión cuando se tiene un mayor caudal (Méndez, 2007). Este tipo de medidores son compactos por lo que ocupan muy poco espacio, así como su precisión está en valores menores a 0,5%. A éstos se les puede instalar dispositivos de comunicación en línea llegando a una sala de control. ETAPA-EP, tiene instalado este tipo de aparatos en las entradas de las plantas o unidades de éstas, así como en los tanques de reservas

Medidores Ultrasónicos. Su principio es muy similar al anterior, consiste en la generación de una onda que es capturada por sensores ubicados en la parte exterior

de la tubería, lo cual le vuelve muy versátil a la hora del manejo y su transporte (Figura 7), Existen varias unidades de este tipo de equipos en la Unidad de Control de Agua No Contabilizada de ETAPA-EP.

2.3. Medidores Mecánicos.



Figura 8: Medidores de Agua Mecánicos
Fuente: Contribución personal

Este principio se basa en el movimiento del mecanismo de medida o sobre una acción hidrodinámica directa (Cavalcanti, 1997). Dentro de este grupo se encuentran los medidores de agua domiciliar.

2.3.1. Partes constituyentes de los medidores mecánicos

Según Cavalcanti (1997): Los medidores mecánicos básicamente se componen de 4 partes fundamentales (Figura 9):

Cuerpo o Carcaza: construidas de fundiciones de bronce, o plástico cuya finalidad es de acumular y permitir el paso del agua y como un dispositivo de alojamiento de los otros componentes del medidor.

Este elemento en sus extremos contiene roscas que permite unir a las tuberías de alimentación y de descarga.

En este elemento debe especificarse en alto relieve el diámetro del medidor, capacidad, sentido de flujo, número y la información que el proveedor o solicitante crea conveniente.

Dispositivo de medida: Es la parte que produce el movimiento de manera continua, mientras por el fluya un líquido, dependiendo éste de la cantidad de agua.

Esta parte está siempre en contacto con el agua.

La función es el de aforar a base de movimientos regulados por los siguientes principios:

- Inferenciales o de velocidad
- Volumétrico

Los medidores inferenciales o de velocidad en función de su forma constructiva se clasifican en:

- Chorro único
- Chorro múltiple
- Woltman
- Hélice.

Los medidores volumétricos se clasifican en:

- De disco Nutativo
- De pistón oscilante
- De pistón alternativo
- De pistón rotativo.

Sistema de Transmisión: Recibe el movimiento producido en la cámara de medida y transmite retardando la rotación de manera que pueda ser registrado. Los medidores pueden también clasificarse por el tipo de transmisión que tenga éste pudiendo ser:

- Medidores de transmisión magnética
- Medidores de transmisión mecánica.

Registrador: llamamos así a la parte que se encarga de transformar la señal de rotación en una señal numérica mediante unos cilindros numerados o manecillas giratorias.

Dependiendo también de su forma constructiva éstos pueden ser:

- Registro horizontal
- Registro circular.

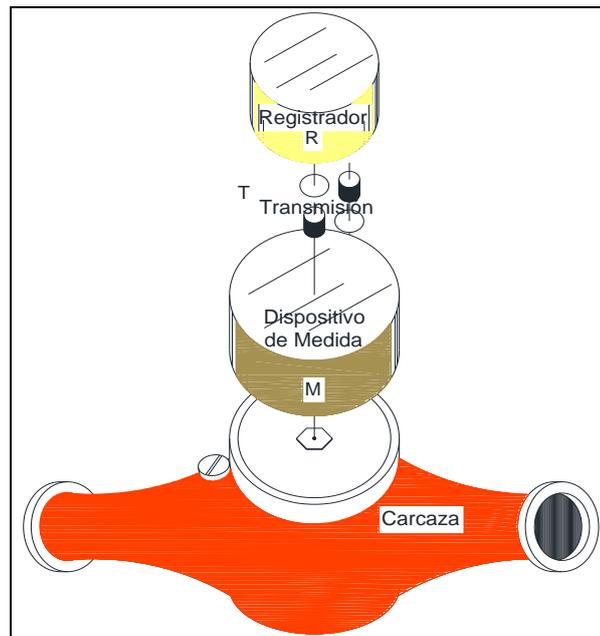


Figura 9: Partes de un Medidor
Fuente: (Cavalcanti, 1997)

2.4. Tipos de medidores mecánicos

Este principio se basa en el movimiento del mecanismo de medida o sobre una acción hidrodinámica directa sobre un elemento el cual se pone en movimiento por la acción de la circulación del fluido (Cavalcanti, 1997).

2.4.1. Medidores de Velocidad o Inferenciales

Los medidores de velocidad cuyo principio de funcionamiento se sustenta en la obtención del volumen que pasa a través de él en función del número de revoluciones que da una turbina que es accionada al circular el agua, por tanto, es una medida indirecta (Cavalcanti, 1997).

El volumen de agua que atraviesa el aparato se obtiene de:

$$V = K \times N$$

En donde:

V es el volumen

N es el número de revoluciones y se basa que para un mismo diámetro y un mismo orificio su valor será directamente proporcional a la velocidad del agua.

K es una constante que depende de la forma y superficie del orificio y del diámetro de la turbina (Cavalcanti, 1997).

2.4.1.1 Tipos de medidores de velocidad o inferenciales.

Los medidores de velocidad o inferenciales (obtención de volumen en forma indirecta), cuentan con una turbina que el agua encuentra a su paso y la hace girar (Cavalcanti, 1997).

El giro se registra y cuantifica el volumen de paso a partir del almacenamiento de una serie de vueltas.

Estos medidores se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

Medidores de Chorro Único.

Estos medidores (Figura 10 y Figura 11), se caracterizan por la incidencia del chorro de agua en un único punto de la turbina.

La cámara de medición en estos aparatos es la propia carcasa y por ello generalmente son más pequeños.

Por lo general estos medidores son de una clase metrológica inferior y son más económicos, aunque se han desarrollado modelos no muy generalizados en su uso con clase metrológica superior.

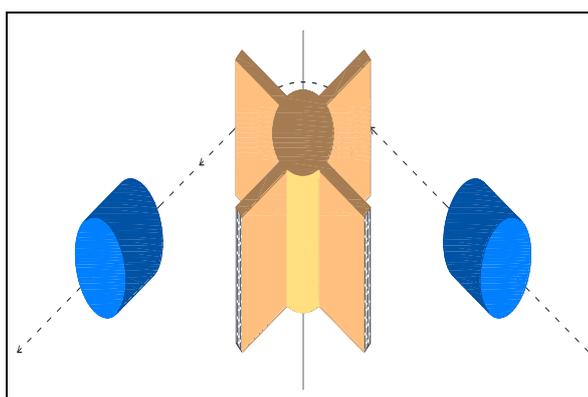


Figura 10: Chorro Único
Fuente: (Cavalcanti, 1997)



Figura 11: Medidores Chorro Único
Fuente: Contribución personal

Medidores de Chorro Múltiple.

Estos medidores (Figura 12 y Figura 13), poseen en el interior de la carcasa una cámara de medición que divide el chorro de agua en varios chorros dirigidos a las aspas de la turbina de manera que trabajan más equilibradamente y en teoría se alcanza mayor durabilidad. Así mismo supone un mejor comportamiento a bajos caudales mejorando con ello la clase metrológica (Cavalcanti, 1997).

Por su forma constructiva requieren de mayor número de piezas y por tanto son más costosos, pero son los más generalizados en su uso. La incidencia del fluido tanto para los medidores chorro único como para el múltiple es perpendicular o tangencial al eje de la turbina.

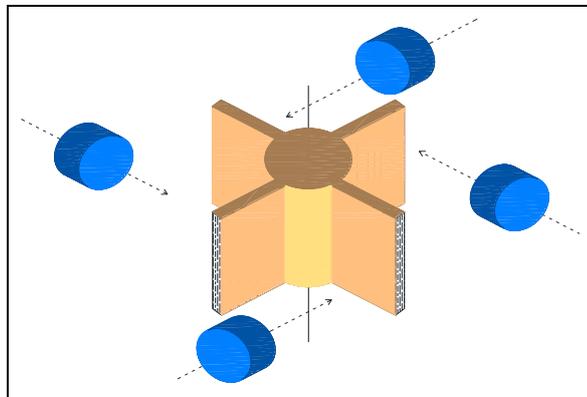


Figura 12: Chorro Múltiple
Fuente: (Cavalcanti, 1997)



*Figura 13: Medidor Chorro Múltiple
Fuente: Contribución personal*

Medidores tipo Woltman

Toledo Gutiérrez (2011), expone que este tipo de aparatos (Figura 14 y Figura 15), consiste en un molinete instalado dentro del cuerpo del medidor y la dirección del agua sigue en forma axial o paralela al eje del molinete convirtiéndose en un sistema eficiente para caudales grandes.

Dependiendo de cómo esté montada la hélice se encuentran tres configuraciones diferentes: Woltman Horizontal, Woltman vertical y Woltman en 90°.

Los medidores Woltman Horizontal contiene la hélice montada con el eje horizontal paralela al eje de conducción y la dirección del flujo. El cuerpo del medidor no introduce alteraciones en el perfil de velocidades por lo que la calidad de medida depende exclusivamente de las condiciones del flujo a la entrada del medidor. Estos medidores se fabrican en diámetros entre 50 y 500 mm.

Los medidores Woltman Vertical el giro de la hélice se produce alrededor de un eje perpendicular al eje de la conducción, siendo necesario en este caso cambiar dentro del medidor la dirección del avance del agua, es decir desviarla y hacerla avanzar perpendicularmente al eje de la conducción.

La ventaja de estos medidores con respecto del anterior es que presenta una menor resistencia a la rotación (tanto e eje de la hélice como los engranajes giran en la misma dirección), logrando mediciones de caudales bajos, sin embargo, tiene el inconveniente de que la pérdida de carga es 5 veces superior al del anterior.

Los medidores Woltman en 90°, tienen las mismas características que el Woltman vertical, su utilización es frecuente cuando se extrae agua de pozos y evita la presencia de codos.

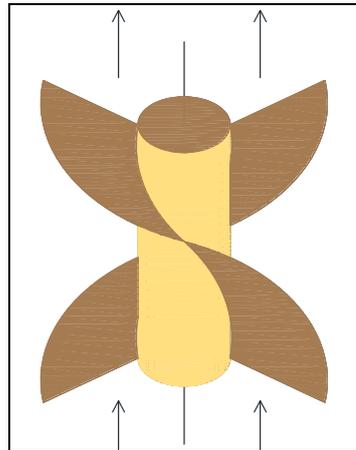


Figura 14: Woltman
Fuente: (Cavalcanti, 1997)



Figura 15: Medidores Woltman
Fuente:

http://www.zenner.es/categorias/categorias/productos_medidores_para_grandes_volumenes_de_agua/producto/contadores_woltman_wb-n.

Medidores de hélice

Toledo Gutiérrez (2011), explica que este medidor (Figura 16 y Figura 17), está formado por una hélice inserta dentro de una tubería, cuya principal característica es su poca resistencia al caudal ya que la sección está ocupada parcialmente. Este tipo de aparatos es cada vez menos empleado por los costos de su construcción y la baja rata de flujo permisible contra otros tipos de medidores.

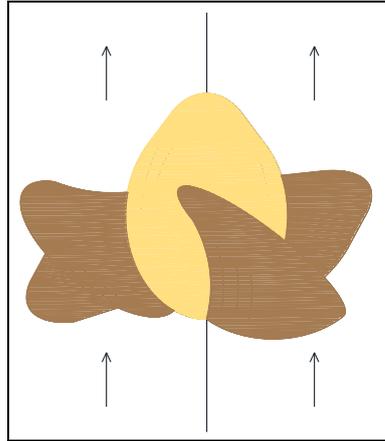


Figura 16: Hélice
Fuente: (Cavalcanti, 1997)



Figura 17: Medidor Tipo Hélice
Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/mccrometer/caudalimetros>

2.4.2. Medidores Volumétricos

La aplicación del principio volumétrico (Figura 18) requiere disponer de una cámara de volumen conocido o determinado, y su consumo se registra mediante la acumulación del número de llenados y vaciados de la cámara, en consecuencia, este tipo de medidores permite una mayor precisión en la medición de consumos (Estrada, 1986).

Un inconveniente de este tipo de aparatos es su exigente requerimiento en la calidad del agua, que debe estar en total ausencia de partículas sólidas ya que éstas pueden impedir el movimiento de las partes móviles de la cámara de medida.

Los mecanismos más utilizados en este tipo de medidores son los siguientes:



Figura 18: Medidores Volumétricos

Fuente: Contribución personal

Medidor de Disco Nutativo

Este medidor (Figura 19 y Figura 20), utiliza un disco que gira excéntricamente alrededor de un eje, el cual divide la cámara de medición en dos partes, situadas en la zona superior e inferior del disco. El agua entra por uno de los laterales de la cámara de medición rellenando uno de los compartimentos. Al girar excéntricamente este compartimento se traslada gradualmente hacia la zona de salida (Cavalcanti, 1997).

Este tipo de medidor fue utilizado en la empresa ETAPA-EP hasta el año 2003 fecha en que se emprendió su eliminación por presentar altos índices de submedición en el orden del 50 %, como se dijo consecuencia de la presencia de sólidos en el agua que fueron a parar en la cámara de estos medidores lo que impedía su movimiento de manera fluida.

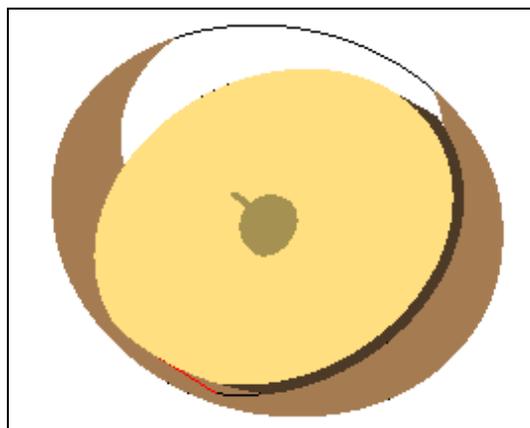


Figura 19: Disco Nutativo

Fuente: (Cavalcanti, 1997)



Figura 20: Disco Nutativo

Fuente: Contribución personal

Medidores de Pistón Rotativo

En este tipo de medidores (Figura 21 y Figura 22), el agua entra a la cámara de medición por un orificio situado en su base, éste está situado a una lado del plato de división. Debido a la mayor presión aguas arriba, el pistón tiende a girar excéntricamente dirigido por el rodillo guía y orientado por la presencia del plato de división (Cavalcanti, 1997).

A la vez que se llena un compartimento, el otro se vacía y el agua abandona la cámara por la parte superior, en cada rotación del pistón siempre atraviesa la cámara de medición el mismo volumen de agua.

En general los medidores volumétricos son muy eficientes y sensibles para registrar los bajos caudales y aún los más pequeños con gran exactitud, su uso es frecuente en los países de Norteamérica.

La desventaja más grande es que requieren un agua libre de impurezas por tanto se debe prestar especial énfasis en los procesos de mantenimiento, otra desventaja es que con el desgaste pierden calidad y precisión en la medida.

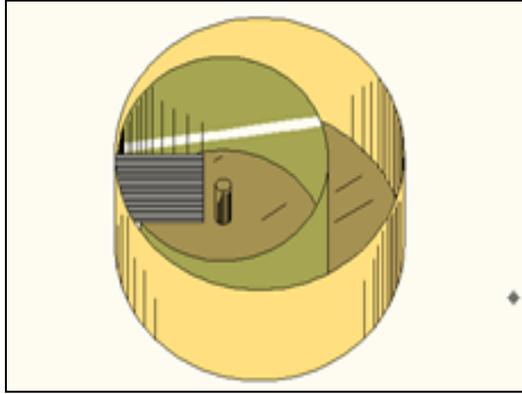


Figura 21: Pistón Oscilante
Fuente: (Cavalcanti, 1997)



Figura 22: Pistón Oscilante
Fuente: Contribución personal

2.4.3. Características de funcionamiento de los medidores

Las características de funcionamiento de los medidores de agua potable están definidas en las propiedades de medida y en las propiedades hidráulicas.

2.4.3.1. Propiedades hidráulicas

Las propiedades hidráulicas están visualizadas fundamentalmente en la relación de la pérdida de carga o energía que se produce en el medidor y el caudal que lo atraviesa, siendo el valor máximo permitido de 10 metros de columna de agua para el caudal de sobrecarga o máximo (Cavalcanti, 1997). Su comportamiento se esquematiza en el Figura 23.

2.4.3.2. Propiedades de medida

Cavalcanti (1997), se refiere a estas propiedades como aquellas que definen el comportamiento del medidor con relación a la calidad de la medida (Figura 23). Y dentro de estas a continuación se define algunos elementos de las propiedades de medida:

Inicio de funcionamiento.- Es el caudal por hora bajo el cual el medidor inicia su funcionamiento de manera continua, sin considerar exactitud alguna.

Límite de sensibilidad.- Es el caudal por hora bajo el cual el medidor debe estar funcionando.

Límite inferior de exactitud.- Caudal por hora en el que el error de medición no es superior a $\pm 5\%$.

Caudal máximo o de sobrecarga.- Caudal en el que la pérdida de presión es 10 metros de columna de agua.

Caudal nominal.- Caudal en el que la pérdida de presión es 2.5 metros de columna de agua, y corresponde al 50% del caudal máximo.

Campo teórico de medición.- Trecho comprendido entre el límite inferior de exactitud y el caudal máximo.

Campo práctico de medida.- Trecho comprendido entre el límite inferior de exactitud y el caudal nominal.

Las propiedades de medida de los medidores mecánicos definen su clasificación metrológica.

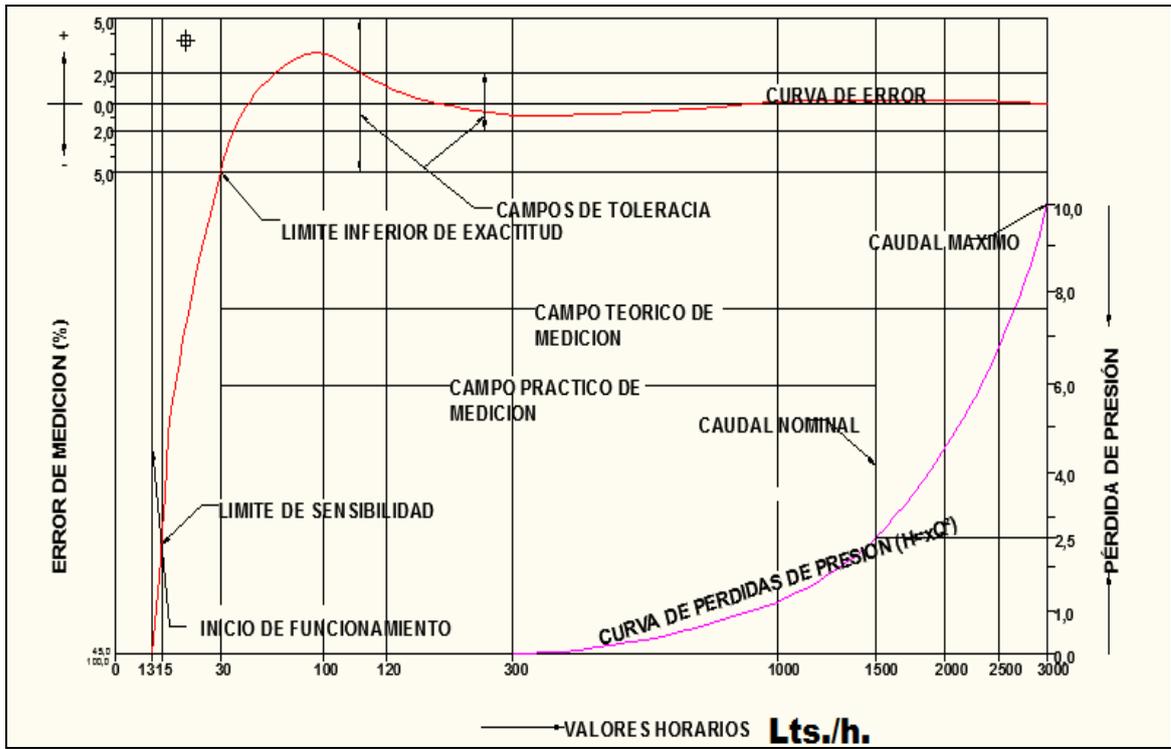


Figura 23: Curvas Características del Medidor de 1/2"

Fuente: Cavalcanti, 1997

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS CATASTRAL ESTADÍSTICO DEL SISTEMA DE MICROMEDICIÓN

3.1. Número de Clientes

3.1.1. Información General

El objetivo del Catastro de Clientes es el de registrar la totalidad de los suscriptores del servicio de agua potable de la ciudad de Cuenca: reales, potenciales y factibles, con la información que permita su identificación involucrando todos los datos que sean pertinentes.

La ciudad de Cuenca para el mes de diciembre de 2015, cuenta con un total de 125.114 suscriptores registrados o clientes con servicio y su composición de acuerdo a la categoría de consumo es la reflejada en la Tabla 1 y representada en la Figura 24, el mismo que incluye además el volumen consumido por cada una de las categorías en el referido mes.

3.1.2. Número de Suscriptores a diciembre de 2015

Tabla 1. Clasificación de Suscriptores por Categoría

MES / AÑO	DICIEMBRE 2015			
CATEGORÍA	Conexiones Agua	%	Consumo m3	%
TOTALES	125.114	100,00%	2.828.619,86	100,00%
1.-RESIDENCIAL	112.837	90,19%	2.272.147,78	80,33%
2.-COMERCIAL	8.725	6,97%	298.643,89	10,56%
3.-INDUSTRIAL.	2.709		65.510,19	
3.1.-CONSTRUCCIÓN	2.470	1,97%	30.554,19	1,08%
3.2.-INDUSTRIAL	239	0,19%	34.956,00	1,24%
4.-ESPECIAL	843		192.318,00	
4.1.-ESPECIAL CON 50% REBAJA	268	0,21%	89.230,00	3,15%
4.2.-ESPECIAL SIN DESCUENTO	538	0,43%	94.024,00	3,32%
4.3.-GRATUITOS	37	0,03%	9.064,00	0,32%

Fuente: ETAPA EP

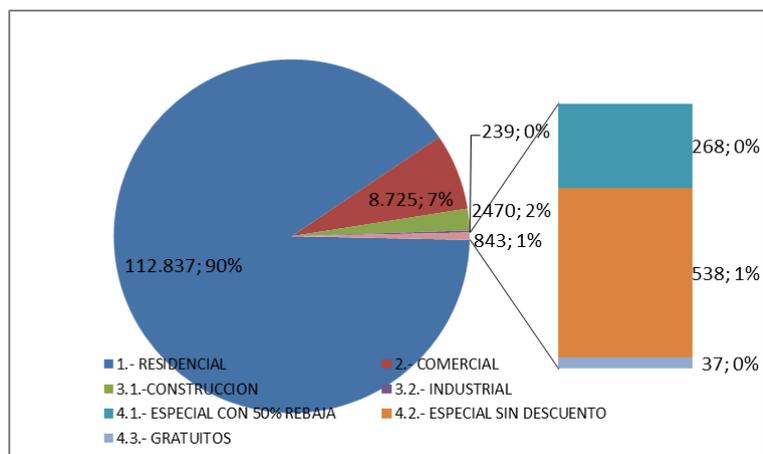


Figura 24: Composición de Suscriptores por Categoría de Consumo a diciembre de 2015

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

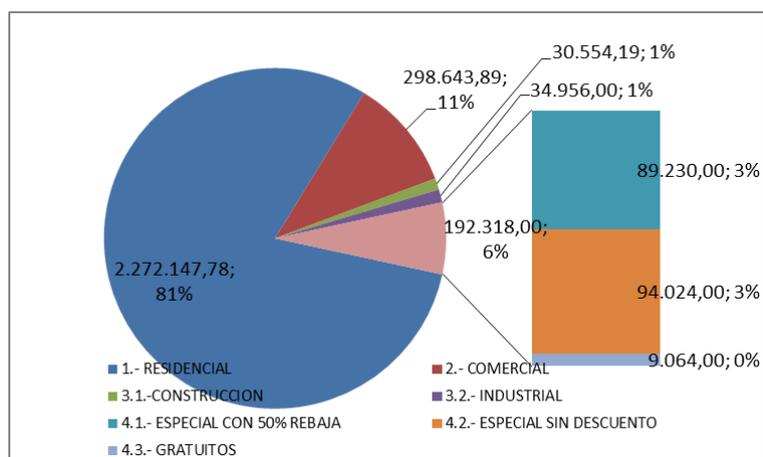


Figura 25: Composición del Consumo por Categoría a diciembre de 2015

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

La categorización de los clientes se lo hace en función a la definición establecida en la ORDENANZA DE ADMINISTRACIÓN Y REGULACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DENTRO DEL CANTÓN CUENCA, publicada en el Registro Oficial Núm. 84, del 12 de diciembre de 1984 y sus reformas.

La Tabla 1 y Figuras 24 y 25 permiten hacer algunos comentarios:

- En número de suscriptores residenciales representa el 90,19% del total de clientes con servicio dentro de la ciudad y sectores aledaños.
- Los clientes comerciales es el segundo grupo en importancia con el 6,97% del total, cabe mencionar en este aspecto que en la realidad más del 50% de

estos suscriptores son viviendas que comparten, dentro del predio, con actividades comerciales.

- Los grupos de suscriptores más pequeños son: los gratuitos, industriales y los especiales con rebaja del 50% con porcentajes del 0,03; 0,19 y 0,21 % respectivamente que sumados llegan 0,43% del total de suscriptores.
- Desde la perspectiva de consumo en cambio, este último grupo (gratuitos, especiales con rebaja e industriales), consumen el 4,71 % del volumen facturado.

3.1.3. Crecimiento del Número de Suscriptores

PERIODO 2010-2015

El siguiente cuadro presenta el comportamiento del crecimiento del número de suscriptores en el periodo descrito.

Tabla 2. Crecimiento del Número de Suscriptores

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m3
ENERO	92.906	25,18	97.915	24,55	103.235	24,41	109.754	22,79	115.838	23,27	119.894	23,75
FEBRERO	93.312	24,24	98.222	24,35	104.016	24,79	110.207	25,4	116.253	23,93	120.239	23,08
MARZO	93.591	25,46	98.676	24,09	104.385	24,33	111.077	24,28	116.690	22,40	120.811	22,20
ABRIL	94.081	25,48	99.123	23,58	105.042	24,31	111.400	24,09	116.938	23,07	121.288	23,22
MAYO	94.457	24,24	100.188	23,65	105.770	24,05	111.817	23,18	117.385	22,33	121.889	22,21
JUNIO	94.774	24,75	100.895	24,08	106.395	23,94	112.513	22,79	117.419	24,14	122.586	21,39
JULIO	95.194	24,25	101.563	23,13	106.869	22,49	112.978	23	117.477	22,13	122.832	22,12
AGOSTO	95.289	24,60	102.108	23,71	107.227	21,06	113.391	23,25	117.614	21,73	123.445	21,41
SEPTIEMBRE	95.715	25,46	102.330	23,48	107.752	21,91	113.754	23,54	118.003	23,62	123.947	22,30
OCTUBRE	96.093	25,49	102.517	24,32	108.060	23,80	114.325	23,25	118.591	23,99	124.453	22,07
NOVIEMBRE	96.625	23,96	102.725	24,15	108.579	23,93	115.007	22,56	119.277	22,61	124.745	21,55
DICIEMBRE	97.176	24,07	103.159	23,13	109.231	24,53	115.579	24,11	119.409	23,79	125.114	22,61
Promedio		24,77		23,85		23,63		23,52		23,08		22,33
Crecimiento de conexiones	Línea base		6,16%		5,89%		5,81%		3,31%		4,78%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

La tasa de crecimiento promedio durante los últimos cinco años tiene un valor de 5,2% anual, que no es compatible con el crecimiento de la población ni al crecimiento del número de viviendas; por tanto, ese crecimiento responde a la ampliación de la cobertura de los servicios brindado por ETAPA-EP, como resultado de la implementación de las obras contempladas dentro de los Planes Maestros.

Para visualizar de mejor manera ese crecimiento, en el siguiente Figura se observa la variación en el número de suscriptores a partir de 2010 hasta diciembre de 2015.

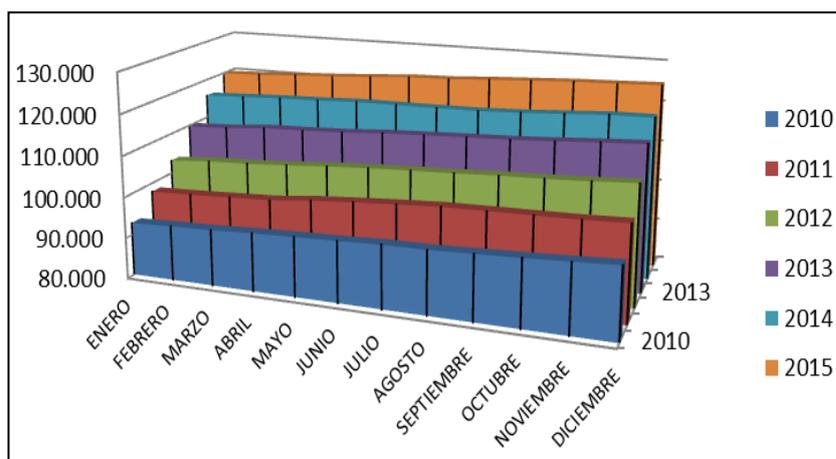


Figura 26: Crecimiento del número de suscriptores

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Es importante señalar que el crecimiento del volumen consumido no es proporcional al crecimiento del número de suscriptores, como consecuencia de la disminución del consumo promedio por instalación, conforme a los datos presentados en la Tabla 2 y visualizado de mejor manera en la Figura 27.

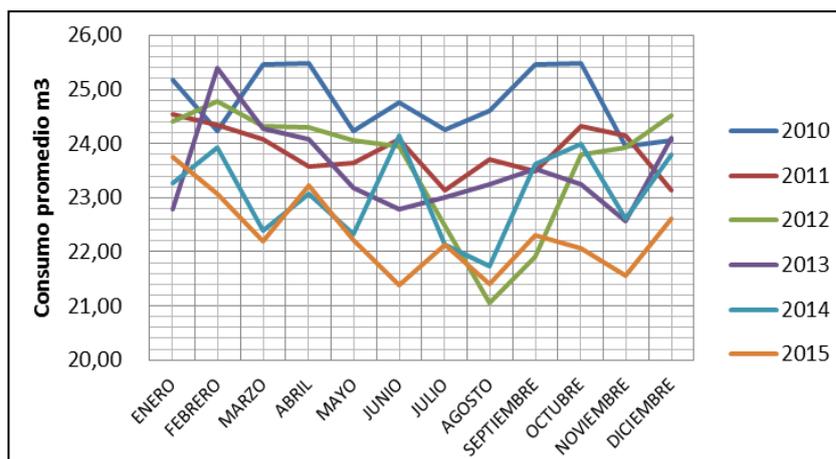


Figura 27: Comportamiento del consumo por instalación

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Dicha disminución representada en el Figura 27 entre otras cosas es consecuencia de:

- La incorporación de sectores (rurales y periféricos), al servicio de agua potable y alcantarillado en donde el hábito de consumo es diferente al del sector urbano, derivado por la anormalidad o carencia de este recurso de los sistemas comunitarios del cual se abastecían.
- Incremento de instalaciones múltiples, es decir edificaciones multifamiliares que anteriormente poseían de un solo medidor para registrar todo el volumen consumido por un grupo de unidades habitacionales ahora lo hacen a través de unidades independientes.
- Campañas promocionales de concientización sobre el uso racional del recurso que cada vez es más escaso.
- La propia estructura del pliego tarifario, quien más consume, más paga, a un mayor valor de consumo hay un incremento en el costo por unidad de volumen.
- Probablemente al envejecimiento del parque de medidores instalados para el control del consumo intradomiciliario.

Establecer los porcentajes que corresponde a cada uno de las causas es difícil, sin embargo son los elementos que han incidido en ese fenómeno.

3.1.4. Análisis de la Variación del Número de Clientes por Categoría

Tabla 3. Crecimiento del número de suscriptores Residencial

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³
ENERO	85.058	22,47	90.282	21,85	95.620	21,67	101.861	20,28	106.746	20,79	110.799	20,79
FEBRERO	85.422	21,68	90.619	21,65	96.405	21,97	102.150	22,62	107.114	21,36	111.110	20,70
MARZO	85.666	22,71	90.975	21,47	96.751	21,49	102.765	21,53	107.519	20,02	111.501	19,77
ABRIL	86.202	22,69	91.307	21,11	97.422	21,48	103.014	21,36	107.735	20,82	111.802	20,55
MAYO	86.601	21,53	92.363	21,03	98.139	21,15	103.381	20,55	108.161	20,05	112.224	19,66
JUNIO	86.963	22,09	93.172	21,37	98.773	21,13	103.892	20,25	108.272	21,72	112.696	19,05
JULIO	87.420	21,63	93.864	20,46	99.245	19,78	104.172	20,47	108.417	19,94	112.856	19,65
AGOSTO	87.555	21,75	94.424	20,92	99.623	18,54	104.467	20,68	108.650	19,53	111.586	19,09
SEPTIEMBRE	88.006	22,67	94.663	20,84	100.126	19,26	104.754	21,06	108.996	20,71	111.877	19,93
OCTUBRE	88.394	22,57	94.870	21,55	100.455	21,16	105.202	20,64	109.592	21,04	112.240	19,48
NOVIEMBRE	88.933	21,37	95.104	21,37	100.944	21,19	105.943	20,10	110.224	20,29	112.513	19,08
DICIEMBRE	89.528	21,34	95.567	20,41	101.547	21,74	106.425	21,43	110.381	21,33	112.837	20,14
Promedio		22,04		21,17		20,88		20,91		20,63		19,82
Crecimiento de conexiones	Línea base		6,75%		6,26%		4,80%		3,72%		2,23%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

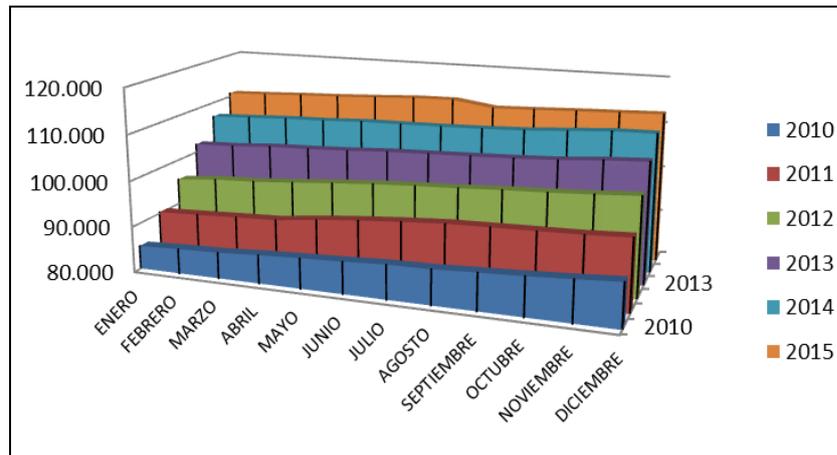


Figura 28: Número de instalaciones categoría Residencial
Fuente: ETAPA EP
Elaborado por: Contribución personal

Los Clientes con categoría Residencial representan el 90% del total de suscriptores que posee ETAPA-EP y presenta las siguientes particularidades:

- El porcentaje de crecimiento de este grupo de clientes ha ido declinando es así que comienza en el año 2011 con 6,75%, 2012: 6,26%, 2013: 4,80; 2014 con el 3,72% y el 2015 con un valor de 2,23%, sin embargo, no se puede pasar por alto que en este último año se puede observar el cambio de categoría de un segmento importante que pasa a ubicarse dentro del grupo de los comerciales.
- El cambio de categoría de los clientes de Residencial a Comercial hace que haya un descenso en los meses de julio y agosto de 2015.
- La cifra de clientes para diciembre de 2015 alcanza los 112837 usuarios activos.

Parte de la análisis del comportamiento de los clientes residenciales corresponde al consumo promedio efectuado por éstos, que se ilustra en el siguiente Figura:

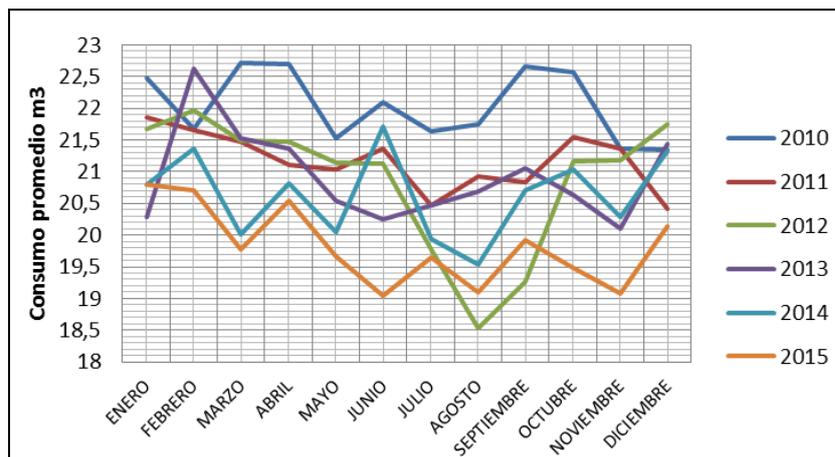


Figura 29: Consumo promedio por instalación categoría Residencial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

- A lo largo del tiempo el comportamiento de los consumos de los clientes de este segmento tiene una tendencia hacia la baja, conforme se observa en el Figura correspondiente.
- Si bien en los años 2012, 2013 y 2014 esa disminución en el promedio de consumo (-0,7% anual), para el año 2015 la disminución crece a un valor del -4%, consecuencia del incremento en las tarifas cuyo salto se puede apreciar en la Figura en el mes de mayo de 2015.
- Lo aseverado en los párrafos anteriores con contundencia demuestra que los consumidores son muy sensibles a los precios.
- No debemos olvidar que el incremento en las tarifas en algunos segmentos se aproxima al 100% de elevación.

Tabla 4. Crecimiento del número de suscriptores especiales

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³
ENERO	647	204,57	664	202,17	682	214,61	710	213,29	746	222,27	771	319,98
FEBRERO	650	204,13	667	201,10	681	217,46	717	232,75	746	220,40	771	225,37
MARZO	653	218,27	678	197,65	683	216,64	723	234,31	754	212,84	769	234,33
ABRIL	655	219,26	683	181,72	690	223,10	725	233,13	754	207,11	773	262,55
MAYO	655	208,24	682	182,74	692	225,52	730	224,00	754	223,44	773	256,89
JUNIO	661	198,44	682	193,72	698	222,56	733	218,46	757	228,55	781	225,18
JULIO	663	187,72	692	186,14	699	207,11	736	200,40	760	195,57	786	252,99
AGOSTO	664	192,20	695	191,11	700	186,73	742	200,93	761	193,05	819	198,79
SEPTIEMBRE	665	204,21	698	188,97	703	203,06	740	204,53	766	302,81	826	209,26
OCTUBRE	665	205,40	698	203,35	700	211,39	740	227,44	768	312,39	829	235,11
NOVIEMBRE	664	199,39	697	206,66	703	212,00	744	210,03	769	218,46	840	230,49
DICIEMBRE	663	201,91	694	198,25	704	219,06	744	230,58	771	227,23	843	228,14
Promedio		203,65		194,47		213,27		219,15		230,34		239,92
Crecimiento de conexiones	Línea base		4,68%		1,44%		5,68%		3,63%		9,34%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

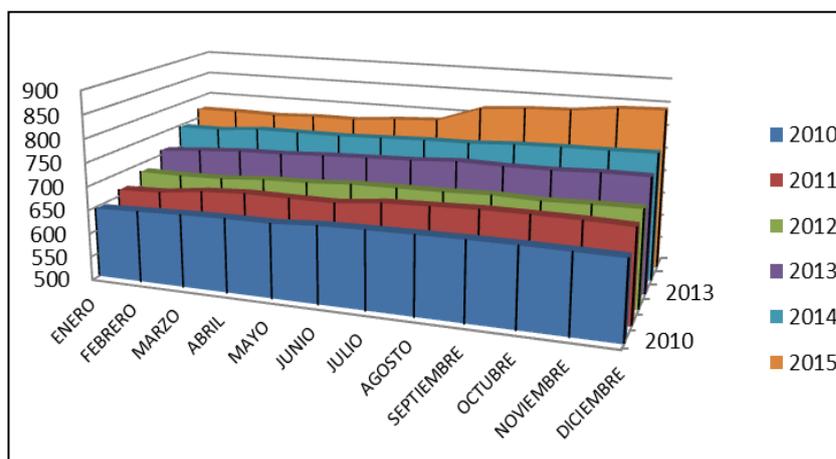


Figura 30: Número de instalaciones categoría Especial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Dentro de esta categoría se encuentran los siguientes grupos:

- Especiales con descuento del 50%. - corresponden a centros educativos fiscales tanto del nivel medio como del básico, locales en donde funcionan instituciones de asistencia social (asilos de ancianos, orfanatorios, etc.)
- Especiales.- Locales en donde funcionan instituciones del sector público, como son dependencias de los gobiernos tanto centrales como locales.

- Gratuitos.- en este grupo se encuentran las instalaciones de locales en donde funciona la Empresa ETAPA-EP.
- El crecimiento de este grupo de clientes no tiene un comportamiento semejante al crecimiento de suscriptores totales; en el año 2015 el porcentaje alcanza un valor de 9,34%, consecuencia de una campaña de actualización de las categorías.

El haber presentado el cuadro anterior responde a la preocupación que se deriva de la variación del consumo y su comportamiento a lo largo de los años analizados, para comentar de mejor manera hacemos referencia al siguiente Figura:

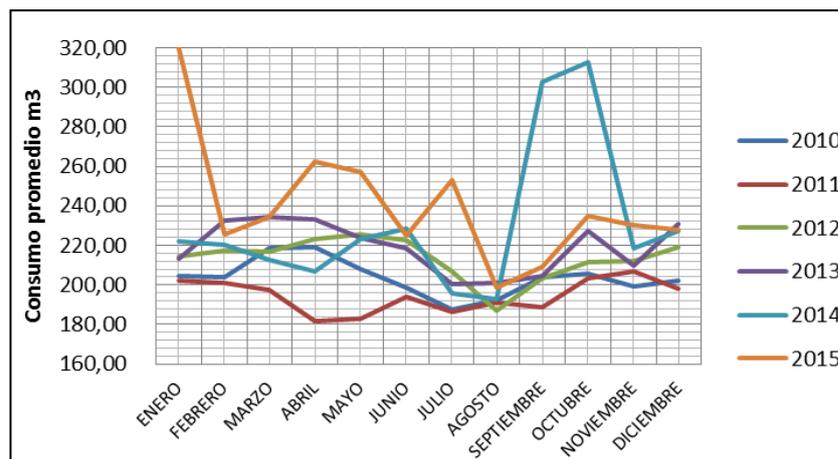


Figura 31: Consumo promedio por instalación categoría especial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Un aspecto crítico que se puede observar en este grupo es la tendencia del consumo:

- Al considerar que dentro de este grupo se encuentran las instituciones de educación básica, media y superior, cuyo componente es el más importante dentro de sector, no se refleja una disminución importante para los meses de julio y agosto, periodo en el que no trabajan o los estudiantes se encuentran en vacaciones, lo cual hace suponer que puede presentarse un importante volumen de agua desperdiciada.
- La tendencia de consumo comparado con el total de clientes y otras categorías, no es la misma, en general hay una disminución, no sucede así

en el presente caso en donde el promedio de consumo por instalación tiende a incrementarse.

Tabla 5. Crecimiento del número de suscriptores con categoría comercial

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³
ENERO	5.771	37,79	5.951	38,28	6.086	37,81	6.106	35,00	6.170	36,97	6.390	36,50
FEBRERO	5.782	35,68	5.947	38,72	6.084	39,84	6.108	39,65	6.168	39,21	6.396	37,14
MARZO	5.819	37,77	5.952	36,99	6.103	39,62	6.120	39,58	6.182	35,86	6.513	35,73
ABRIL	5.818	37,98	5.989	37,18	6.095	39,25	6.150	38,40	6.241	38,01	6.600	37,37
MAYO	5.854	37,19	6.013	38,58	6.091	39,81	6.164	37,56	6.249	36,71	6.685	35,53
JUNIO	5.861	37,90	6.052	39,14	6.081	38,25	6.155	37,03	6.242	39,45	6.820	34,53
JULIO	5.869	37,70	6.079	37,97	6.079	37,00	6.155	38,15	6.241	36,24	6.965	34,02
AGOSTO	5.888	39,24	6.079	39,16	6.079	34,61	6.159	39,71	6.227	36,35	8.296	33,06
SEPTIEMBRE	5.904	39,23	6.098	37,76	6.075	35,55	6.171	38,23	6.250	37,25	8.486	33,21
OCTUBRE	5.927	40,12	6.093	39,17	6.070	37,73	6.167	37,94	6.273	37,65	8.570	34,25
NOVIEMBRE	5.928	35,74	6.087	38,34	6.080	39,52	6.167	36,53	6.342	36,49	8.657	32,07
DICIEMBRE	5.927	37,95	6.082	37,85	6.076	40,21	6.173	39,30	6.352	38,69	8.725	34,23
Promedio		37,86		38,26		38,27		38,09		37,41		34,80
Crecimiento de conexiones	Línea base		2,62%		-0,10%		1,60%		2,90%		37,36%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

El comportamiento de la tendencia del crecimiento del número de instalaciones de la categoría comercial y el comportamiento de su consumo, se presenta en el cuadro inmediato anterior y Figuras que vienen a continuación:

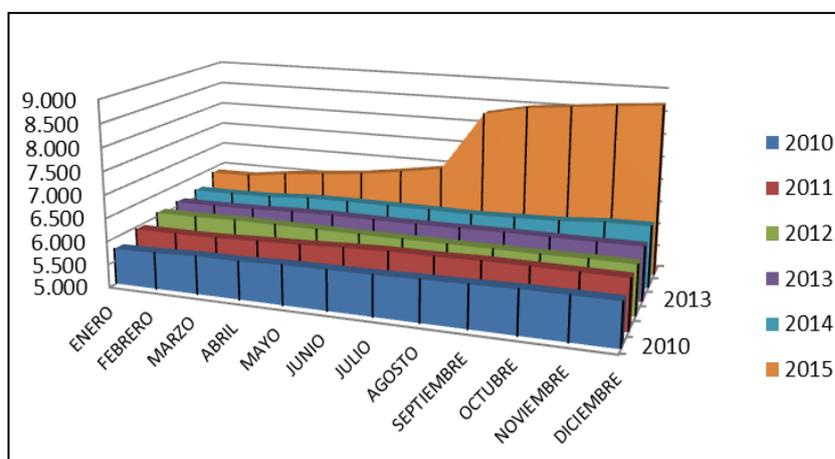


Figura 32: Número de instalaciones categoría comercial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

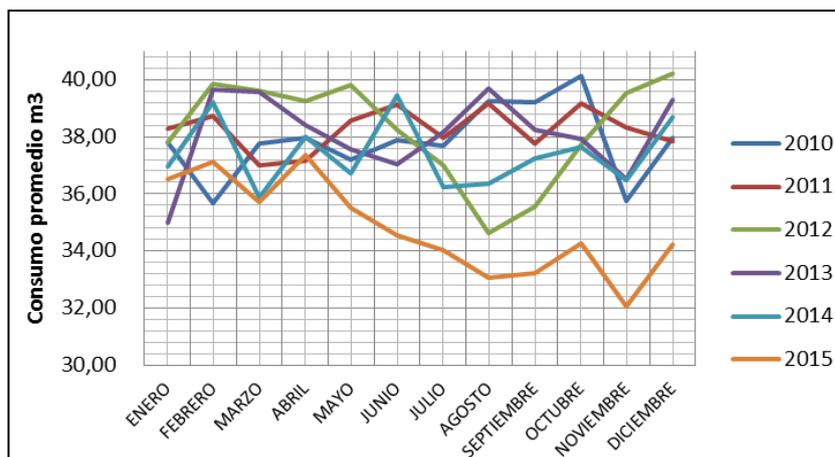


Figura 33: Consumo promedio por instalación categoría especial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

De la información consignada en el cuadro y Figuras correspondientes se puede establecer:

- El crecimiento de este segmento de clientes no tiene el mismo comportamiento que el segmento Residencial, más bien se parece al especial con un salto en el mismo mes producido en los especiales, (julio-agosto de 2015).
- El crecimiento porcentual de clientes del segmento alcanza valores de 2,62%, -0,10%, 1,60%, 2,90% para los años 2011, 2012, 2013 y 2014, respectivamente, teniendo un incremento notable para el año inmediato anterior con un porcentaje de crecimiento del 38% consecuencia de una campaña de actualización de datos.
- La tendencia de consumo comparado con el total de clientes y otras categorías, no es la misma, sin embargo, se observa una disminución importante en el consumo promedio para el año 2015, con un porcentaje de reducción del orden del 7%, mientras en los años anteriores ha permanecido en cierta manera estable.
- La disminución en el consumo promedio se puede deber a la incorporación masiva de clientes con promedios inferiores a este segmento.

Tabla 6. Crecimiento del número de suscriptores con categoría industrial

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexiones Agua	Consumo promedio m ³
ENERO	242	259,31	244	247,76	241	260,25	242	250,00	243	242,10	243	242,38
FEBRERO	242	234,63	243	233,27	242	248,97	241	279,55	242	241,80	243	234,84
MARZO	242	246,97	243	254,19	242	256,00	242	252,81	244	251,49	243	245,57
ABRIL	242	255,75	241	223,04	242	246,32	241	266,37	242	251,04	242	229,86
MAYO	242	235,43	240	258,15	243	247,16	241	240,89	242	241,30	242	247,67
JUNIO	242	236,48	242	245,24	243	259,02	241	243,51	242	247,75	242	241,18
JULIO	243	244,21	242	252,31	243	251,29	241	278,03	242	247,75	244	244,87
AGOSTO	242	290,22	242	277,17	242	252,98	240	263,29	241	271,60	242	256,95
SEPTIEMBRE	244	256,93	242	249,83	243	266,11	241	263,46	241	261,52	242	244,28
OCTUBRE	244	283,38	243	247,25	243	244,27	242	253,47	241	263,83	242	243,09
NOVIEMBRE	244	246,25	242	259,55	242	251,15	242	257,88	241	248,70	242	249,20
DICIEMBRE	244	252,14	241	247,12	240	256,07	243	285,98	241	254,11	242	242,70
Promedio		253,48		249,57		253,30		261,27		251,91		243,55
Crecimiento de conexiones	Línea base		-1,23%		-0,41%		1,25%		-0,82%		0,41%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

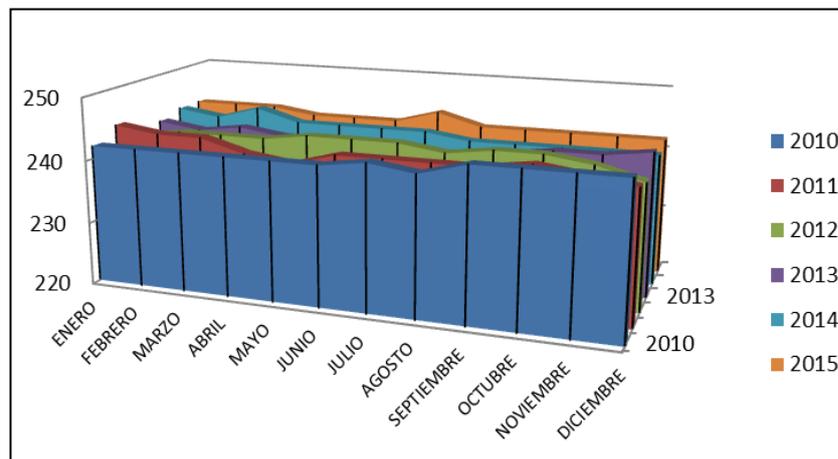


Figura 34: Número de instalaciones categoría industrial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

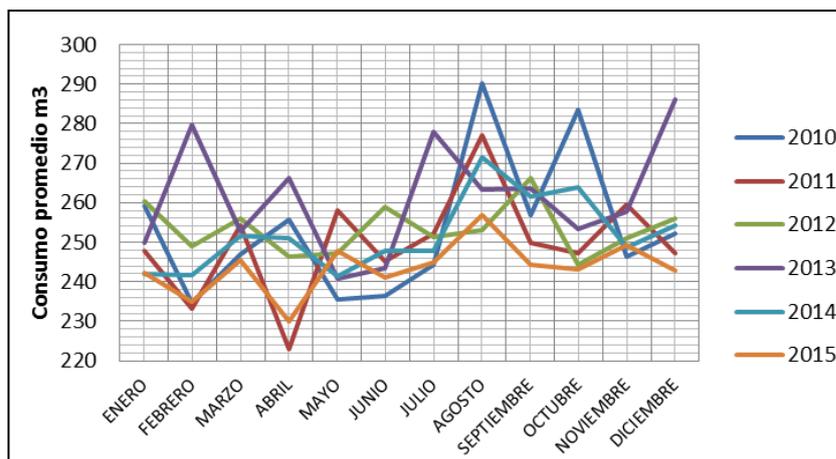


Figura 35: Consumo promedio por instalación categoría industrial

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

La Tabla 6 y Figuras 34 y 35, permiten establecer el comportamiento de este segmento de clientes desde una perspectiva de crecimiento y de valor de consumo:

- El número de clientes se ha mantenido de alguna manera estable teniendo un descenso en su número de apenas 2 suscriptores que no superan el 1% en el periodo de 5 años, que sin embargo demuestra también que la ciudad no ha crecido en el número de industrias en este lustro.
- La tendencia de consumo tiene un comportamiento semejante a la totalidad y la categoría residencial, con un leve descenso en los últimos años.

Tabla 7. Crecimiento del número de suscriptores con categoría de construcción

FECHA.MES	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³	Número de Conexione s Agua	Consumo promedio m ³
ENERO	1.188	12,07	774	11,47	606	13,93	835	11,09	1.933	11,84	1.714	14,41
FEBRERO	1.216	11,24	746	11,53	604	16,21	991	11,43	1.983	11,38	1.742	13,74
MARZO	1.211	12,42	828	9,76	606	15,12	1.227	9	2.001	10,77	1.805	12,17
ABRIL	1.164	12,92	903	9,84	593	15,28	1.270	10	1.984	10,81	1.891	12,18
MAYO	1.105	12,17	890	10,21	605	15,61	1.301	10,62	2.000	10,53	1.985	11,47
JUNIO	1.047	12,99	747	13,79	600	15,47	1.492	9,56	1.931	11,55	2.068	10,48
JULIO	999	12,80	686	11,25	603	15,59	1.674	10,03	1.842	11,35	2.004	11,60
AGOSTO	940	12,12	668	12,26	583	15,38	1.783	10,59	1.759	11,72	2.507	13,80
SEPTIEMBRE	896	12,63	629	11,71	605	15,39	1.848	11,02	1.774	13,04	2.519	14,16
OCTUBRE	863	12,95	613	13,20	592	17,45	1.974	11,54	1.739	12,55	2.575	11,95
NOVIEMBRE	856	11,97	595	12,93	610	15,55	1.911	10,91	1.722	12,62	2.494	12,06
DICIEMBRE	814	10,76	575	14,76	664	16,97	1.994	10,73	1.684	13,33	2.470	12,37
Promedio		12,25		11,89		15,66		10,59		11,79		12,53
Crecimiento de conexiones	Línea base		-29,36%		15,48%		200,30%		-15,55%		46,67%	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

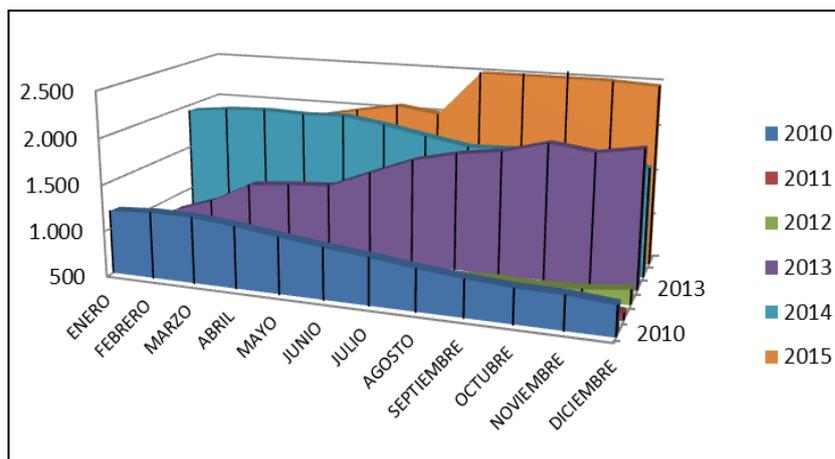


Figura 36: Número de instalaciones categoría construcción

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

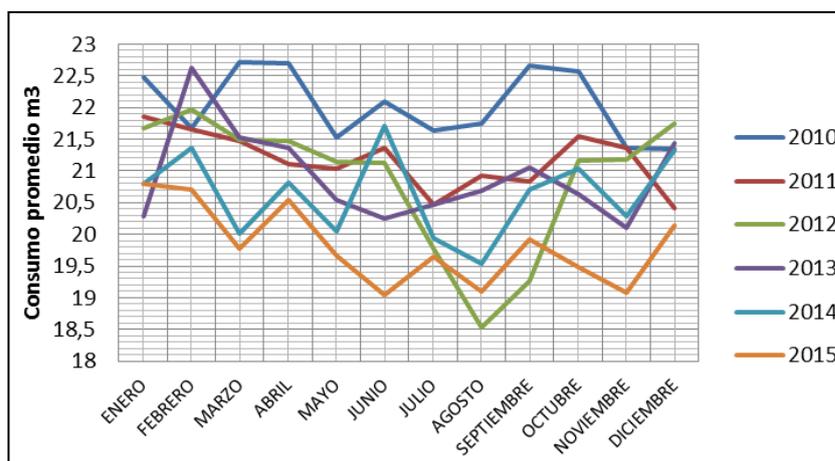


Figura 37: Consumo promedio por instalación categoría construcción

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Las instalaciones con categoría de Construcción, conforme a la estadística presentada en la Tabla 7 y representado su evolución en los Figuras 36 y 37 tienen un comportamiento errático:

- Paradójicamente en momentos en que el auge de la construcción de viviendas en la ciudad presentó incrementos interesantes, los registros contenidos en la Empresa ETAPA-EP de esta categoría, tenían un comportamiento contrario: el año 2011 refleja un descenso en su número, crece considerablemente en los años el 2012 y 1013, disminuye en 2014 y se dispara en el 2015. Evidentemente este comportamiento en la información no hace más que concluir, existió una falencia en su gestión, y

consecuentemente cualquier análisis estadístico colateral requerido adolecerá de ese mismo error.

- La tendencia de consumo por instalación presenta un leve decremento año a año.

Del compendio de información mostrada en los diferentes cuadros y de las representaciones gráficas podemos hacer los siguientes señalamientos:

- De la investigación realizada a funcionarios, sobre el comportamiento de la estadística que no obedece a condiciones reales, no se pudo establecer explicaciones claras y contundentes, más bien se refleja una debilidad en la gestión de clientes.
- No se tiene información de un censo de clientes reciente, el último efectuado hace 15 años no garantiza una actualidad en la información, y por tanto, la información consignada en los registros son los reportados por los solicitantes, o actualizaciones muy puntuales de ésta.
- Al examinar los procedimientos de actualización del Registro de los clientes de Agua Potable y Alcantarillado se puede observar que no existe una sistematización de esa acción, limitándose a hechos esporádicos y de manera informal, perdiéndose la oportunidad de captura de información y su consecuente actualización.
- Hay una indefinición en los límites del área de cobertura de los servicios que presta ETAPA-EP por la presencia de sistemas comunitarios que llegan a cubrir incluso áreas urbanas de Cuenca, lo que imposibilita conocer con mayor certeza la contabilización de la oferta y la demanda de agua y en la situación y gestión institucional.
- La estadística presentada corresponde a los clientes activos es decir aquellos que tienen el servicio de agua potable y alcantarillado, sin embargo, no se ha podido recabar un mercado potencial o factible por cuanto ETAPA-EP no tiene un registro de dicho segmento imposibilitando hacer una adecuada planificación para la ampliación de la cobertura.
- Lo señalado hace suponer la necesidad o la conveniencia de ejecutar un censo total de clientes para contar con información real en la totalidad de la ciudad y sectores aledaños, áreas que corresponde a los límites de cobertura

de los sistemas más importantes, y que permita el cálculo de todos los indicadores asociados.

- Igualmente, las obras de regeneración, del barrio para mejor vivir, mejora tu barrio o como se llame, que incorporan construcción de domiciliarias tanto de agua potable como de alcantarillado deberían convertirse en una fuente de información para garantizar que éstas sean registradas y permanentemente actualizada.
- En lo que se refiere a la incorporación de nuevas conexiones éstas son atendidas e ingresan a los registros de la Empresa en condiciones irregulares e inoportunas.
- Una debilidad manifiesta, aunque no se cuenta con estadística para sustentarla, el proceso de atención de nuevas acometidas de servicio carece de un seguimiento y control lo que potencializa el riesgo de que se surtan del servicio de forma indebida; por lo tanto, le conviene a la Empresa establecer algún mecanismo de control y seguimiento incluyendo las fechas de los pasos del trámite.
- Se considera importante que ETAPA-EP cuente con un reglamento de Prestación de Servicios, donde se incluya las condiciones y especificaciones técnicas, operativas y comerciales de su prestación, desde la instalación de las redes hasta la prestación del servicio a toda clase de clientes: Urbanizadores, constructores, condominios, edificios y predios en general.
- La Empresa cuenta con La Ordenanza para la Administración, operación y mantenimiento de los servicios de Agua Potable, y otra para la de Alcantarillado, sin embargo éstas datan de las décadas de los 80 con algunas reformas a finales de los noventas, siendo necesario una actualización que se adecúe a la nueva legislación y condiciones de mercado.
- Para la venta de los servicios, ETAPA-EP no utiliza la información disponible como es el catastro de redes o de la infraestructura construida, de hacerlo podría mejorar la atención de las solicitudes evitando molestias a los solicitantes.

3.2. Medidores por Modelos o Marcas Instalados en la Ciudad de Cuenca.

3.2.1. Parque de Medidores del Sistema

Una de las limitaciones presentes en el catastro de clientes es la carencia de información relacionada con el parque de medidores instalados en el sistema, entendido éste como una relación sistemática y dinámica de los datos que permiten obtener una información actualizada de cada medidor.

Es de interés revisar el sistema de información que se lleva y elaborar un programa de actualización al realizar el inventario del que se está sugiriendo, teniendo en cuenta su edad, modelo, marca.

Como mínimo el Catastro de Medidores debe contener: Marca, tipo, diámetro, capacidad, número, serie, dirección en donde está instalado, código, uso y los registros sobre fecha de instalación, de retiro y de revisión; lectura de instalación, lectura de retiro y lectura de reinstalación.

3.2.2. Composición del Parque de Medidores de la Ciudad de Cuenca

Tabla 8. Composición del parque de medidores instalados a diciembre de 2015

AÑO	MARCA									% AÑO	EDAD	ACUMULADO	
	N/i	IBER AURUS	ACTARIS	ELSTER	BY METTERS	B METTERS	ITRON	OTROS	TOTAL				
N/IDENTIFICADO	179	-	-	-	-	-	-	-	-	179	0,14%	0	
< = 2000	-	403	-	-	-	-	-	-	43	446	0,36%	20	0,50%
2001	-	1.184	-	-	-	-	-	-	-	1.184	0,95%	15	1,45%
2002	-	7.191	-	-	-	-	-	-	-	7.191	5,75%	14	7,19%
2003	-	9.472	-	-	-	-	-	-	-	9.472	7,57%	13	14,76%
2004	-	-	27.151	-	-	-	-	-	-	27.151	21,70%	12	36,47%
2005	-	1.387	-	-	-	-	-	-	-	1.387	1,11%	11	37,57%
2006	-	-	-	5.933	-	-	-	-	-	5.933	4,74%	10	42,32%
2007	-	-	-	9.555	-	-	-	-	-	9.555	7,64%	9	49,95%
2008	-	-	-	11.830	-	-	-	-	-	11.830	9,46%	8	59,41%
2009	-	-	-	7.535	-	-	-	-	-	7.535	6,02%	7	65,43%
2010	-	-	-	6.647	-	-	-	-	-	6.647	5,31%	6	70,74%
2011	-	-	-	8.441	-	-	-	-	-	8.441	6,75%	5	77,49%
2012	-	-	-	2.050	2.151	1.438	7.160	-	-	12.799	10,23%	4	87,72%
2013	-	-	-	10.366	-	-	-	-	-	10.366	8,29%	3	96,01%
2014	-	-	-	1.350	-	-	-	-	-	1.350	1,08%	2	97,08%
2015	-	-	-	3.648	-	-	-	-	-	3.648	2,92%	1	100,00%
TOTAL	179	19.637	27.151	67.355	2.151	1.438	7.160	43	125.114	100,00%			
% POR MARCA	0,14%	15,70%	21,70%	53,83%	1,72%	1,15%	5,72%	0,03%	100,00%		8,44		

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

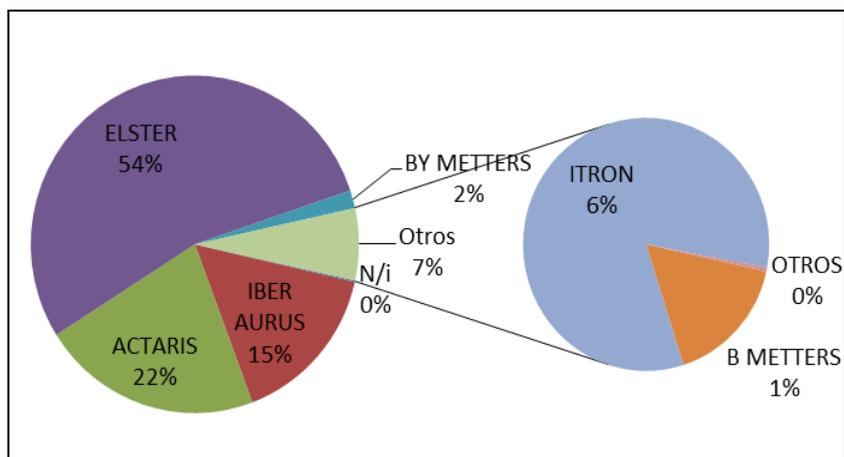


Figura 38: Composición del parque de medidores de la ciudad de Cuenca

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

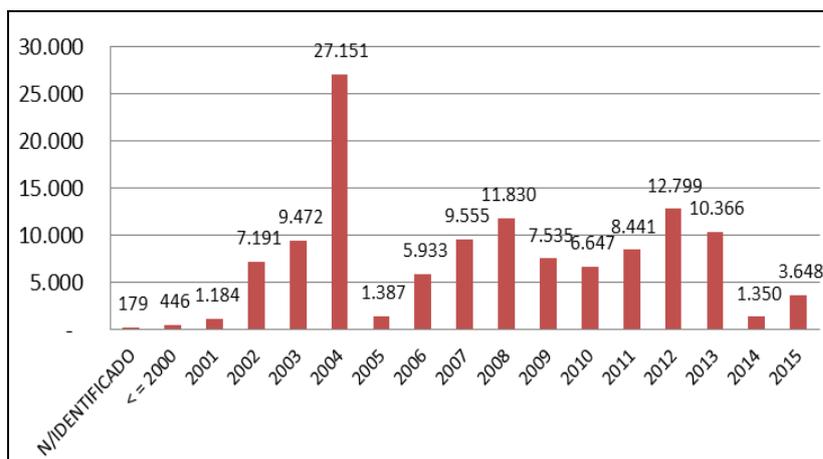


Figura 39: Distribución de medidores por año de fabricación

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Del Cuadro y de los Figuras inmediato anteriores se puede comentar algunos aspectos relacionados con los tipos o modelos de medidores instalados en el sistema, debiendo aclararse que el parámetro considerado para determinar la edad del medidor se basa en el año de fabricación, no así el de instalación, sin embargo, consideramos no hay una distancia apreciable entre el uno y el otro que pueda afectar los resultados.

A continuación, se detalla algunas características importantes de los medidores que mayor representación tienen dentro del sistema:

3.2.2.1. MEDIDORES IBERCONTA (Modelo Aurus)

- Medidores Iberconta.- Corresponde a la marca con un porcentaje de 15 % de unidades instaladas.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 13 años.

3.2.2.2. MEDIDORES ACTARIS

- Medidores Actaris.- Corresponde a la marca con un porcentaje de 22 % de unidades instaladas.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 11 años.

3.2.2.3. MEDIDORES ELSTER

- Medidores Elster.- Corresponde a la marca con un porcentaje de 54 % de unidades instaladas, es decir casi la mitad de los medidores de la ciudad corresponden a esta marca.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 6,5 años.

3.2.2.4. MEDIDORES ITRON

- Medidores ITRON.- Corresponde a la marca con un porcentaje de 6 % de unidades instaladas, se puede manifestar que es prácticamente el mismo modelo que el Actaris.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 3 años.

3.2.2.5. MEDIDORES BY METERS

- Medidores BY METERS. - Corresponde a la marca con un porcentaje de 2 % de unidades instaladas en la ciudad.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 3 años.

3.2.2.6. MEDIDORES B. METERS

- Medidores B. METERS. - Corresponde a la marca con un porcentaje de 1 % de unidades instaladas.
- Las características metrológicas de estas unidades corresponden a la clase B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Medidor mecánico de tipo velocidad, chorro múltiple, de transmisión magnética.
- La edad promedio de las unidades instaladas en el sistema es de aproximadamente 3 años.
- Se menciona esta marca ya que son relativamente nuevos que podría incrementarse en el transcurso del tiempo.

3.2.2.7. OTRAS MARCAS

- Existe en el sistema una variedad de marcas con un porcentaje del 0,29% de las unidades instaladas.
- Las características metrológicas de estas unidades están entre la clase A y B, de acuerdo a la norma ISO 4064.
- Entre éstos podemos identificar varios de chorro múltiple y otros de chorro único, unos de transmisión magnética y otros de transmisión mecánica.
- Dentro de su reducido número existe una gran cantidad de marcas y modelos.

En resumen, el sistema de Agua potable provisto por ETAPA-EP posee un parque de medidores constituido fundamentalmente por tres marcas (Iberconta, Actaris y Elster), que representan el 91%.

Sin embargo, en principio eso es positivo, ya que la proliferación de marcas dentro de un sistema, imposibilita hacer una adecuada planificación de adquisición, mantenimiento y reposición, lamentablemente como se puede observar en los últimos años (2012), se han incorporado al sistema tres marcas o modelos, como consecuencia justamente de una inadecuada programación de adquisición.

Durante los dos últimos años quienes han provisto de medidores han sido los contratistas encargados de ejecutar diferentes proyectos como son instalaciones domiciliarias, ampliaciones de redes, etc., que no asegura garantía en los productos como lo hace cuando adquiere los bienes bajo estrictas normas.

La edad promedio del parque de medidores de la ciudad está en el orden de los 8,44 años.

3.3. Antigüedad de los Medidores.

En la Tabla 8, se encuentra en detalle la estadística de los medidores por años de instalación.

La edad promedio del parque de medidores de la ciudad está en el orden de los 8,44 años con una tendencia al envejecimiento por cuanto la Empresa no ha definido un programa de cambio de los medidores hasta la presente fecha.

Cabe destacar que el 42,32% de los medidores cumple los 10 años de vida, de acuerdo con la política de cambio establecida, significa que el año 2016, se tienen que sustituir aproximadamente 50.000 unidades requiriendo un presupuesto aproximado de \$ 2.000.000, si consideramos un promedio por unidad de \$40 (medidor más instalación).

Uno de los hechos, al observar la estadística, es que la edad de los medidores va de la mano con el modelo, es así que hasta el año 2003 se tiene un alto porcentaje de medidores Iberconta modelo AURUS, en el año 2004 se instala básicamente el modelo Actaris, del año 2005 hasta el 2011 se instalan medidores ELSTER y en el 2012, aparecen nuevas marcas como es el Itron, B Meters, By Meters y Elster, hecho que se repite en los años posteriores.

3.4. Lectura de Medidores

La lectura tiene por objeto determinar el consumo de agua registrado por el medidor y obtener información referente a la conexión domiciliaria, medidor, caja de protección y al predio.

La determinación del consumo es la base del proceso de facturación, ya que de los datos tomados se deducirán los consumos efectuados y el valor de los servicios prestados, además de proveer de la información necesaria para generar acciones de mantenimiento del medidor y de la conexión, así como registro de novedades para actualizar el catastro de usuarios, los cuadros a continuación muestran un historial del comportamiento de la lectura de medidores.

Tabla 9. Estadística de lecturas de medidores

FECHA.AÑO-MES	%Casas cerradas	%Medidores Detenidos	%Casas Deshabilitadas	% de Lecturas
2010				
ENERO	0,35%	3.70%	6.08%	99,65%
FEBRERO	0,31%	3.67%	6.08%	99,69%
MARZO	0,30%	2.39%	8.21%	99,70%
ABRIL	0,40%	2.34%	8.32%	99,60%
MAYO	0,42%	2.52%	8.68%	99,58%
JUNIO	0,33%	2.38%	8.94%	99,67%
JULIO	0,30%	2.60%	8.56%	99,70%
AGOSTO	0,29%	2.67%	8.22%	99,71%
SEPTIEMBRE	0,33%	2.48%	8.05%	99,67%

FECHA.AÑO-MES	%Casas cerradas	%Medidores Detenidos	%Casas Deshabitadas	% de Lecturas
OCTUBRE	0,29%	2.38%	8.18%	99,71%
NOVIEMBRE	0,34%	2.15%	8.60%	99,66%
DICIEMBRE	0,23%	2.24%	8.95%	99,77%
2011				
ENERO	0,22%	2.35%	8.86%	99,78%
FEBRERO	0,28%	2.79%	8.75%	99,72%
MARZO	0,33%	2.80%	8.46%	99,67%
ABRIL	0,31%	3.51%	8.48%	99,69%
MAYO	0,21%	3.05%	8.62%	99,79%
JUNIO	0,40%	3.07%	8.55%	99,60%
JULIO	0,55%	3.31%	8.26%	99,45%
AGOSTO	0,56%	3.32%	7.93%	99,44%
SEPTIEMBRE	0,57%	3.82%	7.49%	99,43%
OCTUBRE	0,45%	3.80%	7.21%	99,55%
NOVIEMBRE	0,50%	4.06%	6.91%	99,50%
DICIEMBRE	0,36%	4.42%	6.72%	99,64%
2012				
ENERO	0,50%	4.47%	6.74%	99,50%
FEBRERO	0,64%	4.27%	6.71%	99,36%
MARZO	0,80%	4.34%	6.45%	99,20%
ABRIL	0,77%	4.60%	6.18%	99,23%
MAYO	0,86%	4.60%	6.12%	99,14%
JUNIO	0,89%	4.70%	5.80%	99,11%
JULIO	0,69%	5.03%	5.42%	99,31%
AGOSTO	0,63%	5.17%	5.27%	99,37%
SEPTIEMBRE	0,61%	4.87%	5.18%	99,39%
OCTUBRE	0,59%	4.59%	5.56%	99,41%
NOVIEMBRE	0,47%	4.95%	5.82%	99,53%
DICIEMBRE	0,52%	4.83%	6.06%	99,48%
2013				
ENERO	0,55%	3.41%	6.18%	99,45%
FEBRERO	0,52%	3.26%	6.21%	99,48%
MARZO	0,50%	3.17%	6.25%	99,50%
ABRIL	0,49%	3.28%	6.08%	99,51%
MAYO	0,50%	3.52%	5.93%	99,50%
JUNIO	0,51%	3.49%	6.18%	99,49%
JULIO	0,48%	3.59%	6.13%	99,52%
AGOSTO	0,53%	3.42%	6.06%	99,47%
SEPTIEMBRE	0,54%	2.88%	6.31%	99,46%
OCTUBRE	0,55%	1.78%	7.51%	99,45%
NOVIEMBRE	0,62%	1.49%	8.06%	99,38%

FECHA.AÑO-MES	%Casas cerradas	%Medidores Detenidos	%Casas Deshabilitadas	% de Lecturas
DICIEMBRE	0,85%	1.24%	8.66%	99,15%
2014				
ENERO	0,51%	1.18%	8.67%	99,49%
FEBRERO	0,70%	1.34%	8.54%	99,30%
MARZO	0,73%	1.25%	8.64%	99,27%
ABRIL	0,77%	1.36%	8.85%	99,23%
MAYO	0,67%	1.61%	8.56%	99,33%
JUNIO	0,68%	1.84%	8.11%	99,32%
JULIO	0,72%	1.85%	7.87%	99,28%
AGOSTO	0,68%	1.82%	7.69%	99,32%
SEPTIEMBRE	0,67%	1.51%	7.91%	99,33%
OCTUBRE	0,64%	1.38%	8.31%	99,36%
NOVIEMBRE	1,00%	1.34%	8.61%	99,00%
DICIEMBRE	0,74%	0.14%	8.54%	99,26%
2015				
ENERO	0,69%	1.45%	8.48%	99,31%
FEBRERO	0,77%	1.31%	8.56%	99,23%
MARZO	0,77%	1.18%	8.87%	99,23%
ABRIL	0,79%	1.35%	8.93%	99,21%
MAYO	0,69%	1.65%	9.03%	99,31%
JUNIO	0,78%	1.87%	8.94%	99,22%
JULIO	0,83%	1.54%	8.85%	99,17%
AGOSTO	0,74%	1.39%	8.96%	99,26%
SEPTIEMBRE	0,86%	1.24%	8.78%	99,14%
OCTUBRE	0,75%	1.10%	8.98%	99,25%
NOVIEMBRE	0,76%	1.09%	8.99%	99,24%
DICIEMBRE	0,79%	1.05%	9.15%	99,21%

Fuente: ETAPA EP
Elaborado por: Contribución personal

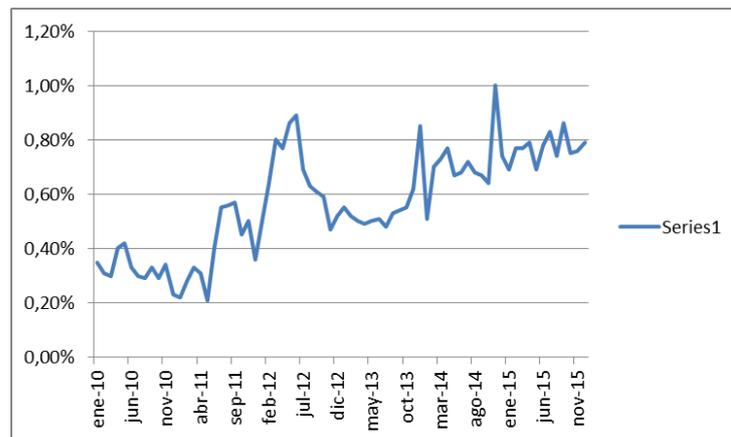


Figura 40: Porcentaje de Casas Cerradas

Fuente: ETAPA EP
Elaborado por: Contribución personal



Figura 41: Porcentaje de medidores detenidos

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Conforme a la estadística presentada se puede observar que el porcentaje de cobertura de la medición supera el 99% y considerando que de igual manera la cobertura de instalaciones de agua con unidad de medición alcanza prácticamente el 100%, el tema del registro de consumo de los clientes es el óptimo.

Tomando como referencia los indicadores de otros prestadores del servicio a nivel nacional e internacional, ETAPA-EP está muy por encima de la media de este indicador, siendo para los clientes un aspecto de garantía de que la medición y la facturación se ajusta al real consumo que tienen cada uno de ellos.

Sin embargo de lo anterior y observando los Figuras que acompañan al cuadro tenemos que el porcentaje de casas cerradas (promedio de casas cerradas 0,57%), ciertos altibajos que podrían accionar algún tipo de alarma para su control, es así que a partir de mayo de 2011 se inicia un crecimiento en cierta manera sostenido hasta llegar a un pico para junio de 2012 que alcanza un 0,89% de casas cerradas, para luego descender a valores próximos al 0,5%, para nuevamente incrementarse en el 2015 con un promedio de 0,8% de clientes que se factura sin lectura.

Las diversas causas para la presencia de las casas cerradas se pueden mencionar entre otras cosas:

- Viviendas ubicadas dentro del centro histórico cuyos medidores se encuentran en los zaguanes y que no se encuentran habitadas.

- Viviendas que han entrado en proceso de remodelación y que por descuido de los propietarios, las unidades de medición han sido cubiertas con materiales de construcción.
- Viviendas que han sido víctimas del robo de los medidores para reciclar el material con el que es fabricado.
- Un pequeño porcentaje por negligencia del personal que ejecuta las lecturas.
- Otras que por las cifras no tienen real representación.

Por otro lado es menester mencionar que un aspecto que tiene incidencia en la toma de lecturas y la determinación de los consumos, es la presencia de medidores que no se encuentran funcionando, cuyo promedio se encuentra en el último año en el orden del 2 %, que representa una cifra cercana a los 2500 medidores.

Para los casos de medidores detenidos el proceso de facturación se encarga de calcular un promedio del consumo del cliente efectuado en los seis últimos meses anteriores al mes en que éste presenta el daño, y el cálculo de la factura se lo hace sobre ese valor.

Las causas para la presencia de medidores detenidos se pueden mencionar entre otras cosas:

- El desgaste del medidor como consecuencia del uso excesivo del consumo en las edificaciones, es decir el medidor no fue diseñado para el consumo que tiene determinado predio.
- Por desgaste normal que sufre los componentes del medidor.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DEL ESTADO DE LOS MEDIDORES

4.1 El laboratorio de medidores

4.1.1 Taller de Mantenimiento

El Taller o laboratorio de medidores es el espacio fundamental para la gestión del grado de precisión en la medición. Además de reparar y calibrar los dispositivos de medición, debe funcionar, como su nombre lo indica, como un laboratorio de investigación para suministrar la información para la implementación de las políticas de medición, esto es: Tipo de medidores a ser instalados, su adquisición y establecimiento de los requisitos que deben cumplir; el mantenimiento tanto correctivo como preventivo de los medidores. Así como estar definido bajo un procedimiento claro de trabajo, cumplir con los principios de productividad y técnicos (Mendonca, 1975).

De la información que se construya, mediante su trabajo de investigación, depende la correcta selección de los medidores y del grado de precisión deseado y que posibilite además maximizar sus ingresos.

El funcionamiento del taller requiere de una organización que permita una eficiente ejecución y control de las actividades, así como la capacidad necesaria para la administración eficaz del mantenimiento de los medidores.

Las actividades que deberán ser desarrolladas en el taller, para que el sistema de medidores alcance sus objetivos, son las siguientes:

- Reparación rápida y oportuna de los medidores retirados de las conexiones.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores que presenten defectos de funcionamiento.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores retirados de las conexiones, para mantenimiento preventivo.
- Prueba, revisión y/o reparación de los medidores retirados de las conexiones, para atender reclamos de los usuarios o para investigaciones especiales.

- Prueba de medidores nuevos.
- Recolección de datos estadísticos sobre los servicios ejecutados en el taller con la finalidad de asesorar en la selección de medidores para nuevas instalaciones, así como para orientar la programación del mantenimiento preventivo.
- Desarrollo de investigación como: análisis del comportamiento de los medidores a lo largo del tiempo de funcionamiento, monitoreo de los valores o grados de precisión que presentan los medidores en función del volumen acumulado, con el fin de dar nuevos elementos para la política de selección, instalación y mantenimiento de medidores.
- Control de los stocks de medidores para sustitución y mantenimiento del catastro de medidores.

La cantidad de medidores que recibirán atención en el taller dependerá del mantenimiento correctivo, de los programas de mantenimiento preventivo, de las investigaciones especiales y de la metodología adoptada para la recepción de medidores nuevos.

4.1.2 Taller de Medidores de ETAPA-EP

El laboratorio de medidores de ETAPA-EP, cuenta con un total de 3 bancos de prueba, que se describen a continuación:

4.1.2.1 Banco de Pruebas 1 para medidores de agua potable.

En la Figura 42 se puede apreciar una vista parcial del banco de pruebas de medidores marca FORD, la misma que cuenta con una capacidad para montar 8 medidores en línea, cuya fabricación data del año 1960.

Las bondades de este banco de pruebas, a más de los servicios que ha venido dando a la empresa por más de 54 años, es el material con el que es construido, los accesorios son de bronce, con independencia entre uno y otro medidor para el montaje y desmontaje, es decir cuando se quiere corregir algo no es necesario desmontar todo el banco sino una sola parte.

Sin embargo, tiene una limitación ya que los tanques recolectores de agua carecen de un sistema que posibilite apreciar de mejor manera el nivel del agua agregando un error a la prueba.



Figura 42: Banco de pruebas 1

Fuente: Contribución personal

4.1.2.2 Banco de Pruebas 2

La Figura corresponde al banco de pruebas Marca Coltavira, de fabricación Colombiana, adquirido por ETAPA-EP en el año 2005.

Este banco presenta mejoras importantes con respecto al anterior, entre los que se puede destacar: La bancada permite ejecutar pruebas a un total de 10 unidades, se incorpora un juego de rotámetros de tres unidades para afinar más los caudales de prueba, los tanques receptores cuentan con un sistema de mejor apreciación de volúmenes (cuellos de botella) para apreciar una lectura más correcta, y los materiales con los que se encuentra fabricado, sobre todo las partes que están en contacto con el agua son de acero inoxidable.

La alimentación se lo hace desde un conjunto hidropresor (hidroneumático) compuesto por un motor y un tanque de almacenamiento.

Una de las desventajas se aprecia cuando se quiere sustituir, por ejemplo, un medidor de la bancada, se tiene que desarmar toda la bancada.



Figura 43: Banco de pruebas 2

Fuente: Contribución personal

4.1.2.3 Banco de Pruebas 3

Este banco ETAPA-EP lo adquiere en el año 2013, con interesantes innovaciones:

- Para el control del caudal de prueba ya no cuenta con rotámetros, éstos los sustituye con dos caudalímetros electromagnéticos cuyas escalas para una mejor afinación de la lectura son el primero de 0 lt/h hasta 180 lt/h y el segundo, desde 180 hasta 10000 lt/h.
- Cuenta con dos bancadas, cada una de ellas con 10 medidores, lo que permite ejecutar pruebas simultáneamente hasta 20 unidades.
- Se incorpora dispositivos automatizados tanto para el ajuste de las bancadas de los medidores, así como para el vaciado y cierre de los tanques recolectores.
- Los materiales con los que son construidos son de acero inoxidable.
- Las tuberías de descarga desde los medidores de caudal a los tanques recolectores son de plástico transparente.
- Dispone de un motor para la recirculación del agua de las pruebas, evitando los desperdicios.
- A diferencia de los anteriores (que permiten hacer pruebas a medidores hasta de 25 mm de diámetro), este banco ya cuenta con elementos para pruebas de unidades de hasta de 50 mm. de diámetro.

Una descripción más amplia y un esquema de funcionamiento se detallan en los siguientes párrafos.



Figura 44: Banco de pruebas 3

Fuente: Contribución personal



Figura 45: Banco de pruebas 3

Fuente: Contribución personal

4.1.2.4 Banco de Ensayo de ETAPA-EP

El banco de Pruebas que posee la Empresa está constituido con todos los elementos necesarios para efectuar pruebas de caudal nominal, transición, máximo y mínimo (2.4.3.2. Propiedades de Medida), a medidores de calibres con diámetro nominal 15, 20, 25, 30 y 40 mm (1/2", 3/4", 1", 1 1/4", y 1 1/2"). Ensayos destinados a establecer el error de la medición (método de recolección SEGÚN NTC 1063-3º o ISO 4064-3, para medidores clase A, B, C y D.

4.1.2.5 Capacidad de Ensayo

La descripción de la capacidad de medidores para el ensayo se presenta en el siguiente cuadro en donde:

- Q_s es el caudal de sobrecarga
- Q_n es el caudal nominal
- Q_t es el caudal de Transición, y
- Q_{min} es el caudal mínimo.

No se incorpora el detalle de los medidores de clase A (menos eficiente), en virtud de que la empresa los ha dejado de utilizar desde hace ya más de 20 años por las deficiencias en la precisión.

Para pruebas de calificación de modelos o marcas además de los puntos correspondientes a Q_{min} , Q_t , Q_n y Q_s , se añaden algunos puntos más, a criterio de los técnicos que ejecutan las pruebas en función de los intereses de control.

Tabla 10. Capacidad de los medidores

CALIBRE	CLASE	CAUDAL (lts/h)			
		Q_s	Q_n	Q_t	Q_{min}
15	B	3000	1500	120	30
	C	3000	1500	22,5	15
	D	3000	1500	17,25	11,25
20	B	5000	2500	200	50
	C	5000	2500	37,5	25
	D	5000	2500	28,75	18,75
25	B	7000	3500	280	70
	C	7000	3500	52,5	35
	D	7000	3500	40,25	26,25
30	B	12000	6000	480	120
	C	12000	6000	90	60
	D	12000	6000	69	45
40	B	20000	10000	800	200
	C	20000	10000	150	100
	D	20000	10000	115	75
50	B	30000	15000	1200	300
	C	30000	15000	225	150
	D	30000	15000	172,5	112,5

Fuente: Norma ISO 4064-3

Sin embargo, del cuadro anterior, es necesario aclarar que las capacidades de caudal del banco, permiten hacer pruebas hasta los 12000 Lt/h, es decir se hacen pruebas íntegras hasta los medidores de calibre 30, para el caso de las unidades con calibre 40 se puede hacer hasta Q_n y para los de 50, es posible trabajar con caudales próximos a su Q_n .

Norma de referencia

La construcción de los bancos de ensayo está dada para cumplir con las diferentes pruebas que se estipulan en la norma NTC1063-3 ó ISO-4064-3.

Posibilita mantener un control general de todas las variables requeridas (caudal, presión y volumen, temperatura), manejados en cada prueba.

Características

El objetivo de funcionamiento del banco es permitir el control de las pruebas metrológicas y la verificación de medidores, para los cual su diseño tiene en cuenta todas las características y especificaciones técnicas en cada uno de los accesorios, basándose, además, en la documentación y los parámetros necesarios para garantizar el óptimo funcionamiento.

El banco se compone de:

1. Sistema de Montaje de Medidores

Una bancada estándar para una o dos líneas de trabajo, con los elementos para el montaje por línea de:

Tabla 11. Capacidad de montaje de medidores

NÚMERO	UNIDADES	DN	LONGITUD (mm)
10	medidores	15	165
10	medidores	15	190
10	medidores	20	165
10	medidores	20	190
6	medidores	25	260
6	medidores	30	260
5	medidores	40	300

Fuente: Contribución personal

La longitud de la bancada está relacionada con la cantidad de medidores a probar, teniendo en cuenta que la longitud de los accesorios delante de cada medidor es mínimo cinco (5) veces su diámetro, con el fin de mantener un flujo constante, evitando al máximo las perturbaciones.

La mesa de trabajo se encuentra constituida por un bastidor en el perfil estructural comercial sobre la cual se soporta una bandeja de acero inoxidable, dos reglillas, un conjunto de distanciadores para separar las guías de la bandeja, un cabezal de entrada con volante o con un cilindro para el apriete de los medidores y un cabezal de salida.

El cabezal de entrada está precedido por una serie de elementos que permiten mantener el flujo de agua con las presiones requeridas para las determinadas pruebas.

Inicialmente se encuentra una válvula de regulación de presión, la cual permite mantener regulado el flujo de agua a la entrada del banco, siempre a la misma presión (5.6 Bar)

El banco cuenta para verificar la presión hidrostática con (1) manómetro (entrada) de 0-40 bar y un mano vacuómetro a la salida con diámetro de carátula de 4" con glicerina para amortiguación de vibraciones.

En los dos tubos mencionados en el by pass se encuentran válvulas de corte manual, para permitir la elección del fluido a la presión requerida para el ensayo.

Los cabezales permiten un desplazamiento de 60 mm, por medio de un volante o cilindro hidráulico, que posibilita el ajuste de los medidores.

Los tubos de unión son de bronce y sus extremos poseen pestañas para facilitar el montaje de los medidores. Además, llevan canales circulares sobre los cuales se depositan las juntas (empaques), que se encargan de hacer el sellado entre el medidor y el tubo de unión. Para el montaje de los medidores solo basta con colocar en los cabezales, las boquillas correspondientes y los tubos de unión dentro de los bujes de nylon soportados en sus respectivos cuerpos de aluminio. Para el montaje de medidores DN25, DN30 y DN40 no se debe colocar el buje de nylon, sino que se montaran los tubos de unión directamente sobre los soportes de aluminio.

Los tubos de unión se encuentran ubicados en sus respectivos soportes de aluminio, los cuales a su vez se deslizan sobre las guías de acero inoxidable para facilitar el montaje.

Adicional al banco está dotado de tubos supletorios que permiten verificar un solo medidor.

El banco dispone de válvulas aguas abajo de cada línea, que nos permite facilitar la evacuación del aire del sector de medición, junto con un sistema de vacío.

2. Sistema de Control de Flujo de Agua

El cabezal de salida es fijo y de éste se desprende una conexión donde encontramos una válvula de bola de acero inoxidable de 3/8" de accionamiento manual, desde la cual se desprende una conexión flexible que se dirige hacia el

drenaje; esta válvula debe permanecer siempre cerrada, y solo se abre para hacer alivios de presión o purgas en la línea.

La línea principal lleva el agua hacia los rotámetros para el control de caudal. Esta se dirige hasta los rotámetros de caudales:

9	-	90	l/h
90	-	900	l/h
1200	-	12000	l/h.

Esta línea está precedida por una válvula de bola de 1 ¼ ", para efectuar el corte cuando finaliza la prueba.

El flujo de agua en los rotámetros es regulado mediante válvulas mano reductora que le anteceden y que fueron colocadas para la regulación fina del caudal.

El agua utilizada en las pruebas es conducida por los tubos de descarga hasta los depósitos calibrados, éstos son fabricados en material plástico transparente.

El banco está dotado de un cronómetro para el control de las pruebas (medición del tiempo de llenado de cada volumen para contrastar con el caudal registrado en el medidor de prueba).

3. Sistema de medida de volumen

Para evaluar el volumen de agua, se cuenta con tres (3) depósitos de recolección, 5-10 litros, 20-50 litros y 100 litros dotados con los elementos necesarios para el control del volumen y la recogida de aguas.

Estos se encuentran soportados de manera independiente para su nivelación sobre un bastidor de acero estructural cuadrado de 2". La nivelación de cada tanque se realiza mediante el apriete de las tuercas y tornillos que lo sujetan al bastidor. Los tanques tienen tres bases, lo que facilita su nivelación.

Todos los elementos en contacto directo en el agua son fabricados en materiales inoxidables o protegidos con elementos anti óxido.

Para la visualización del nivel de agua, cada taque dispone de tubos de vidrio con una línea roja en la parte posterior, que nos permite ver con facilidad donde está el nivel del agua en determinado momento.

Los depósitos en su parte inferior poseen una forma tronco-cónica y con su eje simétrico desplazado para evitar la retención de aguas y se obtenga mayor rapidez en su desagüe, en su extremo existe colocadas válvulas de apertura rápida para su drenaje.

4. Sistema Hidropresor

El sistema de presurización GRUPO HIDRONEUMATICO, permite al banco de pruebas mantener una presión constante de alimentación al laboratorio, lo cual es muy importante en el momento de realizar los ensayos de verificación de los medidores en cuanto a exactitud de medición. El sistema consta de los siguientes equipos:

Tanque Pulmón: Depósito cilíndrico vertical con capacidad de 1 m³, fabricado en Acero Inoxidable, fabricado con una presión de prueba 280 psi, presión trabajo 160 psi, con entrada y descarga lateral de 50 mm., manómetro en material inoxidable vertical con glicerina con rango de 0-40 bar, dotado con un presostato que regula la presión de encendido y apagado de la motobomba.

Bomba Multietapas: Posee una motobomba para conseguir la presión de suministro de 180 P.S.I., capacidad de 44 GPM, motor eléctrico trifásico, potencia de 6.6 HP cada una, diámetro de succión de 1 1/2" y diámetro de descarga de 1 1/4".

Inyector de Aire: Trabaja con el funcionamiento de la bomba, mangueras acorazadas en malla inoxidable para toma e inyección de aire, calibre 10 mm.

Está compuesto por un depósito adicional de 2 metros cúbicos de capacidad donde la motobomba toma el agua para enviarla al depósito hidropresor, este es un tanque de capacidad de 1 metro cúbico, construido en acero inoxidable, con un inyector de aire a presión, donde el agua es suministrada a una presión constante al laboratorio.

Manejo General

Para el montaje de los medidores se deben colocar las boquillas correspondientes en los extremos de los cabezales, revisando que éstas tengan sus respectivas juntas tóricas (empaques). Se aprieta el conjunto girando suavemente el volante del cabezal de salida.

En una primera colocación se deben abrir, primero la válvula de entrada de agua y luego la de salida. Se efectúa una purga abriendo la válvula de 10mm., ubicada en la parte superior del conjunto de salida, para eliminar el aire contenido en la línea.

Se abren suavemente las válvulas manorreductoras y se deja pasar agua hacia los depósitos abiertos. Con el fin de humedecerlos.

Se cierra la válvula de 10mm., de la purga y las manorreductoras que no se van a utilizar y luego se gradúa la válvula manorreductora (o la de aguja de acuerdo al rotámetro y el caudal requerido para la prueba), revisando este caudal mediante el alineamiento de la parte superior del flotador con la división de la escala en el rotámetro correspondiente.

Se cierra ahora la válvula de entrada de agua y se verifica que el depósito se ha vaciado completamente. Se cierra la válvula correspondiente al depósito y se anota la lectura de los medidores. Se abre nuevamente la válvula de entrada de agua verificando que el caudal establecido se mantenga estable.

Se realiza el cierre mediante la válvula de corte, cuando se haya alcanzado el nivel requerido. Observar el nivel en el depósito de aforo correspondiente y hacer las anotaciones respectivas con la lectura final de los medidores y el volumen de aforo.

Aplicar este mismo procedimiento para todas las pruebas. Si no se desmontan los medidores, con solo regular el rotámetro correspondiente sin necesidad de purgar nuevamente la línea.

Para desmontar los medidores abrir la válvula de purga para aliviar la presión contenida en la línea. Girar el volante del cabezal de entrada y desmontar uno a uno los medidores; el agua contenida en cada uno drenará por la tubería dispuesta para tal fin en la bandeja principal.

Esquema Hidráulico del Banco de Ensayos

Descripción:

1. Bastidor
2. Bastidor tanques
3. Cabezal de entrada
4. Cabezal de salida
5. Soportes
6. Tubos de unión
7. Bandeja
8. Bandeja inferior
9. Depósitos
10. Rotámetros
11. Cuello de Botella

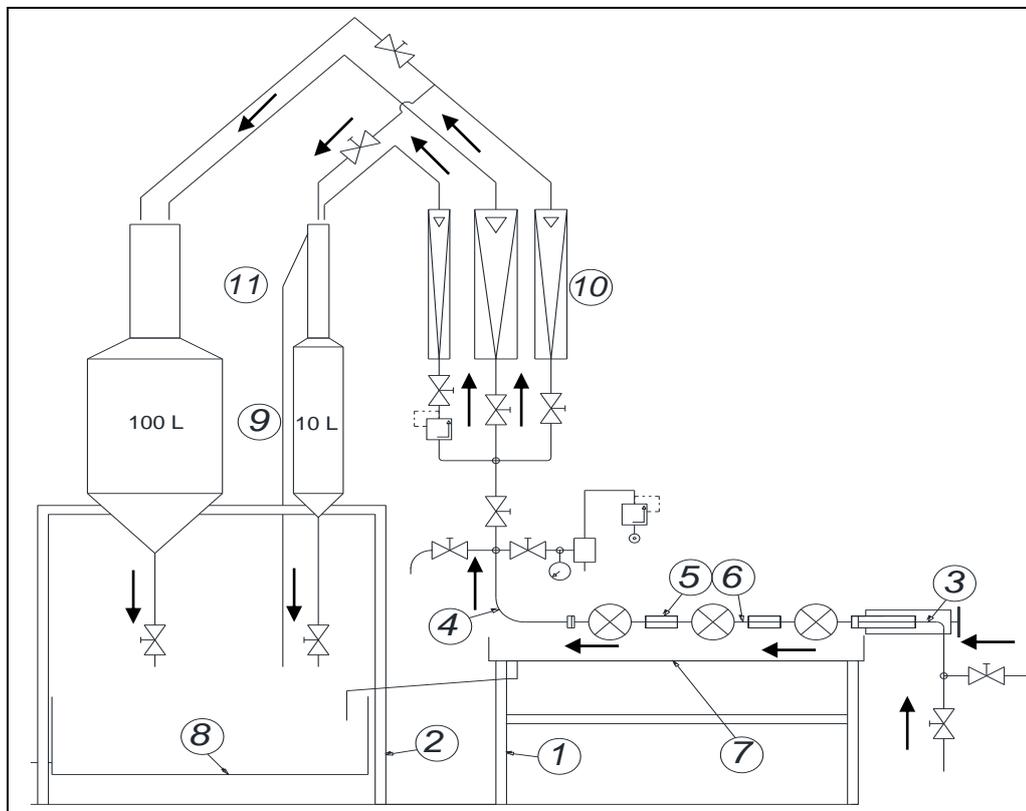


Figura 46: Esquema hidráulico del banco de pruebas
Elaborado por: Contribución personal

4.1.3 Procedimiento para los ensayos de los medidores domiciliarios

DESCRIPCIÓN

4.1.3.1 Introducción. -

Este Procedimiento se encuentra documentado en el denominado Sistema de Órdenes de Trabajo que mantiene ETAPA-EP (2006), el cual contiene las instrucciones necesarias y suficientes para que cualquier usuario pueda desarrollarlo sin necesidad de especialización alguna. En la descripción se incluyen instrucciones básicas y necesarias que debe conocer los diferentes operadores del sistema como administradores, inspectores y personal de cuadrilla.

4.1.3.2 Ingreso al Sistema de Ordenes de Trabajo de Agua Potable

Cuando se requiere el mantenimiento, ensayo o prueba de un medidor o su inspección, se registra la novedad en el Sistema de Órdenes de Trabajo de la Empresa ETAPA EP, asignando al responsable y el control del proceso con los tiempos establecidos.

Para el caso específico, el “PROCESO DE PRUEBAS DE MEDIDORES DOMICILIARIOS”, arranca con el ingreso de la orden cuya motivante puede ser:

- Mantenimiento de medidores rutinario
- Chequeo y medición del grado de precisión del contador.
- Estudios específicos (presente caso).

El mantenimiento rutinario de medidores, corresponde a acciones que posibilitan poner en funcionamiento medidores que se encuentran con defectos de funcionamiento, cuya situación se identifica en el desarrollo de la toma de lecturas, cálculo de consumos, facturación, y novedades reportadas por otras áreas de la empresa o de los usuarios.

El Chequeo y medición del grado de precisión del contador, se acciona en el momento que existe duda del comportamiento del medidor o del grado de precisión, cuando un cliente presenta un reclamo debido a que la factura de consumo ha tenido un incremento notable.

Por último, en el caso de Estudios específicos (presente caso), se ingresa una orden de trabajo para el retiro del medidor de su instalación con el fin de ejecutar las pruebas definidas en el estudio.

4.1.3.2.1 Asignación de Responsable

En función de las causas que originan la necesidad de ejecutar la prueba del medidor, el sistema asigna la orden al responsable de la operación, en el presente caso el retiro y el traslado al laboratorio de medidores. Una vez cumplida la acción en el taller se clasifica los medidores para las pruebas a ejecutarse.

4.1.3.2.2 Ejecución de Pruebas de Precisión en el Laboratorio

Luego de haber clasificado y seleccionado los medidores ingresados al laboratorio, el procedimiento es el siguiente

- El **mantenimiento de medidores rutinario**, corresponde a acciones que posibilitan poner en funcionamiento medidores que se encuentran con defectos.
Los medidores pasan a una mesa de trabajo en la cual se procede a su desarmado (si es posible), y la limpieza o lavado de cada una de las piezas, para luego proceder con el rearmado y dejarlo listo para la colocación en el banco de prueba.
- El **Chequeo y medición del grado de precisión del contador**, corresponden a pruebas en las mismas condiciones que las que se encuentran en su domiciliaria, evitando alteraciones, la limpieza y, de requerirse, el desarmado y su posterior rearmado se hace luego del análisis en el banco de pruebas.
- En el caso de **Estudios específicos (presente caso)**, de igual manera, que el anterior se evita alteraciones o modificaciones de las condiciones en las que se encontraba el medidor en la instalación.
- Cuando se trata de adquisiciones de medidores, dentro de las ofertas se exige la entrega de un par de muestras en los que se hace el análisis del cumplimiento de la clase metrológica exigida en el proceso de compra.

Las pruebas o análisis de los medidores se definen en base a las necesidades del estudio, por lo general éste se hace en tres puntos:

Recordemos que las propiedades de medida de los medidores definidas en el numeral 4.3.2, identifican algunos puntos entre los cuales tenemos, el Q_i . (Límite inferior de exactitud), Q_t . (caudal de transición), Q_n . (caudal nominal del medidor), y Q_{max} (caudal máximo o de sobrecarga). Entonces los puntos de análisis se definen en función de éstos. ETAPA-EP tiene establecido los siguientes puntos:

- Un primer caudal de prueba está comprendido entre el Q_i . (límite inferior de exactitud) y Q_t . (caudal de transición), en el caso específico de los medidores de media pulgada o 15 mm. clase metrológica “B”, el caudal de análisis es de 50 lt/hora.
- Un segundo caudal se encuentra entre el Q_t (caudal de transición), y Q_n (caudal nominal del medidor), para el caso de los medidores de media pulgada ese punto está en 250 Lt/h.
- El tercer punto de análisis es justamente en el valor de Q_n (caudal nominal del medidor), y para los medidores de media pulgada éste valor corresponde a 1500 lt/h.

Para el caso de la calificación de los modelos presentados en las ofertas y lograr una mejor garantía en su calidad (el análisis se hace en siete puntos para tener una mejor valoración del medidor en el rango de medición, estos siete puntos obligatoriamente deben incluir los cuatro definidos en las propiedades de medida es decir Q_i . (límite inferior de exactitud), Q_t . (caudal de transición), Q_n . (caudal nominal del medidor), y $Q_{máx.}$ (caudal máximo o de sobrecarga)., Y los tres restantes: uno entre Q_i . (límite inferior de exactitud), y Q_t . (caudal de transición), y dos entre Q_t . (caudal de transición), y Q_n . (caudal nominal del medidor).

— **ARMADO DEL BANCO**

- Se colocan los medidores, desde uno hasta 20 que es la capacidad del banco.
- Se abren las válvulas de alimentación, manteniendo la válvula de evacuación cerrada para verificar hermeticidad de las uniones.
- Se apertura las válvulas de evacuación para eliminar presencia de aire en las tuberías y en los medidores.

- Una vez garantizada la inexistencia de fugas en las uniones y evacuado el aire se regula el caudal de prueba, con las válvulas nano reductor y se cierra la válvula de evacuación.
- Se registra las lecturas iniciales de cada uno de los medidores colocados en el banco, en litros y de permitirlo con fracciones hasta de centilitro. Esta información se registra en los formularios diseñados para el efecto conforme a la Tabla 12 incorporada a este desarrollo.
- Se deja pasar los volúmenes de agua que son almacenados en los tanques patronos en los diferentes caudales de prueba y en función de las capacidades de los referidos tanques. Para caudales de hasta 100 lt/h se deja pasar un volumen de 10 litros., para caudales desde 101 hasta 500 lt/h, volúmenes de 20 litros y para caudales superiores a 500 lt/h, se deja pasar volúmenes de 100 litros.
- Completado el volumen de prueba se cierra la válvula respectiva y se procede nuevamente a la toma de la lectura final, repitiéndose este paso, cuantas veces sea necesario hasta evacuar los diferentes puntos de análisis.
- Se despresuriza el banco y se retiran los medidores de la bancada para el armado de un nuevo grupo de medidores e iniciar nuevamente el proceso.

Tabla 12. Formulario de Recopilación de Datos de Laboratorio

		EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO									
		E.T.A.P.A. E.P.					DAIAS				
PRUEBAS DE MEDIDORES 1/2"											
SOLICITADO POR:						RAZÓN:					
FECHA:	de		de		2014		REALIZADO POR:				
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
MARCA											
Nº SERIE											
1	Mínimo	Caudal:		50	lt/h	Volumen:	10	lt.	Tiempo:	12 min. seg.	
Lec. Inicial											
Lec. Final											
(%)											
2	Medio	Caudal:		250	lt/h	Volumen:	20	lt.	Tiempo:	8 min. seg.	
Lec. Inicial											
Lec. Final											
(%)											
3	Alto	Caudal:		1500	lt/h	Volumen:	100	lt.	Tiempo:	5 min. seg.	
Lec. Inicial											
Lec. Final											
(%)											
Observaciones:											

Fuente: ETAPA EP.

— CÁLCULO DE RESULTADOS.

Con la información recopilada en el laboratorio se procede a su cálculo, análisis y definición de conclusiones y recomendaciones sobre el comportamiento de los medidores.

Los cálculos permiten definir el error o el grado de precisión que tienen los medidores analizados y la expresión utilizada para estos es:

$$\%E = \left(\frac{V_p - V_m}{V_p}\right) \times 100$$

En donde: %E es el error porcentual del medidor

 Vp es el volumen registrado en el tanque patrón

 Vm es el volumen que registra el medidor y corresponde a la diferencia entre la lectura final y la inicial.

Finalmente se critican los resultados para obtener conclusiones sin antes identificar las posibles causas del comportamiento del medidor para proceder hacer las recomendaciones.

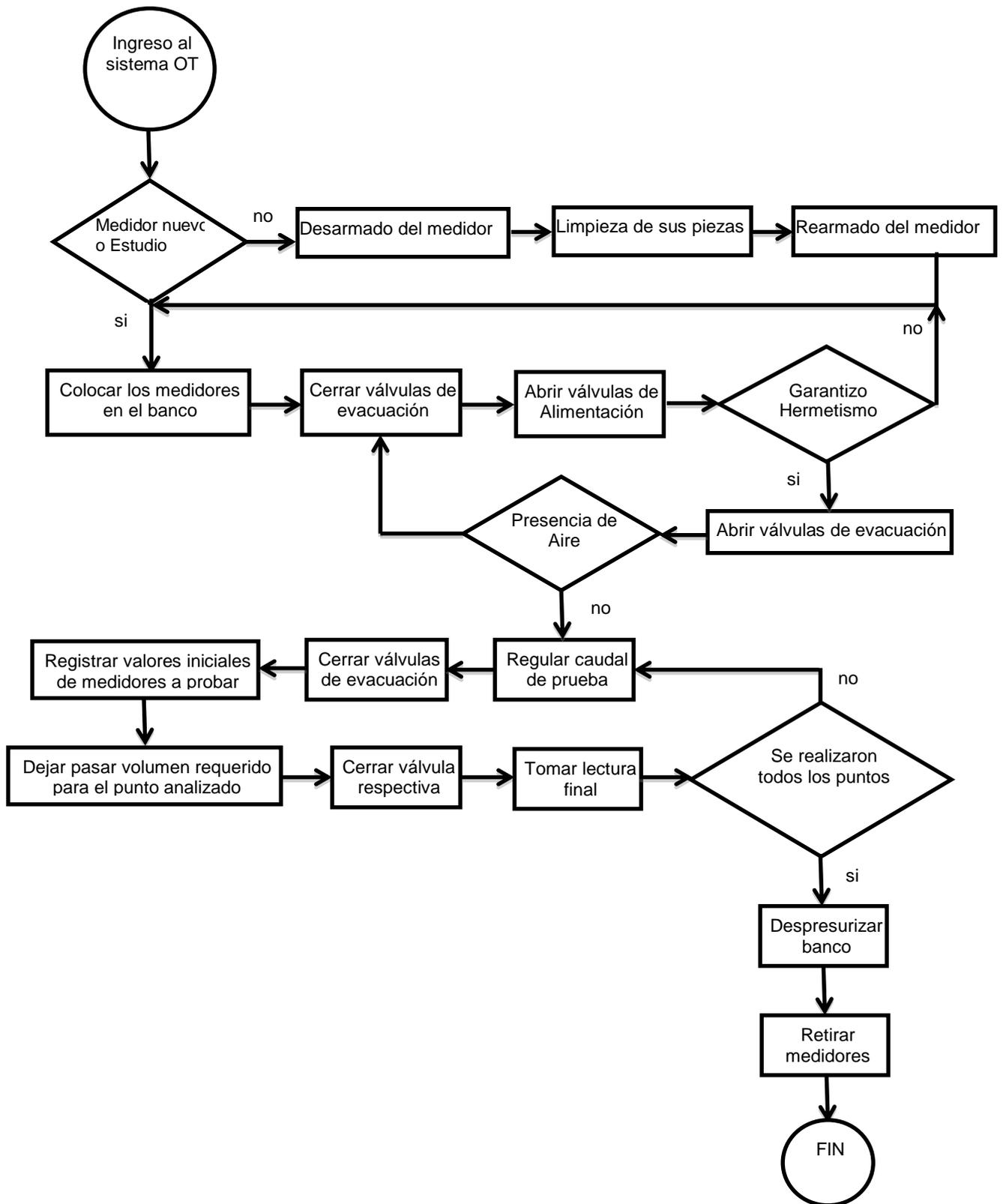


Figura 47: Diagrama de Flujo para la Realización de Pruebas en los Medidores de Agua Potable

Fuente: Contribución personal

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Muestreo

5.1.1 Tamaño de la Muestra

Inga Torres y Salazar (2014), determina que para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

La **confianza o el porcentaje de confianza** es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población (Inga Torres & Salazar, 2014).

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones se busca un 95%.

El **error o porcentaje de error** equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar la hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse (Inga Torres & Salazar, 2014).

Tomamos un valor de 5% como error, aclarando que no son complementarios la confianza y el error.

La **variabilidad** es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con el que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q (Inga Torres & Salazar, 2014).

Hay que considerar que p y q son complementarios, es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no hay otras o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad es $p=q=0.5$.

Una vez que se han determinado estos tres factores, y debido a que conocemos el tamaño de la población entonces se puede calcular el tamaño de la muestra como a continuación se expone:

$$n = \frac{pqNZ^2}{NE^2 + pqZ^2}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra;
- Z es el nivel de confianza;
- p es la variabilidad positiva;
- q es la variabilidad negativa;
- N es el tamaño de la población;
- E es la precisión o el error.

Para nuestro caso el tamaño del parque de medidores a estudiarse es de 125.114 (diciembre de 2015), entonces se aplicará la fórmula seleccionando de manera aleatoria a una muestra, pues los recursos económicos y el tiempo para procesar la información resultaría insuficiente en el caso de aplicársele al parque completo.

Se considerará una confianza del 95%, un porcentaje de error del 5% y la máxima variabilidad por no existir antecedentes en ETAPA sobre la investigación y porque no se puede aplicar una prueba previa.

Primero se obtiene el valor de Z de tal forma que la confianza sea del 95%, es decir, buscar un valor de Z tal que $P(-Z < z < Z) = 0.95$. Utilizando las tablas o las funciones de Excel se pueden obtener que $Z = 1.96$.

Esto quiere decir que el tamaño de la muestra es de 383 medidores, con la seguridad de que las condiciones aceptadas para la generalización (confiabilidad, variabilidad y error) se mantienen conforme a las premisas.

5.2 Pruebas realizadas

El proceso de aferición (prueba de contrastación del medidor en el banco de pruebas, para identificar su grado de operatividad), fue realizado en el banco que posee la Empresa que fue instalado en el año 2005, el cual consideramos se encuentra con la suficiente garantía de otorgar resultados satisfactorios, esto fue comprobado en cada prueba con medidores nuevos que se instalaron al inicio del banco.

Para la muestra, los clientes seleccionados fueron notificados con un mínimo de 24 horas de anticipación al retiro del medidor, señalándose hora y día de la prueba e invitándoles a presenciar el ensayo.

Las afericiones se realizaron siguiendo la práctica dada en ETAPA-EP, practicándose mediciones en ocho caudales:

Q1=10lt/h

Q2=15lt/h

Q3=20lt/h

Q4=30lt/h Qm. Caudal Mínimo (Clase B norma ISO 4064 diámetro: 15mm)

Q5=50lt/h

Q6=250lt/h

Q7=7500lt/h

Q8=1500lt/h Qn. Caudal Nominal (Clase B norma ISO 4064 diámetro: 15mm)

Los caudales inferiores al Qm. Permiten establecer el grado de precisión para valores fuera de la norma y contrastar con la curva de consumo característico a fin de determinar el error medio ponderado.

Concluido el ensayo de laboratorio los medidores fueron reinstalados en el lapso de 24 horas, reteniéndose aquellos cuyos resultados registraron que el medidor se encuentra detenido.

Las pruebas se desarrollan en el periodo comprendido entre los meses de Enero y Febrero de 2016.

5.3 Comportamiento de los medidores por edades.

Con el propósito de establecer las condiciones de funcionamiento y su grado de precisión en la medida de las unidades instaladas, se ha seleccionado una muestra de los medidores a fin de trasladarlos al laboratorio de ETAPA-EP para ser analizados y establecer un diagnóstico con cuya base desarrollar recomendaciones, siendo necesario señalar que esta selección se hace conforme a las definiciones establecidas al inicio del presente capítulo.

5.3.1 Selección de la Muestra

Si bien uno de los aspectos definidos para el análisis consideraba únicamente las edades, en este aspecto ha sido conveniente para un mejor aproximación a la realidad de los medidores hacer un cruce en base a los sistemas de distribución; esto era necesario ya que, sobre todo, los medidores ubicados en instalaciones abastecidos por el Sistema Machángara tenían cierta particularidad que se creyó conveniente no dejar pasar por alto, es por esta razón que el estudio considera también este elemento, es decir el sistema desde el cual es abastecido.

Con el fin de precisar bien el tema de los sistemas de Abastecimiento, es necesario señalar que la dotación del servicio de agua potable para la ciudad de Cuenca proviene de 4 sistemas importantes que toman el nombre de la fuente de la cual proviene su agua, esto es:

Tomebamba: cuya fuente es el río del mismo nombre y su planta de tratamiento se encuentra ubicada en el sector del Cebollar.

Machángara: cuya fuente es el río del mismo nombre y su planta de tratamiento se encuentra ubicada en Tixán.

Yanuncay: cuya fuente es el río del mismo nombre y su planta de tratamiento se encuentra ubicada en el sector de Sustag.

Culebrillas: cuya fuente es el río del mismo nombre y su planta de tratamiento se encuentra ubicada en el sector de Racar.

Hay que anotar también que existen algunos sistemas comunitarios y plantas alrededor de la ciudad que son manejados por comunidades, que dotan del servicio a una pequeña fracción de la población urbana, que no son parte de este estudio.

Para establecer la ubicación dentro de la ciudad de cada uno de los sectores se presenta la siguiente Figura:

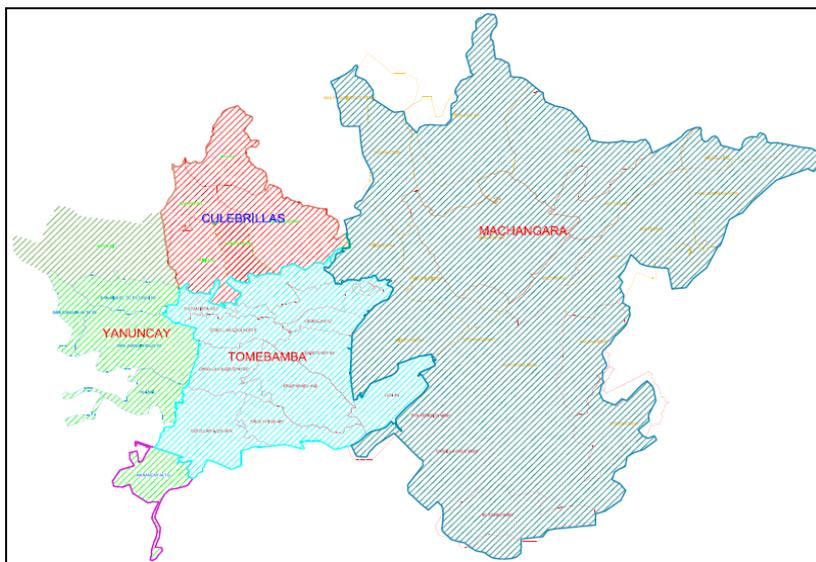


Figura 48: Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable ETAPA-EP

Fuente: ETAPA EP.

Para la selección de la muestra se estableció el número de clientes por cada sistema y a su vez éstos clasificados por periodos de vida de los medidores.

También se ha estratificado el tamaño de la muestra proporcionalmente al número de medidores correspondientes a cada sistema y al periodo de vida, para luego proseguir con una selección aleatoria sistemática.

Es necesario mencionar que los sistemas Culebrillas y Yanuncay entran en funcionamiento en el año 2006.

Por otro lado siempre se procuró, con el propósito de optimizar el personal de campo, que el número seleccionado sea algo superior al determinado en la muestra, para además considerar de alguna forma la estratificación cuya cantidad exacta retirada se muestra en la Tabla 13.

En la muestra no se consideran medidores instalados en el año 2015, ya que estos al ser nuevos cumplirían con el grado de exactitud, toda vez que previa a la instalación se garantiza esta situación con pruebas de laboratorio.

Además se debió ampliar el análisis en el centro histórico pues se presentaron resultados inesperados y requirió hacer un análisis más puntual.

Tabla 13. Selección de la muestra

SISTEMA	AÑOS DE INSTALACIÓN					
	ANTES O EN EL 2002	2003-2006	2007-2010	2011-2014	2015	TOTALES
MACHANGARA	3.836	14.781	12.936	14.449	1.855	47.857
TOMBAMBA	4.632	24.832	17.906	15.019	1.277	63.666
CULEBRILLAS		2.144	2.089	1.101	157	5.491
YANUNCAY	532	2.186	2.636	2.814	359	8.527
TOTALES	9.000	43.943	35.567	33.383	3.648	125.541
NÚMERO MUESTRAS CALCULADA (383)	ANTES O EN EL 2002	2003-2006	2007-2010	2011-2014	2015	TOTALES
MACHANGARA	12	46	41	45		145
TOMBAMBA	15	78	56	47		196
CULEBRILLAS	-	7	7	3		17
YANUNCAY	2	7	8	9		26
TOTALES	28	138	112	105		383
MUESTRAS EJECUTADAS (649)	ANTES O EN EL 2002	2003-2006	2007-2010	2011-2014	2015	TOTALES
MACHANGARA	19	86	65	72		242
TOMBAMBA	25	109	89	66		289
CULEBRILLAS		11	8	8		27
YANUNCAY	6	17	17	19		59
CENTRO HISTÓRICO	2	18	7	5		32
TOTALES	52	241	186	170		649

Elaborado por: Contribución personal

5.3.2 Resultados de las prueba de medidores

Una vez practicados los ensayos en el laboratorio que posee la Empresa ETAPA-EP y realizados los cálculos, éstos se ilustran en los Figuras detalladas a continuación, y resumido en la tabla 22.

Se hace un análisis más detallado, por periodos, a los medidores correspondientes a los dos sistemas Tomebamba y Machángara, que abarcan prácticamente el 90% del total de suscriptores del servicio de agua potable.

Es importante establecer, previo al análisis, criterios sobre los cuales sustentar las conclusiones, toda vez que la norma está establecida para los ensayos en laboratorio que son condiciones controladas y corresponden a exigencias para unidades nuevas, no así para unidades que están funcionando varios años en condiciones adversas y exigentes de trabajo. En este lineamiento se parte de un concepto la OPERATIVIDAD DEL MEDIDOR, como práctica se dice que un medidor está operativo cuando el error máximo que presente no supere los 5% en cualquiera de los caudales siempre que estos estén dentro del campo teórico de medición.

PERIODO DE INTALACIÓN HASTA EL AÑO 2002

Medidores instalados en el Sistema Tomebamba hasta el año 2002:

Tabla 14. Medidores Tomebamba instalados antes o en el 2002

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	93	29	11740	AURUS	2001136267	-	-	-	-	-	0,06	0,52	0,51
2	86	1	27102	AURUS	2002000134	0,55	0,90	0,90	1,05	1,05	1,01	1,01	1,01
3	93	28	44900	AURUS	2002001118	0,60	0,80	0,40	1,00	0,99	1,04	1,03	1,04
4	89	9	27600	AURUS	2002001160	0,45	0,75	0,05	0,95	1,03	1,02	1,01	1,01
5	87	1	5450	AURUS	2002001635	0,70	0,80	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04
6	89	5	8100	AURUS	2002001902	0,55	0,80	0,90	1,03	1,05	1,00	0,99	1,00
7	93	34	6100	AURUS	2002009337	0,65	0,85	0,95	1,05	1,07	1,05	1,05	1,05
8	93	39	38200	AURUS	2002009960	0,70	0,90	0,90	1,00	1,05	1,04	1,03	1,03
9	89	10	4620	AURUS	2002029384	0,75	1,00	1,05	1,10	1,10	1,12	1,13	1,13
10	87	5	9000	AURUS	2002074407	0,60	0,85	0,95	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00
11	93	35	22700	AURUS	2002074985	0,90	0,95	0,95	1,00	1,03	1,03	1,03	1,03
12	87	3	31600	AURUS	2002075040	0,70	0,75	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	1,00
13	91	6	27200	AURUS	2002075564	0,65	0,75	0,95	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
14	93	36	12300	AURUS	2002075583	0,50	0,80	0,90	1,00	1,00	1,05	1,03	1,03
15	93	35	14800	AURUS	2002111282	0,60	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,01	1,01
16	93	31	200	AURUS	2002111314	0,50	0,70	0,90	0,97	1,01	1,04	1,04	1,03
17	93	39	8400	AURUS	2002112304	0,80	0,80	1,00	1,00	1,05	1,05	1,03	1,03
18	93	35	30600	AURUS	2002112696	0,80	0,90	0,90	0,98	1,05	1,04	1,03	1,03
19	93	39	33500	AURUS	2002113961	0,60	0,90	0,90	1,00	1,05	1,05	1,04	1,03
20	93	31	20000	AURUS	2002114368	0,10	0,50	0,75	0,95	0,98	1,03	1,01	1,01
21	93	34	20700	AURUS	2002114417	0,75	0,90	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03
22	93	40	27900	AURUS	2002114580	0,60	0,80	0,90	1,10	1,00	1,04	1,02	1,02
23	93	37	25600	AURUS	2002114661	0,65	0,85	0,90	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02
24	93	37	21800	AURUS	2002114665	0,80	0,80	0,90	1,00	0,98	1,04	1,03	1,02
25	93	28	47000	AURUS	2002115008	0,60	1,00	0,80	1,00	1,09	1,09	1,07	1,06
PROMEDIO						0,60	0,80	0,83	0,98	0,99	1,00	1,01	1,01
						-40%	-20%	-17%	-2%	-1%	0%	1%	1%

Elaborado por: Contribución personal

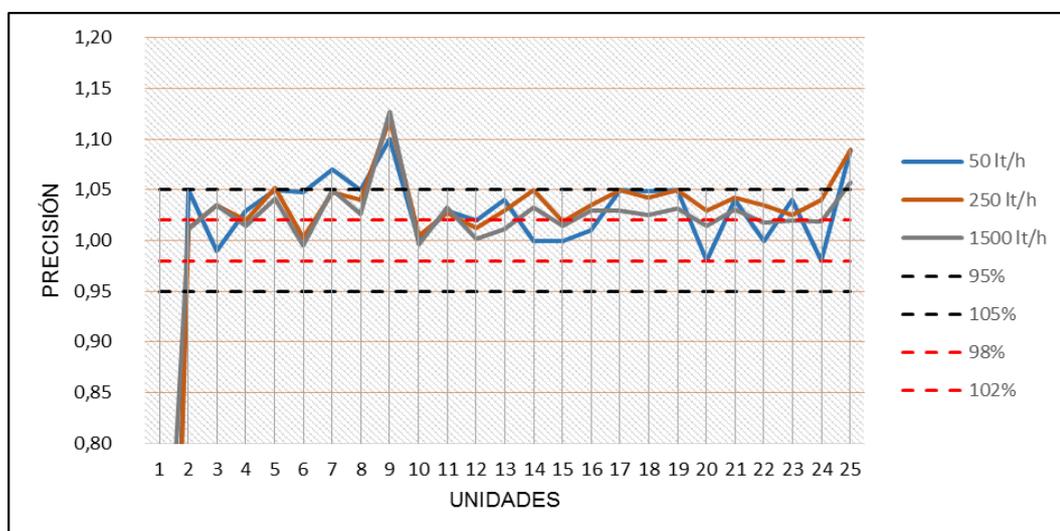


Figura 49: Medidores Tomebamba instalados antes o en el 2002

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 14 notamos que el número de medidores analizados correspondiente a este periodo y sistema es de 25, los cuales presentan errores promedio de -1% para caudal bajo (50 lt/h), 0% para caudal medio (250 lt/h) y 1% para caudal alto (1500 lt/h).
- De este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 1 medidor que corresponde al 4% de la muestra presenta submedición con el 0 % de precisión es decir no registra absolutamente nada, mientras que 3 unidades presenta sobremedición con un pico máximo del 10% de error.
 - En gasto medio, la unidad que registra submedición ya registra el 6% del volumen que atraviesa por él, mientras que 2 unidades registran sobremedición con máximo de 12%.
 - En gasto alto el medidor que registra submedición alcanza a registrar el 56% del volumen, a este se le retira y sustituye por otro para controlar el consumo del cliente. Mientras que las 2 unidades que presentan sobremedición anteriormente vuelven a hacerlo en el orden del 13%.
- La coincidencia de la sobremedición en los tres niveles de caudal de los dos medidores, dada la edad, no debe generar preocupación mayor ya que apenas representa el 8% de las unidades totales del segmento.
- Dada su edad de operación es conveniente monitorear su precisión permanentemente.

Medidores instalados en el Sistema Machángara hasta el año 2002:

Tabla 15. Medidores Machángara instalados antes o en el 2002

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	44	5	3002	AURUS	2000029505	0,70	0,90	0,80	0,98	1,01	1,02	1,02	1,01
2	44	2	25802	AURUS	2000047141	0,70	0,90	1,00	1,00	1,03	1,02	1,01	1,00
3	95	30	14000	AURUS	2001124831	1,10	1,30	1,30	1,20	1,45	1,41	1,35	1,38
4	95	27	27100	AURUS	2002000387	0,80	1,00	1,10	1,10	1,15	1,12	1,10	1,16
5	99	15	6701	AURUS	2002000889	1,00	1,10	1,15	1,25	1,24	1,23	1,20	1,20
6	92	8	33000	AURUS	2002008367	0,65	0,85	1,00	1,00	1,05	1,07	1,06	1,06
7	95	26	7300	AURUS	2002008635	0,70	0,80	0,98	0,99	1,18	1,07	1,06	1,06
8	95	25	1900	AURUS	2002008794	0,60	1,00	1,00	0,99	1,10	1,09	1,08	1,07
9	95	15	800	AURUS	2002028015	0,50	1,00	0,90	1,09	1,10	1,08	1,08	1,06
10	95	22	4100	AURUS	2002028133	-	-	-	-	0,60	1,09	1,08	1,08
11	95	16	7600	AURUS	2002028605	0,70	0,90	1,00	1,00	1,06	1,08	1,07	1,13
12	95	8	3800	IBERCONTA	2002029242	0,70	0,80	1,00	1,20	1,19	1,19	1,19	1,16
13	95	20	13300	AURUS	2002029604	-	-	0,30	0,70	0,96	0,34	0,22	0,99

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
14	95	20	1500	AURUS	2002031258	0,50	0,90	0,88	1,09	1,18	1,15	1,14	1,14
15	95	29	5100	AURUS	2002075153	-	-	0,60	0,90	1,10	1,12	1,11	1,11
16	95	22	16400	AURUS	2002112804	-	-	0,50	0,70	0,96	1,07	1,07	1,06
17	99	5	3001	IBERCONTA	2002112956	0,62	0,86	0,90	1,00	1,09	1,08	1,07	1,09
18	95	24	21700	AURUS	2002113340	0,60	0,80	0,88	0,99	1,08	1,09	1,07	1,06
19	99	5	6701	IBERCONTA	2002113883	0,80	0,88	1,00	0,90	1,05	1,04	1,03	1,05
PROMEDIO						0,56	0,74	0,86	0,95	1,08	1,07	1,05	1,10
						-44%	-26%	-14%	-5%	8%	7%	5%	10%

Elaborado por: Contribución personal

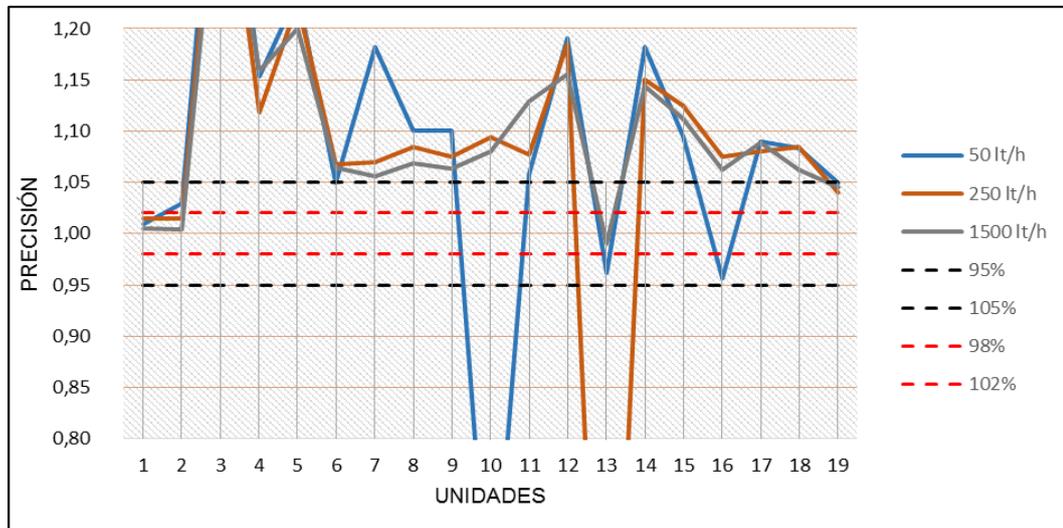


Figura 50: Medidores Machángara instalados antes o en el 2002

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 15 notamos que el número de medidores analizados es de 19, los cuales presentan errores promedio de 8%, 7% y 10% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente, recordando que los permitidos son de $\pm 5\%$.
- De este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 1 medidor (5%) presenta submedición con el 60% de precisión, mientras que 12 unidades (63%) presenta sobremedición con un pico del 40% de error.
 - En gasto medio, 15 unidades (79%) presentan sobremedición con un pico máximo de 41%.
 - En gasto alto se presenta la misma situación que en gasto bajo de este grupo.
- Las cifras revelan que este segmento de medidores tiene que cambiarse de manera urgente ya que perjudica a los clientes en niveles muy altos.

PERIODO DE INTALACIÓN ENTRE LOS AÑOS 2003-2006

Medidores instalados en el Sistema Tomebamba entre los años 2003-2006:

Tabla 16. Medidores Tomebamba instalados entre 2003-2006

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	93	23	550	AURUS	2003000049	0,40	0,80	0,80	0,92	1,03	1,03	1,01	1,02
2	86	5	54001	AURUS	2003000481	-	0,20	0,20	0,25	1,00	1,05	1,05	1,03
3	87	6	62200	AURUS	2003000517	0,60	0,80	0,90	0,95	1,03	1,02	1,01	1,01
4	93	29	16500	AURUS	2003004650	0,20	0,10	0,20	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99
5	96	1	25700	AURUS	2003007340	0,70	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00
6	97	8	6600	AURUS	2003008108	-	-	-	-	-	1,04	1,03	1,02
7	89	3	8200	AURUS	2003008553	0,35	0,75	0,85	0,95	1,00	1,01	1,00	1,00
8	96	6	12150	AURUS	2003008991	0,60	0,70	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,01
9	94	22	17940	AURUS	2003030323	0,60	0,95	0,95	1,04	1,04	1,02	1,01	1,01
10	94	14	14000	AURUS	2003030929	0,15	0,45	0,90	0,99	1,09	1,08	1,06	1,07
11	97	3	14500	IBERCONTA	2003030994	0,41	0,78	0,79	0,90	1,05	1,02	1,00	1,01
12	89	10	4800	AURUS	2003031170	0,60	0,90	1,00	1,15	1,25	1,16	1,14	1,15
13	87	6	14400	AURUS	2003032507	0,65	0,80	0,95	1,03	1,03	1,02	1,00	1,00
14	94	8	22600	ACTARIS	2004100278	0,03	0,74	0,94	1,02	1,05	1,05	1,04	1,03
15	93	29	12010	ACTARIS	2004100416	0,73	0,95	1,01	1,06	1,05	1,01	1,01	1,01
16	94	2	24100	ACTARIS	2004100429	0,72	0,96	1,00	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03
17	96	6	6000	ACTARIS	2004100492	0,32	0,90	0,98	1,04	1,04	1,01	1,00	1,01
18	86	3	4400	ACTARIS	2004101413	-	0,78	0,93	1,01	1,04	1,04	1,03	1,04
19	97	7	12500	ACTARIS	2004101521	-	-	0,01	0,44	0,86	1,02	1,02	1,02
20	89	7	5600	ACTARIS	2004102089	0,64	0,93	1,00	1,04	1,01	1,01	1,01	1,01
21	89	9	3400	ACTARIS	2004102270	0,36	0,90	0,99	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03
22	96	5	19000	ACTARIS	2004103138	0,47	0,94	0,98	1,03	1,05	1,01	1,01	1,00
23	87	1	15400	ACTARIS	2004103397	-	0,39	0,64	0,90	1,05	1,03	1,02	1,02
24	93	30	17900	ACTARIS	2004103833	-	-	0,08	0,76	1,01	1,03	1,03	1,03
25	93	8	17200	ACTARIS	2004106072	0,66	0,92	0,98	1,04	1,04	1,04	1,02	1,03
26	94	13	15900	ACTARIS	2004106377	-	-	0,02	0,81	1,01	1,03	1,03	1,03
27	94	13	28100	ACTARIS	2004106378	0,42	0,90	1,00	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04
28	94	3	16100	ACTARIS	2004106626	0,10	0,81	0,97	1,03	1,05	1,05	1,04	1,04
29	94	2	10100	ACTARIS	2004106897	-	-	-	-	0,68	1,02	1,02	1,03
30	93	19	33515	ACTARIS	2004107398	-	-	0,24	0,81	0,99	1,02	1,01	1,01
31	96	4	18200	ACTARIS	2004107769	-	-	-	-	0,46	1,03	1,04	1,03
32	94	14	24400	ACTARIS	2004108707	0,57	0,91	0,99	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01
33	94	14	24800	ACTARIS	2004108708	0,08	0,88	0,98	0,99	1,03	1,01	1,00	1,00
34	94	12	4800	ACTARIS	2004109236	-	0,08	0,80	0,98	1,05	1,02	1,02	1,03
35	94	11	3700	ACTARIS	2004109338	0,01	0,05	0,55	0,88	1,02	1,03	1,02	1,02
36	94	12	6200	ACTARIS	2004109378	0,68	1,04	1,03	1,09	1,10	1,05	1,05	1,06
37	93	8	23300	ACTARIS	2004109522	0,57	0,90	1,00	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02
38	86	1	83102	ACTARIS	2004109537	-	-	-	0,58	0,94	1,01	1,01	1,02
39	94	12	26900	ACTARIS	2004109628	0,64	0,98	1,00	1,02	1,05	1,01	1,01	1,00
40	94	10	32000	ACTARIS	2004109894	-	0,41	0,73	0,95	1,03	1,01	1,00	1,00
41	96	5	17500	ACTARIS	2004110462	0,07	0,85	0,95	1,01	1,05	1,00	1,00	1,00
42	97	1	22500	ACTARIS	2004111018	0,02	0,02	0,74	0,95	1,02	1,07	1,06	1,06
43	97	3	4400	ACTARIS	2004111323	0,58	0,91	0,99	1,02	1,05	1,02	1,01	1,02
44	96	14	9400	ACTARIS	2004112160	-	-	0,58	0,92	1,01	1,03	1,03	1,03
45	93	28	48500	AURUS	2004112609	-	-	-	-	0,61	1,03	1,04	1,03
46	93	3	26900	ACTARIS	2004112797	0,79	0,97	1,01	1,03	1,03	1,02	1,00	1,00
47	96	9	33300	AURUS	2004112859	0,60	0,90	0,89	1,00	1,02	1,02	1,02	1,01
48	94	17	14600	AURUS	2004113213	0,60	0,80	1,00	1,03	1,00	1,05	1,04	1,04
49	94	22	30600	ACTARIS	2004113551	0,02	0,63	0,99	1,03	1,03	1,02	1,03	1,03
50	87	6	24600	AURUS	2004114179	0,05	0,05	0,15	0,45	0,55	1,01	1,00	1,00

Nº	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
51	93	7	2100	ACTARIS	2004114273	-	0,02	0,31	0,77	0,96	1,02	1,01	1,01
52	93	6	9402	ACTARIS	2004114311	-	0,06	0,78	0,97	1,05	1,03	1,02	1,01
53	93	6	28902	ACTARIS	2004114321	-	-	-	-	0,88	1,03	1,04	1,03
54	93	5	27000	ACTARIS	2004114496	-	0,26	0,87	1,01	1,04	1,04	1,03	1,03
55	97	6	2800	ACTARIS	2004115184	0,01	0,49	0,69	0,98	1,01	1,00	1,00	1,01
56	97	5	18000	ACTARIS	2004115196	0,02	0,26	0,37	0,91	1,03	1,05	1,04	1,05
57	93	7	18800	ACTARIS	2004115697	0,02	0,31	0,85	1,01	1,03	1,03	1,03	1,03
58	93	7	18800	ACTARIS	2004115697	0,08	0,80	0,94	0,89	0,92	1,02	1,02	1,02
59	96	1	26900	ACTARIS	2004118237	0,07	0,22	0,84	1,00	1,03	1,01	1,00	1,01
60	93	3	29670	ACTARIS	2004118368	0,18	0,64	0,92	1,01	1,02	1,03	1,02	1,02
61	96	1	11100	ACTARIS	2004119095	0,30	0,85	0,94	1,02	1,05	1,02	1,01	1,02
62	93	34	2920	ACTARIS	2004119115	0,34	0,90	1,00	1,04	1,03	1,01	1,00	1,00
63	89	3	3660	ACTARIS	2004119683	0,12	0,80	0,91	1,03	1,03	1,02	1,01	1,02
64	94	13	23210	ACTARIS	2004119864	0,72	0,94	1,02	1,04	1,05	1,00	1,00	1,00
65	88	4	8010	ACTARIS	2004119951	-	0,43	0,87	0,97	1,03	1,00	1,00	1,00
66	96	6	23850	ACTARIS	2004120093	-	-	0,10	0,88	0,98	1,00	1,00	1,00
67	96	10	4400	ACTARIS	2004120317	-	-	-	0,10	0,82	1,01	1,01	1,01
68	94	9	12100	ACTARIS	2004120513	-	0,34	0,89	0,97	1,02	1,02	1,01	1,01
69	94	9	18500	ACTARIS	2004120562	-	0,80	0,95	1,02	1,05	1,04	1,04	1,04
70	89	4	18900	ACTARIS	2004121482	0,53	0,93	1,00	1,03	1,05	1,02	1,02	1,02
71	93	9	16300	ACTARIS	2004122367	-	-	0,55	0,96	1,04	1,04	1,03	1,03
72	96	15	23100	ACTARIS	2004122977	0,32	0,87	0,92	1,00	1,04	1,01	1,00	1,00
73	94	20	2100	ACTARIS	2004122994	-	-	-	-	-	0,92	0,99	1,00
74	96	10	18100	ACTARIS	2004123376	0,03	0,02	0,31	0,75	0,98	1,01	1,01	1,02
75	89	6	1400	ACTARIS	2004123952	0,01	0,20	0,84	0,92	0,96	1,02	1,01	1,01
76	93	2	25900	ACTARIS	2004124275	-	0,56	0,85	0,99	1,04	1,02	1,02	1,01
77	93	14	7600	ACTRIS	2004124295	-	0,08	0,66	0,98	1,01	1,04	1,04	1,04
78	91	4	5400	ACTARIS	2004125044	-	0,44	0,91	0,98	1,02	1,02	1,02	1,01
79	91	4	1700	ACTARIS	2004125058	0,03	0,60	0,87	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02
80	94	5	32800	ACTARIS	2004125142	0,36	0,99	1,01	1,05	1,04	1,02	1,01	1,02
81	94	16	15400	ACTARIS	2004125192	0,64	0,94	1,01	1,03	1,00	1,03	1,03	1,03
82	89	3	2800	ACTARIS	2004125625	0,16	0,83	0,94	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
83	88	1	35200	ACTARIS	2004125843	-	0,16	0,81	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02
84	89	1	5600	ACTARIS	2004126217	0,68	0,94	1,01	1,03	1,04	1,03	1,02	1,02
85	96	7	26000	ACTARIAS	2004126894	0,28	0,93	1,00	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04
86	94	19	30000	ACTARIS	2004127681	-	-	0,02	0,82	1,00	1,02	1,02	1,02
87	93	8	400	ACTARIS	2004128084	-	-	-	0,26	1,03	1,06	1,06	1,04
88	94	18	1800	ACTARIS	2004128121	0,54	0,90	0,97	1,03	1,03	1,02	1,02	1,03
89	94	6	13801	ACTARIS	2004128221	-	-	-	0,02	0,76	1,00	1,02	1,02
90	93	16	3100	ACTARIS	2004129051	0,61	0,90	0,99	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00
91	94	9	16000	ACTARIS	2004129115	0,09	0,77	0,93	1,02	1,04	1,04	1,03	1,03
92	91	6	20600	ACTARIS	2004129928	0,23	0,78	0,92	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02
93	97	2	1000	ACTARIS	2004129931	0,35	0,77	0,96	1,00	1,02	1,01	1,00	1,00
94	97	3	1600	ACTARIS	2004129969	0,04	0,26	0,79	0,98	1,03	1,02	1,00	1,01
95	86	2	25302	AURUS	2005033946	0,75	0,80	1,00	1,00	1,03	1,02	1,01	1,02
96	93	32	22110	M170 II	2006012236	0,34	0,77	0,92	1,05	1,04	1,01	1,00	1,01
97	93	32	21645	M170 II	2006012321	0,24	0,81	0,94	0,92	0,93	1,01	1,03	1,04
98	97	4	8800	M170 II	2006012416	-	-	-	0,53	0,88	0,99	0,98	1,00
99	89	8	31600	M170 II	2006012434	-	-	-	0,58	0,90	1,01	1,01	1,01
100	93	11	4272	M170 II	2006013125	-	-	0,39	0,79	0,98	1,00	1,02	1,03
101	93	11	4234	M170 II	2006013143	-	0,04	0,62	0,94	0,99	1,00	1,03	1,02
102	88	3	28000	M170 II	2006013564	-	-	-	0,53	0,86	1,01	1,01	1,01
103	96	2	29100	M170 II	2006013685	-	-	0,10	0,73	0,99	1,07	1,06	1,05
104	94	16	100	M170 II	2006019355	-	0,22	0,73	0,93	0,93	1,02	1,01	1,00
105	93	21	2601	M 170 II	2006020500	0,01	0,40	0,72	0,95	1,02	1,02	1,03	1,03
106	93	17	22650	M 170 II	2006021093	0,07	0,71	0,91	1,01	1,03	1,03	1,02	1,02

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
107	93	20	34509	M170 II	2006021478	0,09	0,74	0,91	0,92	0,92	1,02	1,03	1,03
108	94	14	23610	M170 II	2006021743	-	0,02	0,69	0,90	1,03	1,02	1,03	1,03
109	88	1	17903	M170 II	2006022694	-	0,37	0,78	1,00	1,04	1,02	1,04	1,03
PROMEDIO						0,21	0,50	0,70	0,87	0,98	1,02	1,02	1,02
						-79%	-50%	-30%	-13%	-2%	2%	2%	2%

Elaborado por: Contribución personal

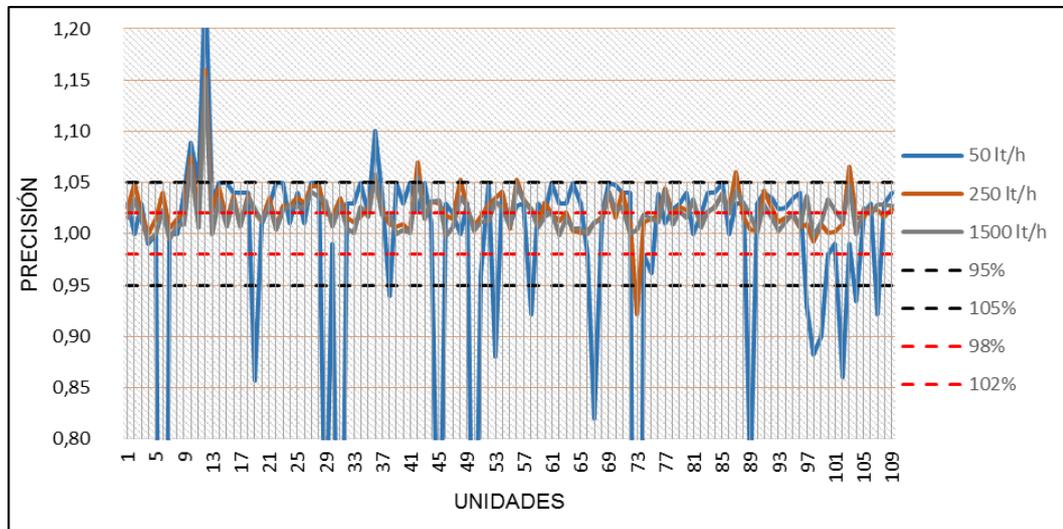


Figura 51: Medidores Tomebamba instalados entre 2003-2006

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 16 observamos que el número de medidores analizados suman 109, los cuales presentan errores en promedio de -2%, 2% y 2% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- Dentro de este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 18 medidores (17%) presenta submedición con picos que llegan al 0 % de precisión es decir no registra absolutamente nada, mientras que 3 unidades (3%) presenta sobremedición con un pico máximo del 25% de error.
 - En gasto medio, 1 medidor (1%) ya alcanza a registrar el 92% del volumen que atraviesa por él, mientras que 5 (5%) unidades registran sobremedición con máximo de 16%.
 - En gasto alto 4 (4%) unidades presentan también sobremedición en el orden del 15%.
- Si decimos que el promedio de error en gasto bajo es de 2% es un valor que está dentro de parámetros racionales, sin embargo, es necesario monitorear permanentemente a fin de evitar un deterioro mayor.

Medidores instalados en el Sistema Machángara entre los años 2003-2006:

Tabla 17. Medidores Machángara instalados entre 2003-2006

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	95	30	12110	AURUS	2003000066	-	-	0,60	0,80	0,96	1,02	1,03	1,04
2	30	1	70201	AURUS	2003000212	0,35	0,70	0,05	1,00	1,03	1,02	1,02	1,01
3	99	17	33251	AURUS	2003000492	0,24	0,70	0,98	1,02	1,00	1,02	1,00	0,99
4	99	20	14601	AURUS	2003000631	0,78	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,01	1,00
5	44	2	59402	AURUS	2003001200	0,50	0,80	0,90	1,00	1,12	1,12	1,13	1,11
6	99	9	57400	AURUS	2003001238	-	-	0,10	0,20	0,50	1,05	1,02	1,01
7	42	5	20001	AURUS	2003001526	0,80	0,80	1,00	0,98	1,00	1,02	1,00	1,01
8	44	8	7702	AURUS	2003001840	0,50	0,70	0,80	0,98	1,01	1,02	1,01	1,01
9	99	8	15521	AURUS	2003001889	0,69	1,00	1,00	1,10	1,10	1,04	1,03	1,02
10	42	5	23901	AURUS	2003002094	-	-	0,60	0,78	1,00	1,03	1,01	1,02
11	99	7	9701	AURUS	2003002969	-	-	0,20	0,90	0,99	1,01	1,00	0,99
12	99	6	401	IBERCONTA	2003003607	0,10	0,59	0,90	1,00	1,08	1,10	1,07	1,10
13	99	1	21001	AURUS	2003003815	0,90	1,00	1,05	1,15	1,12	1,11	1,10	1,10
14	99	12	2001	AURUS	2003003934	0,70	0,90	1,00	1,00	1,11	1,08	1,06	1,07
15	99	10	17301	AURUS	2003004538	0,78	1,00	0,90	1,10	1,10	1,14	1,12	1,12
16	99	16	19601	AURUS	2003006307	-	-	0,78	0,85	0,95	1,02	1,01	1,01
17	19	1	31202	AURUS	2003007024	0,75	0,85	1,00	1,15	1,03	1,02	1,02	1,01
18	19	8	12800	AURUS	2003008148	0,05	0,40	0,70	0,95	0,99	1,03	1,03	1,02
19	92	1	25300	AURUS	2003030783	0,65	0,80	0,90	0,95	1,03	1,04	1,02	1,02
20	92	2	7400	AURUS	2003030798	0,75	1,00	1,00	1,15	1,20	1,18	1,15	1,14
21	95	13	13700	AURUS	2003030844	0,60	0,90	1,00	0,99	1,07	1,09	1,06	1,06
22	95	27	27400	AURUS	2003032359	0,60	0,80	1,00	1,00	1,06	1,11	1,09	1,16
23	99	8	20801	AURUS	2003032401	0,20	0,80	0,90	1,00	1,00	1,03	1,01	1,01
24	99	5	3701	AURUS	2004085163	0,80	1,00	1,00	1,00	1,04	1,03	1,01	1,01
25	90	2	20800	ACTARIS	2004101122	-	0,04	0,18	0,98	1,04	1,06	1,06	1,06
26	95	25	10600	ACTARIS	2004101306	-	0,33	0,41	0,79	1,00	1,08	1,07	1,07
27	85	6	19400	ACTARIS	2004103248	0,76	1,01	1,08	1,11	1,18	1,15	1,13	1,14
28	85	3	11400	ACTARIS	2004103779	0,55	0,90	0,99	1,01	1,09	1,08	1,08	1,07
29	90	4	13500	ACTARIS	2004104171	-	-	-	0,02	0,96	1,05	1,04	1,05
30	95	27	8200	ACTARIS	2004105569	-	0,02	0,02	0,93	0,96	1,00	1,01	1,04
31	95	26	30000	ACTARIS	2004105623	0,32	0,90	1,00	1,02	1,04	1,02	1,03	1,02
32	95	27	12830	ACTARIS	2004105784	0,34	0,74	0,88	1,02	1,01	1,03	1,02	1,08
33	85	3	19700	ACTARIS	2004105796	0,09	0,78	0,97	0,97	1,08	1,06	1,05	1,05
34	95	27	6900	ACTARIS	2004105805	-	0,49	0,91	1,03	1,07	1,10	1,07	1,07
35	31	12	10801	ACTARIS	2004107180	0,42	0,84	0,93	0,99	1,02	1,01	1,01	1,01
36	44	13	1201	ACTARIS	2004107437	0,50	0,85	0,94	1,04	1,06	1,02	1,01	1,01
37	99	9	37200	ACTARIS	2004108490	0,50	0,94	1,00	1,08	1,10	1,07	1,08	1,07
38	44	1	45702	ACTARIS	2004112574	0,12	0,78	0,92	1,04	1,04	1,02	1,04	1,00
39	99	12	21701	ACTARIS	2004112706	0,18	0,81	0,95	1,06	1,13	1,11	1,10	1,10
40	19	7	1901	ACTARIS	2004112913	-	0,04	0,82	0,98	1,00	0,98	0,97	0,97
41	95	7	14800	IBERCONTA	2004113035	0,70	0,90	1,10	1,10	1,11	1,11	1,10	1,07
42	92	11	26100	ACTARIS	2004113092	0,37	0,82	0,99	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01
43	92	7	18716	ACTARIS	2004113193	0,68	0,95	0,98	1,08	1,09	1,06	1,06	1,06
44	44	5	15002	AURUS	2004113345	0,40	0,70	0,90	1,00	1,03	1,03	1,03	1,02
45	95	15	24900	AURUS	2004113520	0,30	0,80	1,00	0,99	1,10	1,12	1,11	1,10
46	95	5	23900	IBERCONTA	2004113575	0,80	1,00	1,00	1,10	1,09	1,08	1,08	1,05
47	90	6	5100	ACTARIS	2004114224	0,66	0,90	0,98	1,02	1,04	1,03	1,03	1,03
48	19	4	10000	AURUS	2004114727	0,40	0,70	0,80	1,03	1,03	1,04	1,02	1,03
49	19	4	10000	ACTARIS	2004114727	-	0,01	0,48	0,88	0,99	1,00	1,01	1,01
50	90	5	16700	ACTARIS	2004115836	0,50	0,94	1,00	1,11	1,13	1,12	1,10	1,09
51	90	6	24300	ACTARIS	2004115882	0,44	0,82	0,96	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04
52	90	3		ACTARIS	2004115889	0,14	0,62	0,90	1,04	1,05	1,05	1,04	1,04
53	90	6	15200	ACTARIS	2004115917	0,33	0,72	0,91	1,03	1,04	1,04	1,04	1,03

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
54	44	14	8201	ACTARIS	2004116441	0,02	0,04	0,18	0,90	0,99	1,02	1,02	1,02
55	30	3	65804	ACTARIS	2004116580	-	-	0,07	0,84	0,98	0,99	1,01	1,01
56	92	13	26900	ACTARIS	2004116803	0,59	0,94	0,97	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02
57	92	11	9800	ACTARIS	2004118479	-	0,09	0,63	0,86	1,01	1,09	1,08	1,08
58	19	3	20704	ACTARIS	2004118843	0,41	0,85	0,95	1,04	1,02	1,01	1,01	1,01
59	92	10	11500	ACTARIS	2004119006	0,48	0,86	1,02	1,06	1,09	1,08	1,07	1,06
60	31	10	21601	ACTARIS	2004120628	0,06	0,63	0,89	0,99	1,02	1,01	1,01	1,01
61	95	28	14700	ACTARIS	2004120696	-	0,58	0,88	0,99	1,03	1,02	1,02	1,01
62	95	29	4600	ACTARIS	2004121684	0,66	0,93	1,03	1,08	1,09	1,07	1,05	1,05
63	95	30	23000	ACTARIS	2004121717	0,02	0,11	0,85	0,97	1,03	1,02	1,01	1,01
64	95	29	32000	ACTARIS	2004122153	0,04	0,76	0,94	1,04	1,05	1,03	1,02	1,02
65	19	7	23901	ACTARIS	2004123129	0,23	0,90	0,98	1,03	1,04	1,02	1,01	1,02
66	90	3	22502	ACTARIS	2004124196	0,60	0,91	1,01	1,06	1,08	1,08	1,07	1,06
67	92	7	23700	ACTARIS	2004124744	0,09	0,54	0,89	1,00	1,02	1,03	1,03	1,02
68	92	12	3001	ACTARIS	2004126992	0,10	0,88	0,95	1,03	1,05	1,03	1,01	1,01
69	95	32	6300	ACTARIS	2004129761	-	0,05	0,59	0,97	1,08	1,11	1,09	1,09
70	95	31	19500	ACTARIS	2004129991	0,52	0,96	1,00	1,09	1,12	1,10	1,08	1,08
71	95	6	12115	AURUS	2005017843	0,80	0,88	1,00	1,00	1,05	1,04	1,03	1,03
72	44	4	8101	M170 II	2006013578	-	-	0,09	0,76	1,00	1,03	1,04	1,03
73	99	20	1480	M170 II	2006019525	-	0,52	0,79	0,98	1,03	1,00	1,00	0,99
74	85	4	23050	M170 II	2006020182	-	0,20	0,64	0,93	1,03	1,07	1,08	1,08
75	30	3	73204	M170 II	2006020301	-	0,45	0,78	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98
76	95	26	2320	M170 II	2006021161	0,04	0,72	0,84	1,01	1,01	1,01	1,02	1,01
77	90	2	1390	M170 II	2006021322	-	-	-	-	0,77	1,02	1,01	1,00
78	90	5	18650	M170 II	2006021646	-	0,35	0,75	0,96	0,98	1,03	1,03	1,02
79	95	14	7652	M170 II	2006021898	-	0,05	0,64	0,91	0,99	1,03	1,03	1,02
80	92	13	3115	M170 II	2006021904	-	-	0,40	0,82	0,98	1,01	0,99	1,01
81	95	26	30100	M170 II	2006022163	-	-	0,58	0,87	0,97	1,02	1,02	1,01
82	99	6	14601	M170 II	2006022329	-	0,09	0,77	0,97	1,02	1,01	1,02	1,03
83	92	1	26000	M170 II	2006022440	0,01	0,11	0,10	1,03	1,14	1,13	1,12	1,11
84	90	2	11200	M170 II	2006022910	-	0,01	0,10	0,77	0,92	1,04	1,03	1,03
85	92	4	4400	M170 II	2006034767	-	-	-	0,53	1,03	1,09	1,12	1,12
86	99	12	20701	AURUS	2006041903	0,80	0,80	0,90	1,00	1,08	1,04	1,02	1,01
PROMEDIO						0,30	0,57	0,76	0,95	1,03	1,05	1,04	1,04
						-70%	-43%	-24%	-5%	3%	5%	4%	4%

Elaborado por: Contribución personal

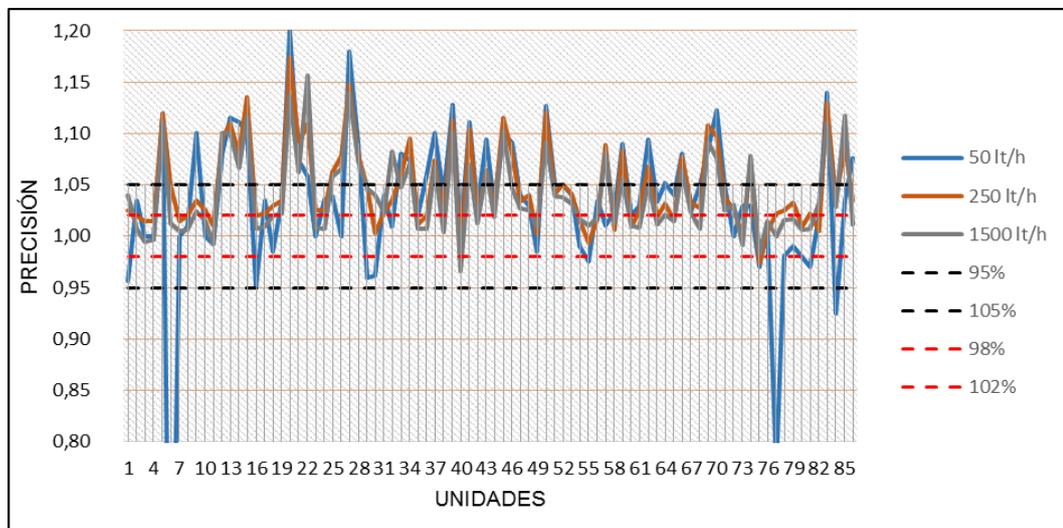


Figura 52: Medidores Machángara instalados entre 2003-2006

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 17 observamos que el número de medidores analizados suman 86, los cuales presentan errores en promedio de 3%, 5% y 4% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- De este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 3 medidores (3%) presenta submedición con picos que llegan al 0% de precisión es decir no registra absolutamente nada, mientras que 28 unidades (32%) presenta sobremedición con un pico máximo del 20% de error.
 - En gasto medio, no existen unidades que presenten submedición pero 30 unidades (35%) registran sobremedición con máximo de 15%.
 - En gasto alto, tampoco existen unidades que presenten submedición pero 27 unidades (31%) registran sobremedición con máximo de 16%.
- De igual forma que el anterior grupo de este mismo sistema estos medidores deben ser sustituidos.

PERIODO DE INTALACIÓN ENTRE LOS AÑOS 2007-2010

Medidores instalados en el Sistema Tomebamba entre los años 2007 y 2010:

Tabla 18. Medidores Tomebamba instalados entre 2007-2010

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	94	6	8921	M170 II	2007000098	-	-	0,01	0,36	0,88	1,02	1,02	1,00
2	94	16	12300	M170 II	2007000804	-	-	0,12	0,89	0,97	1,03	1,02	1,01
3	93	16	30900	M170 II	2007000820	-	-	-	0,58	0,93	1,04	1,04	1,02
4	97	1	14600	M170 II	2007001173	-	-	0,58	0,93	0,99	1,00	1,02	1,02
5	94	14	24100	M170 II	2007002108	-	-	0,57	0,85	0,99	1,01	1,01	1,00
6	89	10	16925	M170 II	2007019381	0,03	0,01	0,39	0,92	0,97	1,00	1,02	1,02
7	93	4	27700	M170 II	2007019800	-	-	-	0,10	0,78	1,03	1,04	1,03
8	88	3	12000	M170 II	2007020748	-	0,10	0,67	0,95	1,01	1,00	1,03	1,03
9	93	21	23706	M 170 II	2007021382	0,42	0,88	0,96	1,02	1,04	1,00	1,01	1,01
10	93	10	20645	M170 II	2007025761	0,39	0,75	0,89	1,04	1,05	1,02	1,03	1,03
11	87	3	855	M170 II	2007025927	-	0,32	0,73	0,96	1,02	1,00	1,00	1,01
12	91	5	23200	M170 II	2007026441	0,02	0,86	0,95	1,02	1,03	1,00	1,01	1,01
13	93	18	2520	M 170 II	2007028082	-	0,86	0,98	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02
14	96	12	26590	M170 II	2007028146	-	0,05	0,81	1,00	1,05	1,01	1,02	1,03
15	87	1	12800	M170 II	2007028198	-	-	0,41	0,86	1,00	1,01	1,02	1,01
16	87	3	38950	M170 II	2007028691	-	-	-	-	-	-	-	-
17	93	40	18800	M170 II	2007028819	-	0,34	0,13	0,91	1,10	1,01	1,01	1,02
18	94	22	24300	M170 II	2008312060	-	0,17	0,60	0,85	1,00	1,03	1,02	0,99
19	94	13	15300	M170 II	2008312089	-	-	0,14	0,79	0,98	1,02	1,03	1,03
20	89	7	5400	M170 II	2008312396	-	-	-	0,57	0,89	1,00	0,99	1,00
21	89	7	12700	M170 II	2008312398	0,02	0,42	0,63	0,97	1,00	1,02	1,01	1,01
22	94	13	32500	M170 II	2008312709	-	-	0,01	0,70	0,94	1,00	1,02	1,01

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
23	93	7	28890	M170 II	2008313006	-	-	0,44	0,87	1,00	1,01	1,02	1,02
24	94	13	23700	M170 II	2008313109	-	-	-	0,29	0,91	1,01	1,02	1,02
25	94	12	31800	M170 II	2008313163	-	0,02	0,69	0,88	1,00	1,02	1,02	1,02
26	94	14	5000	M170 II	2008313341	-	-	-	0,64	0,91	1,02	1,03	1,04
27	93	18	8210	M170 II	2008313745	-	-	-	0,70	0,98	1,01	1,01	1,00
28	94	14	13800	M170 II	2008314372	-	0,02	0,24	0,82	0,98	1,03	1,03	1,02
29	94	13	7300	M170 II	2008314534	-	-	-	0,35	0,86	1,02	1,03	1,01
30	93	33	30353	M170 II	2008314935	-	0,32	0,75	0,96	1,03	1,02	1,02	1,03
31	87	3	37904	M170 II	2008315215	0,03	0,05	0,72	0,96	1,04	1,01	1,01	1,01
32	94	13	17100	M170 II	2008315276	-	-	-	-	-	0,90	1,03	1,02
33	94	13	23600	M170 II	2008315374	-	-	-	-	0,58	0,99	1,01	1,01
34	93	3	33110	M170 II	2008315679	-	0,06	0,71	0,95	1,02	1,02	1,02	1,01
35	93	23	8814	M170 II	2008431998	-	-	-	0,48	0,90	1,02	1,03	1,03
36	93	36	1100	M170 II	2008432135	-	-	-	0,88	1,02	1,01	1,02	1,02
37	93	38	14000	M170 II	2008432268	-	0,03	0,62	0,95	1,00	1,01	1,01	1,01
38	93	32	20550	M170 II	2008432446	-	0,04	0,53	0,84	0,93	1,00	1,02	1,02
39	91	2	38650	M170 II	2008432614	-	-	0,38	0,83	0,97	1,02	1,02	1,01
40	94	20	24200	M170 II	2008433794	-	-	-	0,88	0,99	1,00	1,01	1,00
41	93	3	22367	M170 II	2008433811	-	0,20	0,75	0,97	1,01	1,00	1,00	0,99
42	93	36	27260	M170 II	2008434262	-	0,05	0,52	0,88	0,99	1,02	1,01	1,01
43	93	29	24350	M170 II	2008434414	-	-	0,22	0,85	0,94	0,99	1,01	1,01
44	93	34	4700	M170 II	2008434493	-	0,02	0,70	0,93	0,98	1,01	1,02	1,01
45	94	16	9070	M170 II	2008435156	-	0,02	0,48	0,82	0,96	0,99	0,99	1,00
46	93	7	1104	M170 II	2008435573	0,03	0,50	0,79	1,00	1,03	1,01	1,01	1,00
47	88	4	19900	M170 II	2008435938	-	-	0,02	0,62	0,90	1,00	1,00	1,00
48	97	8	6700	M170 II	2008581618	-	-	0,58	0,86	0,96	1,02	1,03	1,02
49	86	3	74400	M170 II	2008582010	-	0,03	0,39	0,76	0,94	1,00	1,01	1,00
50	94	13	16500	M170 II	2008582109	-	0,02	0,51	0,80	0,96	1,01	1,02	1,01
51	93	13	4200	M170 II	2008582918	-	0,08	0,65	0,97	1,01	1,02	1,02	1,02
52	97	3	3200	M170 II	2008583018	-	-	-	-	0,78	1,01	1,00	0,99
53	86	3	69600	M170 II	2008583174	0,03	0,02	0,31	0,88	1,00	1,02	1,02	1,03
54	93	8	15504	M170 II	2008583472	0,03	0,02	0,66	0,92	1,01	1,00	1,00	1,00
55	94	16	9095	M170 II	2008583521	-	0,04	0,62	0,89	0,99	1,01	1,02	1,01
56	93	5	27400	M170 II	2008584222	-	0,03	0,67	0,90	0,97	0,99	1,01	1,00
57	89	1	6654	M170 II	2008584320	-	-	0,33	0,83	0,98	1,01	1,01	1,01
58	97	4	15000	M170 II	2008584473	-	-	-	0,72	0,89	0,99	1,00	1,01
59	91	2	24308	M170 II	2008585117	-	0,64	0,85	0,99	1,00	1,01	1,01	1,01
60	97	3	20600	M170 II	2008585124	-	0,02	0,08	0,80	0,96	1,00	1,00	1,00
61	93	37	12600	M170 II	2008585286	-	-	-	0,72	0,90	1,00	1,01	1,00
62	89	3	600	M170 II	2008585292	-	0,10	0,60	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02
63	96	6	33905	M170 II	2009911154	-	0,59	0,82	0,98	1,02	1,00	1,01	1,01
64	87	4	32801	M170 II	2009911356	-	0,23	0,70	0,97	1,02	1,00	1,00	1,00
65	93	29	4170	M170 II	2009911483	0,01	0,36	0,78	0,98	1,00	1,01	1,00	1,00
66	93	31	25600	M170 II	2009912152	-	-	0,34	0,84	0,97	1,01	1,01	1,01
67	94	11	27002	M170 II	2009912297	-	0,01	0,05	0,73	0,93	1,01	1,02	1,01
68	96	3	12100	M170 II	2009912546	-	0,06	0,56	0,86	0,96	0,99	0,98	0,99
69	93	20	1220	M170 II	2009912583	-	0,18	0,61	0,92	0,96	1,00	1,00	1,01
70	88	5	27940	M170 II	2009912906	-	0,04	0,54	0,81	0,96	0,99	1,01	1,00
71	93	33	16942	M170 II	2009912911	-	0,03	0,59	0,88	1,00	1,01	0,99	1,00
72	96	3	15600	M170 II	2009913326	-	0,05	0,57	0,92	1,01	1,01	1,00	1,01
73	86	4	15405	M170 II	2009913756	-	-	0,45	0,87	0,93	0,99	0,99	0,99
74	94	1	18500	M170 II	2009915602	-	0,10	0,70	0,93	0,99	1,01	1,00	1,00
75	87	3	18700	M170 II	2009916011	0,02	0,06	0,72	0,96	1,01	1,01	1,01	1,01

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
76	88	3	30830	M170 II	2009916250	0,02	0,08	0,64	0,87	1,00	1,01	1,01	1,00
77	86	5	35101	M170 II	2009916371	0,03	0,58	0,90	0,85	1,03	1,00	0,99	1,00
78	89	7	14600	M170 II	2009916925	-	-	0,39	0,88	0,99	1,01	1,00	1,02
79	97	3	15310	M170 II	2009917036	-	0,04	0,70	0,95	0,99	1,00	1,00	1,01
80	96	13	13500	M170 II	2009917976	-	0,60	0,85	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01
81	86	4	22905	M170 II	2010913713	0,58	0,86	0,96	1,05	1,03	1,01	1,01	1,01
82	96	13	24620	M170 X	2010966059	0,25	0,76	0,93	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01
83	89	1	13270	M170 X	2010966291	0,09	0,83	0,97	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
84	93	19	2080	M170 X	2010978255	0,53	0,86	0,99	1,06	1,05	1,02	1,03	1,03
85	88	1	2700	M170 X	2010978402	-	-	0,13	0,84	0,97	1,00	1,01	1,01
86	93	5	12722	M170 X	2010979013	0,31	0,86	0,97	1,03	1,04	1,02	1,03	1,03
87	94	12	374	M170 X	2010979054	0,76	1,03	1,03	1,04	1,04	1,01	1,02	1,00
88	94	12	334	M170 X	2010980393	0,74	1,03	1,04	1,05	1,04	1,02	1,03	1,02
89	93	30	11158	M170 X	2010981028	0,41	0,81	0,93	1,03	1,03	1,01	1,01	1,00
PROMEDIO						0,05	0,19	0,49	0,82	0,95	1,00	1,00	1,00
						-95%	-81%	-51%	-18%	-5%	0%	0%	0%

Elaborado por: Contribución personal

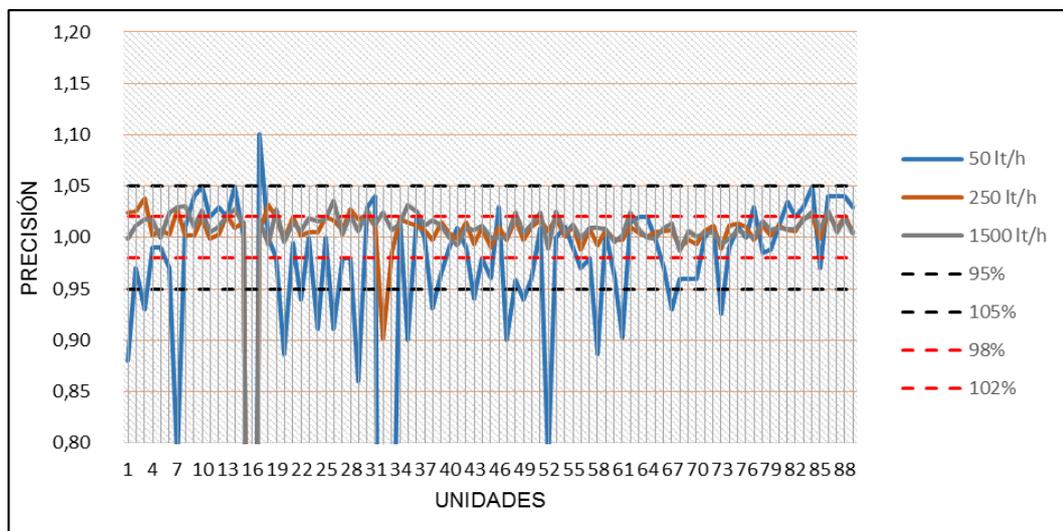


Figura 53: Medidores Tomebamba instalados entre 2007-2010

Elaborado por: Contribución personal

- El número de medidores analizados suman 89, los cuales presentan errores en promedio de -5%, 0% y 0% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- De este segmento se presenta sólo un caso (1%) que tiene sobremedición y esto se da en gasto bajo con un valor del 10% de error, mientras que la tendencia a errores en submedición es mayor, sobre todo en gasto bajo en donde 21 unidades (24%), presenta hasta picos del 0%, solo un medidor presente errores en los tres rangos el cual se da de baja y se sustituye por otro.

Medidores instalados en el Sistema Machángara entre los años 2007 y 2010:

Tabla 19. Medidores Machángara instalados entre 2007-2010

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	99	23	5651	M170 II	2007000485	-	-	1,10	0,76	0,92	0,98	0,98	0,96
2	95	16	16515	M170 II	2007000579	-	0,11	0,48	0,88	0,93	1,00	1,00	1,06
3	99	25	14200	M170 II	2007001395	-	0,18	0,72	0,92	1,00	1,01	1,04	1,02
4	99	23	14301	M170 II	2007001784	0,04	0,58	0,83	0,99	0,99	1,01	1,01	1,00
5	90	4	3200	M170 II	2007002208	0,26	0,81	0,91	1,03	1,03	1,03	1,04	1,02
6	90	3	21222	M170 X	2007002503	-	-	0,08	0,72	0,93	1,02	1,03	1,02
7	99	7	3202	M170 II	2007002660	0,17	0,56	0,89	1,00	1,01	0,99	0,98	0,99
8	99	22	21101	M170 II	2007019696	-	0,03	0,14	0,79	0,97	1,01	1,02	1,02
9	31	9	1802	M170 II	2007019926	-	-	0,02	0,58	0,91	1,00	1,01	1,01
10	31	12	51801	M170 II	2007020354	0,03	0,09	0,76	0,97	1,01	1,00	1,00	1,00
11	92	3	22101	M170 II	2007020578	0,01	0,01	0,40	0,76	1,02	1,03	1,02	1,03
12	85	5	24200	M170 II	2007020612	0,02	0,57	0,76	0,97	1,04	1,03	1,03	1,03
13	31	12	28901	M170 II	2007021043	-	0,14	0,72	0,95	1,02	1,00	1,02	1,01
14	30	3	35504	M170 II	2007021472	0,06	0,76	1,00	1,15	1,19	1,17	1,19	1,18
15	99	11	6301	M170 II	2007027286	-	0,02	0,48	0,85	0,99	1,00	1,01	1,00
16	44	8	25602	M170 II	2007027565	-	-	0,25	0,81	0,99	0,99	1,00	1,00
17	99	17	10501	M170 II	2008312137	0,58	0,94	1,04	1,10	1,09	1,01	1,00	1,00
18	99	2	6601	M170 II	2008312682	0,01	0,64	0,85	1,00	1,02	1,01	1,01	1,01
19	42	3	8202	M170 II	2008313622	-	0,05	0,62	0,91	1,00	1,01	1,01	1,01
20	45	1	9702	M170 II	2008313890	-	-	0,33	0,88	1,02	1,04	1,05	1,04
21	44	11	11001	M170 II	2008314206	0,44	0,78	0,90	1,05	1,05	1,01	1,02	1,00
22	99	16	21601	M170 II	2008314810	-	0,01	-	0,82	1,02	1,01	1,02	1,02
23	90	4	30700	M170 II	2008315043	-	-	0,57	0,91	0,99	1,02	1,04	1,03
24	85	7	12800	M170 II	2008315111	-	0,02	0,36	0,78	0,97	0,99	1,01	1,02
25	85	1	14502	M170 II	2008315167	-	-	0,05	0,75	0,93	0,99	0,98	0,99
26	95	23	14000	M170 II	2008315484	-	-	-	0,57	0,86	1,01	1,01	1,07
27	95	10	15800	M170 II	2008432260	-	-	-	-	0,61	1,02	1,04	1,02
28	77	3	17000	M170 II	2008432337	0,52	0,83	0,92	0,99	1,03	1,01	1,02	1,01
29	95	4	4300	M170 II	2008433499	-	0,46	0,77	0,97	1,01	1,02	1,02	1,02
30	92	12	22501	M170 II	2008434007	-	-	0,40	0,86	0,99	1,01	1,02	1,02
31	30	4	55802	M170 II	2008434035	0,02	0,22	0,75	0,94	1,00	1,00	1,02	1,01
32	90	1	8100	M170 II	2008435272	-	0,03	0,60	0,90	0,94	1,03	1,02	1,02
33	92	13	26620	M170 II	2008435730	-	0,05	0,59	0,91	0,97	0,99	1,00	1,00
34	95	17	5000	M170 II	2008581897	-	-	0,07	0,78	0,97	1,03	1,02	1,02
35	42	1	28802	M170 II	2008581952	-	-	0,05	0,76	0,98	1,01	1,01	1,02
36	92	3	1721	M170 II	2008584132	0,01	0,10	0,58	0,89	0,99	1,01	1,01	1,02
37	95	12	402	M170 II	2008584291	0,05	0,72	0,88	1,04	1,06	1,05	1,05	1,04
38	90	3	2702	M170 II	2008584306	0,02	0,52	0,78	1,00	1,01	1,03	1,03	1,04
39	85	4	700	M170 II	2008584627	-	-	0,01	0,51	0,92	1,05	1,05	1,04
40	95	20	29402	M170 II	2008584899	0,01	0,18	0,56	0,94	0,96	1,01	1,01	1,02
41	44	5	8702	M170 II	2009910590	0,08	0,70	0,86	1,00	1,04	1,01	1,01	1,01
42	44	1	27750	M170 II	2009911801	-	0,63	0,77	0,97	1,01	1,00	1,00	0,99
43	44	1	37005	M170 II	2009911907	-	0,11	0,61	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00
44	90	1	14677	M170 II	2009911997	-	0,06	0,68	0,90	0,95	1,00	0,99	0,99
45	44	17	2800	M170 II	2009913017	-	0,50	0,78	0,96	1,01	1,00	0,99	0,99
46	85	5	27823	M170 II	2009914223	-	0,02	0,32	0,79	0,99	1,01	1,01	1,01
47	31	12	7401	M170 II	2009914815	0,24	0,76	0,94	1,03	1,03	1,01	1,01	1,02
48	19	7	22101	M170 II	2009915288	-	-	0,11	0,87	0,97	1,01	1,00	1,00
49	92	15	42350	M170 II	2009916127	-	0,01	0,30	0,82	0,94	1,01	1,00	1,01
50	95	26	25800	M170 II	2009916901	-	-	-	0,74	0,92	1,01	1,00	1,01

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
51	95	17	11600	M170 II	2009917012	-	-	-	-	-	0,99	1,07	1,14
52	95	31	7110	M170 II	2009917827	-	-	-	0,42	0,85	1,01	1,00	1,00
53	99	6	26101	M170 II	2009918325	-	0,25	0,78	0,97	0,98	1,01	1,01	1,03
54	44	1	52906	M170 II	2009927258	-	0,07	0,46	0,84	1,02	1,00	1,00	1,01
55	99	17	12260	B METERS	2010617361	-	0,12	0,60	0,90	1,04	1,03	1,04	1,03
56	99	24	13511	M170 II	2010911645	0,09	0,83	0,95	1,02	1,03	1,00	1,01	1,00
57	99	6	23651	M170 II	2010940228	-	0,02	0,70	0,95	0,99	1,01	1,01	1,02
58	95	7	810	M170 II	2010963619	0,01	0,48	0,81	1,01	1,00	1,02	1,05	1,03
59	99	4	43252	M170 II	2010963821	-	0,09	0,60	0,92	0,98	1,01	1,03	1,02
60	99	2	23051	M170 II	2010964139	-	0,60	0,81	1,00	1,01	1,01	1,02	1,03
61	85	8	11768	M170 II	2010964971	0,10	0,75	0,92	0,98	1,02	1,00	1,01	1,01
62	99	13	2201	M170 X	2010966178	0,50	0,89	1,00	1,05	1,05	1,02	1,02	1,02
63	99	8	16451	M170 X	2010966458	-	0,07	0,54	0,92	1,00	1,01	1,02	1,02
64	92	14	21905	M170 X	2010978416	-	0,34	0,66	0,96	0,99	1,02	1,02	1,01
65	90	11	29126	M170 X	2010979965	0,63	0,86	0,99	1,03	1,05	1,02	1,02	1,02
PROMEDIO						0,06	0,27	0,56	0,87	0,97	1,01	1,02	1,02
						-94%	-73%	-44%	-13%	-3%	1%	2%	2%

Elaborado por: Contribución personal

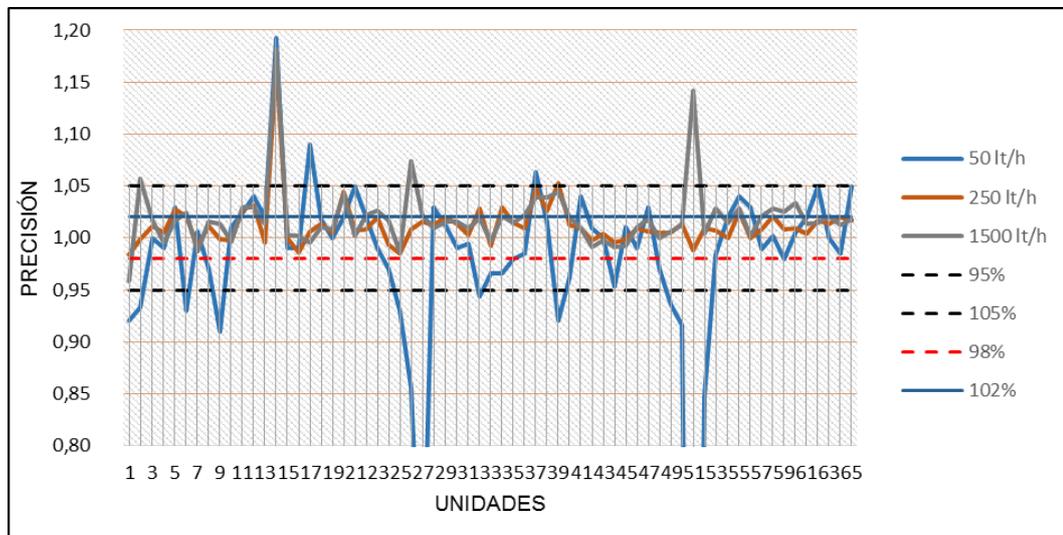


Figura 54: Medidores Machángara instalados entre 2007-2010

Elaborado por: Contribución personal

- En la tabla 19 observamos que el número de medidores analizados suman 65, los cuales presentan errores en promedio de -3%, 1% y 2% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- De este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 12 medidores (18%) presentan submedición con picos que llegan al 0 % de precisión es decir no registra absolutamente nada, mientras que 2 unidades (3%) presentan sobremedición con un pico máximo del 19% de error.

- En gasto medio, no existen unidades que presenten submedición pero 3 unidades (5%) registran sobremedición con máximo de 17%.
- En gasto alto, tampoco existen unidades que presenten submedición pero 1 unidades (2%) registran sobremedición con máximo de 18%.
- A este grupo hay que monitorearlo permanentemente para ver su comportamiento y tomar las decisiones que convengan.

PERIODO DE INTALACIÓN ENTRE LOS AÑOS 2011-2014

Medidores instalados en el Sistema Tomebamba entre los años 2011 y 2014:

Tabla 20. Medidores Tomebamba instalados entre 2011-2014

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	96	10	28000	M170 X	2011900474	-	-	0,40	0,82	0,98	0,99	1,00	1,00
2	94	20	10650	M170 X	2011900578	-	0,03	0,63	0,95	1,01	1,01	1,03	1,03
3	94	16	4320	M170 X	2011901485	0,61	0,95	1,02	1,03	0,99	1,02	1,03	1,02
4	93	31	17900	M170 X	2011901656	-	-	0,06	0,73	0,93	1,00	1,01	1,01
5	94	16	25500	M170 X	2011901754	-	0,02	0,65	0,94	0,93	1,01	1,01	1,02
6	88	3	36700	M170 X	2011901822	-	-	0,47	0,80	0,98	1,00	1,02	1,02
7	88	4	20453	M170 X	2011901923	0,03	0,43	0,78	0,91	1,01	1,00	1,02	1,01
8	94	4	22500	M170 X	2011901999	-	-	-	0,52	0,89	1,02	1,03	1,03
9	94	2	27000	M170 X	2011902094	-	0,03	-	0,93	0,98	0,99	1,00	1,01
10	96	6	34010	M170 X	2011902197	-	-	0,04	0,76	0,99	1,03	1,03	1,03
11	88	4	1950	M170 X	2011902444	-	-	0,03	0,69	0,93	1,00	1,00	1,00
12	94	9	6000	M170 X	2011902881	0,02	0,43	0,63	0,91	1,00	1,00	1,00	0,99
13	94	4	1100	M170 X	2011903754	-	-	-	-	0,74	0,97	1,01	1,02
14	88	5	31700	M170 X	2011904459	-	-	0,17	0,76	0,96	1,01	1,01	1,02
15	96	13	24090	M170 X	2011906308	0,37	0,95	0,99	1,04	1,04	1,02	1,03	1,03
16	89	4	33130	M170 X	2011906733	0,01	0,02	0,49	0,81	0,91	1,01	1,00	1,02
17	86	5	40221	M170 X	2011907123	-	0,48	0,74	0,95	1,00	0,99	1,02	1,02
18	93	28	61500	BY METERS	2012002481	0,78	0,98	1,00	1,06	1,05	0,99	0,99	0,99
19	96	10	6706	BY METERS	2012208981	0,12	0,83	0,88	1,00	1,01	0,98	0,99	0,99
20	93	19	12200	ITRON	2012547539	0,01	0,60	0,92	0,89	0,94	1,01	1,00	1,00
21	93	20	21800	ITRON	2012547641	0,09	0,75	0,91	0,88	0,90	1,01	1,00	1,00
22	93	18	18850	ITRON	2012547715	-	0,21	0,87	0,99	1,02	0,98	0,99	1,02
23	89	3	14258	ITRON	2012549125	-	0,30	0,86	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
24	89	11	9001	ITRON	2012549214	0,44	0,90	0,98	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
25	93	20	32700	ITRON	2012549230	-	0,15	0,64	0,85	0,90	1,01	0,99	1,00
26	93	44	28650	ITRON	2012549765	-	0,35	0,15	1,02	1,04	1,02	1,01	1,01
27	93	36	18130	ITRON	2012550156	-	0,12	0,76	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
28	96	14	6302	ITRON	2012550210	0,62	0,94	0,99	1,04	1,04	1,01	1,01	1,00
29	93	10	11700	ITRON	2012593700	0,13	0,37	0,82	0,97	1,04	1,00	0,85	1,03
30	93	22	6200	ITRON	2012594909	0,01	0,28	0,88	0,98	1,03	1,00	1,01	1,01
31	93	33	10001	ITRON	2012595160	0,02	0,22	0,84	0,98	1,02	1,00	0,99	1,00
32	93	22	27500	ITRON	2012595473	-	0,10	0,82	0,95	1,01	1,00	1,00	1,00
33	93	22	16500	ITRON	2012596643	-	-	0,40	0,88	1,00	1,00	1,01	1,01
34	86	5	29451	ITRON	2012597401	-	0,66	0,86	0,96	1,03	0,99	0,99	0,99
35	91	2	10802	ITRON	2012597567	-	0,69	0,91	0,98	1,02	1,00	1,00	1,00
36	94	13	21710	M170 II	2012904326	-	-	-	0,71	0,93	1,00	1,01	1,01

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
37	94	11	8506	M170 II	2012904892	0,77	1,02	1,03	1,03	1,03	1,00	1,02	1,01
38	93	23	8551	M170 II	2012920179	0,84	0,97	1,03	1,06	1,04	1,01	1,03	1,03
39	93	38	3660	M170 II	2012920503	0,63	0,90	1,00	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01
40	93	41	30463	M170 II	2012920855	0,43	0,79	0,83	1,02	1,03	1,01	1,01	1,01
41	87	1	1245	M170 X	2013914985	0,57	0,84	0,98	1,04	1,03	1,01	1,02	1,02
42	93	32	23574	M170 X	2013928578	0,06	0,65	0,81	1,01	1,01	1,00	1,02	1,01
43	93	29	13910	M170 X	2013929795	0,14	0,74	0,90	0,88	0,90	1,01	1,01	1,01
44	91	6	37800	M170 X	2013930405	0,02	0,69	0,87	1,02	1,00	1,01	1,02	1,02
45	93	36	32400	M170 X	2013930554	-	-	0,43	0,83	0,98	1,01	1,02	1,01
46	93	28	30400	M170 X	2013931177	0,19	0,73	0,94	0,87	0,90	1,00	1,01	1,01
47	87	5	30220	M170 X	2013931298	0,54	0,88	1,00	1,02	1,02	1,01	1,00	1,01
48	93	30	14405	M170 X	2013931620	0,07	0,70	0,87	1,03	1,04	1,02	1,03	1,02
49	93	29	902	M170 X	2013932508	0,51	0,85	0,98	0,90	0,90	0,99	1,01	1,00
50	94	10	25642	M170 X	2013932599	0,69	0,96	1,00	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01
51	94	24	26201	M170 X	2013933129	0,67	0,91	0,99	1,02	1,03	1,01	1,01	1,02
52	86	2	17820	M170 X	2013933631	0,67	0,90	0,98	1,05	1,00	1,00	1,01	1,01
53	94	2	29010	M170 X	2013933992	-	1,49	0,98	1,03	1,02	1,00	1,01	1,00
54	94	13	29500	M170 X	2013934934	0,71	0,94	1,01	0,95	1,03	1,00	1,01	1,00
55	89	10	14351	M170 X	2013935169	0,70	0,96	1,00	0,99	1,02	1,00	1,01	1,00
56	93	23	8595	M170 X	2013936418	0,59	0,87	0,97	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02
57	89	4	15855	M170 X	2013937063	0,67	0,93	0,97	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01
58	93	39	16035	M170 X	2013937758	0,40	0,79	0,79	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
59	94	11	9600	M170 X	2014915306	0,74	1,00	1,00	1,05	1,05	1,00	1,02	1,02
60	93	23	600	M170 X	2014915347	0,73	0,87	1,00	1,04	1,04	1,01	1,02	1,02
61	89	3	20800	M170 X	2014915585	0,58	0,95	1,00	1,03	1,01	1,01	1,02	1,02
62	97	1	19800	M170 X	2014916123	0,70	0,93	1,00	1,03	1,03	1,01	1,01	1,01
63	87	1	13880	M170 X	2014916176	0,38	0,82	0,94	1,00	1,00	0,99	1,01	1,00
64	91	1	15928	M170 X	2014916182	-	0,95	1,00	1,04	1,01	1,00	1,01	1,01
65	93	3	30660	M170 X	2014917584	0,82	0,95	1,03	1,05	1,01	1,02	1,02	1,01
66	88	3	1500	M170 X	2014917757	0,65	0,89	1,00	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01
PROMEDIO						0,27	0,57	0,76	0,94	0,99	1,00	1,01	1,01
						-73%	-43%	-24%	-6%	-1%	0%	1%	1%

Elaborado por: Contribución personal

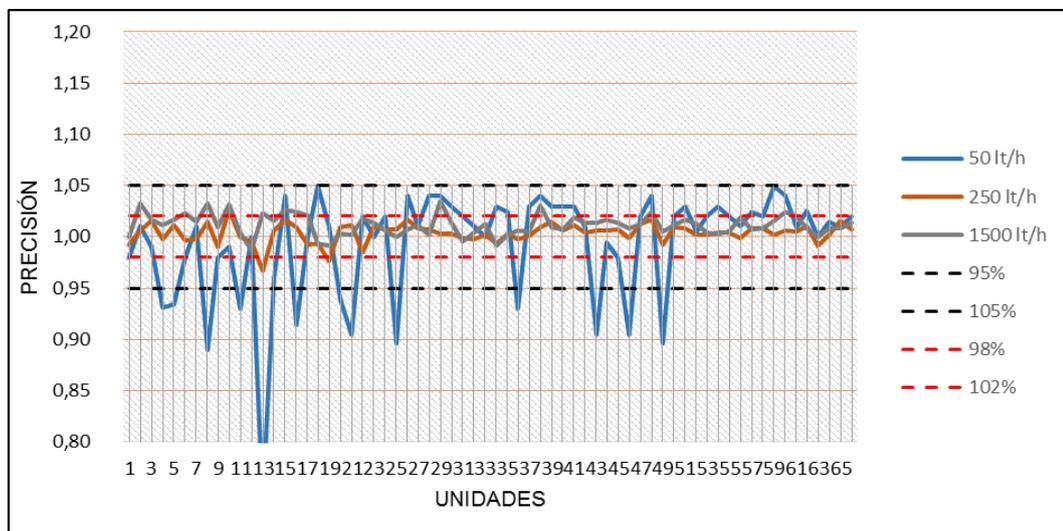


Figura 55: Medidores Tomebamba instalados entre 2011-2014

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 20 observamos que el número de medidores analizados suman 66, los cuales presentan errores promedio de -1%, 0% y 1% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- En este segmento no se observa contadores que presenten sobremedición.
- Para gasto bajo 13 unidades (20%) sugiere la presencia de submedición con una amplia gama de valores.

Medidores instalados en el Sistema Machángara entre los años 2011 y 2014:

Tabla 21. Medidores Machángara instalados entre 2011-2014

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lts/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
1	92	13	33800	M170 X	2011900045	-	0,02	0,26	0,83	0,96	1,04	1,03	1,03
2	92	1	13400	M170 X	2011900240	-	0,04	0,57	0,95	1,04	1,04	1,06	1,06
3	95	2	18650	M170 X	2011900889	-	-	0,24	0,79	0,97	1,02	1,03	1,04
4	95	1	16900	M170 X	2011900914	-	-	-	-	-	0,97	1,06	1,07
5	95	3	2100	M170 x	2011901077	-	-	0,08	0,80	0,98	1,03	1,05	1,03
6	95	1	18000	M170 X	2011901099	-	-	-	0,08	0,88	1,00	1,05	1,03
7	44	10	8104	M170 X	2011901444	-	-	0,34	0,89	0,96	0,99	1,00	1,00
8	44	1	51822	M170 X	2011901659	-	0,02	0,38	0,86	1,01	1,01	1,03	1,03
9	90	4	13600	M170 X	2011901827	-	0,03	0,64	0,98	1,02	1,05	1,06	1,05
10	92	9	810	M170 X	2011903355	0,28	0,70	0,93	1,02	1,04	1,01	1,03	1,03
11	95	2	11500	M170 X	2011904748	-	-	0,62	0,95	1,03	1,07	1,08	1,07
12	95	3	21000	M170 X	2011905250	-	-	0,04	0,72	0,99	1,03	1,06	1,03
13	85	6	5100	M170 X	2011905466	-	-	0,17	0,70	0,97	1,05	1,06	1,07
14	95	5	16800	M170 X	2011906008	-	-	0,10	0,60	0,96	1,02	1,04	1,02
15	95	6	13800	M170 X	2011906021	-	-	0,38	0,80	0,99	1,00	1,01	1,01
16	44	10	10204	M170 X	2011906031	0,47	0,95	1,05	1,18	1,17	1,17	1,17	1,15
17	95	6	3200	M170 X	2011906974	-	-	0,02	0,62	0,88	0,98	1,00	1,01
18	77	5	13400	M170 II	2011911792	0,18	0,75	0,93	0,98	1,03	1,00	1,02	1,01
19	95	12	6103	M170 II	2011949359	0,45	0,96	1,02	1,06	1,01	1,03	1,00	1,01
20	77	4	31501	M170 II	2011950252	0,65	0,86	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,02
21	99	5	2981	M170 II	2011978211	-	0,75	0,98	1,02	0,99	1,01	1,03	1,04
22	44	19	27850	BYMETERS	2012001619	0,34	0,79	0,89	1,01	1,01	0,99	0,98	0,98
23	19	6	13600	BYMETERS	2012002987	0,70	0,95	1,00	1,04	1,05	1,01	0,99	0,99
24	19	7	30201	B METERS	2012209580	0,50	0,82	0,90	0,98	0,98	0,97	0,98	0,99
25	90	5	21467	ITRON	2012548022	-	0,50	0,86	0,99	1,01	1,01	1,01	1,00
26	44	15	29853	ITRON	2012548396	0,46	0,96	1,04	1,06	1,07	1,02	1,01	1,01
27	95	7	2000	ITRON	2012549068	-	0,13	0,87	1,00	1,04	1,02	1,02	0,99
28	95	7	2000	ITRON	2012549068	-	0,47	0,91	0,99	1,04	1,02	0,99	1,02
29	95	12	9700	ITRON	2012549100	0,04	0,76	0,96	1,01	1,03	1,02	1,00	1,00
30	19	6	28400	ITRON	2012594152	-	0,48	0,90	1,00	1,02	1,00	0,99	0,99
31	95	13	28100	ITRON	2012595638	0,03	0,53	0,92	0,98	1,02	1,01	1,00	1,00
32	99	14	9921	ITRON	2012595703	0,06	0,79	0,94	0,99	1,03	1,01	1,01	1,01
33	30	2	44102	ITRON	2012596671	-	-	0,81	0,98	1,00	1,00	1,01	1,00
34	95	6	30100	ITRON	2012596765	0,02	0,62	0,90	0,96	1,02	1,00	1,00	1,00
35	95	14	29106	ITRON	2012597112	0,03	0,76	0,96	0,98	1,02	1,01	1,00	1,00
36	44	1	28874	ITRON	2012597523	0,14	0,80	0,88	1,00	1,02	1,00	0,99	0,99
37	95	30	8265	ITRON	2012597532	-	0,58	0,95	1,01	1,02	0,99	1,00	1,00
38	92	8	25414	M170 II	2012904268	0,44	0,87	0,93	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01
39	92	7	7480	M170 II	2012904553	0,49	0,89	0,92	1,02	1,00	1,01	1,01	1,01
40	92	8	14430	M170 II	2012905105	0,52	0,88	0,95	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
41	42	6	30501	M170 X	2012912840	0,64	0,90	1,00	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00

N°	SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lts/h.							
						10	15	20	30	50	250	750	1500
42	95	2	26500	M170 II	2012919942	0,47	0,88	0,97	1,01	1,00	1,00	1,01	0,98
43	99	12	24151	M170 II	2012920777	0,88	0,98	1,07	1,09	1,04	1,02	1,02	1,02
44	77	5	27590	M170 X	2013905579	0,61	0,85	0,97	1,02	1,03	1,02	1,04	1,03
45	90	5	20600	M170 X	2013913024	0,71	0,94	1,00	1,01	1,00	1,02	1,04	1,03
46	95	24	20350	M170 X	2013914914	0,43	0,83	0,94	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02
47	99	5	7601	M170 X	2013929820	0,63	0,90	1,01	1,02	1,00	1,00	1,01	1,03
48	31	10	25301	M170 X	2013930545	0,82	0,96	1,01	1,02	1,03	1,00	1,02	1,00
49	99	4	43902	M170 X	2013930636	0,67	0,92	1,02	1,02	0,98	0,99	1,00	1,00
50	44	15	30100	M170 X	2013931696	0,51	0,90	1,00	1,04	1,04	1,01	1,02	1,02
51	92	8	15310	M170 X	2013931961	0,35	0,82	0,88	0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
52	44	15	36050	M170 X	2013932135	0,04	0,56	0,82	0,99	0,99	1,00	1,01	1,00
53	99	16	7321	M170 X	2013932423	0,66	0,96	1,01	1,04	1,03	1,01	1,02	1,01
54	45	2	11652	M170 X	2013932673	0,11	0,66	0,84	1,02	1,03	1,01	1,02	1,01
55	77	6	4300	M170 X	2013932752	0,80	0,94	1,02	1,03	1,03	1,00	1,01	1,00
56	44	10	19054	M170 X	2013932766	0,24	0,79	0,91	1,06	1,00	1,02	1,03	1,02
57	99	12	5832	M170 X	2013933413	0,65	0,90	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,01
58	44	11	29001	M170 X	2013933447	-	0,01	0,03	0,69	0,93	1,00	1,01	1,00
59	90	3	16352	M170 X	2013933642	0,54	0,83	0,97	1,00	1,02	1,00	1,01	1,02
60	44	16	162	M170 X	2013934005	0,66	0,92	0,99	1,04	1,02	1,02	1,02	0,98
61	92	15	38750	M170 X	2013934275	0,49	0,91	0,99	1,08	1,04	1,04	1,05	1,05
62	42	5	1301	M170 x	2013934408	0,58	0,88	0,96	1,01	1,02	1,01	1,03	1,02
63	90	2	9400	M170 X	2013934558	-	0,69	0,89	1,00	0,95	1,00	1,01	1,00
64	90	4	12800	M170 X	2013934830	0,03	0,57	0,85	0,97	1,02	1,01	1,02	1,02
65	95	14	24170	M170 X	2013935587	0,53	0,89	0,98	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00
66	92	16	5310	M170 X	2013936045	0,44	0,90	0,98	1,05	1,01	1,01	1,03	1,03
67	19	8	73820	M170 X	2013936309	0,41	0,80	0,96	1,03	1,01	1,00	1,02	1,01
68	99	2	301	M170 X	2013937816	0,75	0,96	1,03	1,04	1,00	1,00	1,01	1,02
69	92	11	100	M170 X	2014914441	0,74	0,96	1,00	1,02	1,03	1,00	1,01	1,00
70	92	11	19065	M170 X	2014915900	0,63	0,95	1,00	1,02	1,02	1,00	1,01	1,01
71	42	9	19160	M170 X	2014916032	0,75	0,96	1,01	1,03	1,06	1,00	1,01	1,00
72	99	12	23691	M170 X	2014916078	0,73	0,92	0,99	1,02	1,01	1,00	1,02	1,02
PROMEDIO						0,31	0,62	0,80	0,95	1,00	1,01	1,02	1,02
						-69%	-38%	-20%	-5%	0%	1%	2%	2%

Elaborado por: Contribución personal

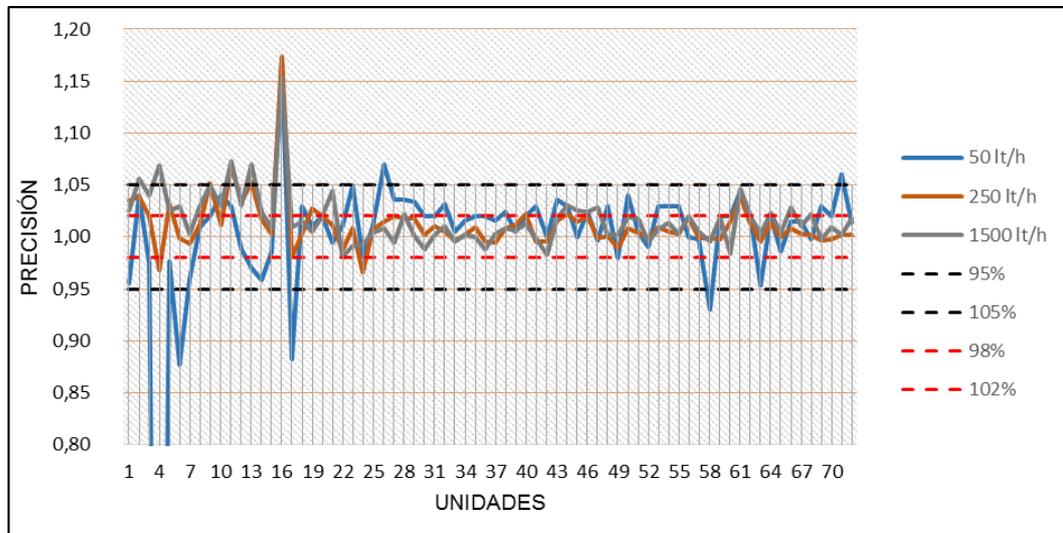


Figura 56: Medidores Machángara instalados entre 2011-2014

Elaborado por: Contribución personal

- En la Tabla 21 observamos que el número de medidores analizados suman 72, los cuales presentan errores promedio de 0%, 1% y 2% para los caudales bajo, medio y alto respectivamente.
- De este grupo se determina que:
 - En gasto bajo 4 medidores (5%) presentan submedición con picos que llegan al 0% de precisión, es decir no registra absolutamente nada, mientras que 3 unidades (4%) presentan sobremedición con un pico máximo del 17% de error.
 - En gasto medio, no existen unidades que presenten submedición pero 2 unidades (3%) registran sobremedición con máximo de 17%.
 - En gasto alto, tampoco existen unidades que presenten submedición pero 5 unidades (7%) registran sobremedición con máximo de 15%.
- Es importante señalar que la sobremedición dentro de este segmento se presenta en medidores ELSTER Modelo MX, un detalle importante para profundizar el análisis a futuro para definir muy probablemente que además de los problemas que acusa el sistema se suma un elemento adicional como es el modelo de medidor.
- La edad de estos medidores oscila de 1 a 5 años.

ANÁLISIS GLOBAL POR SISTEMA

Las figuras presentadas a continuación son la representación de los resultados globales de las pruebas realizadas cuyos datos se los puede encontrar en el Apéndice correspondiente a cada sistema.

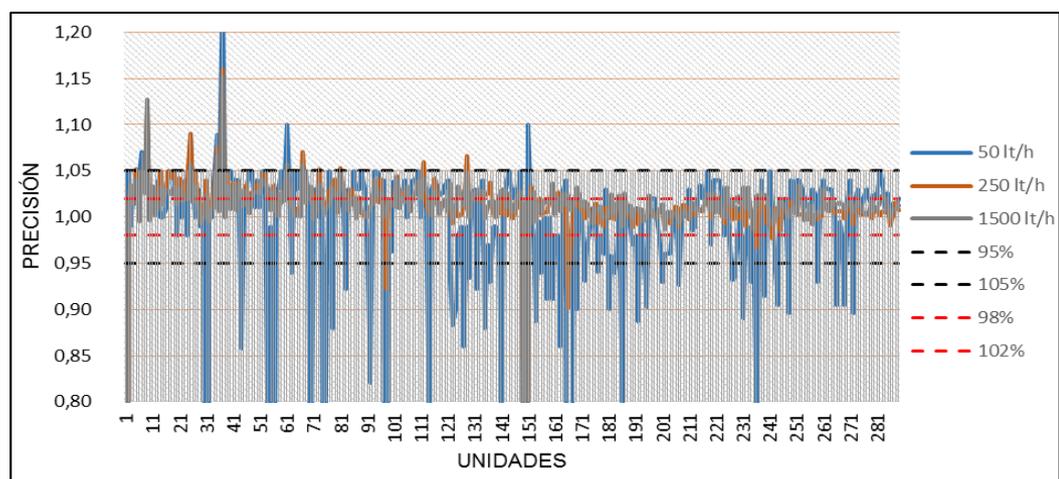


Figura 57: Total medidores Sistema Tomebamba
Elaborado por: Contribución personal

- La Figura 57 presenta el comportamiento de los medidores del sistema Tomebamba con respecto al grado de precisión.
- Los picos que presentan sobremedición se encuentran ubicados de manera aislada en medidores que tienen edades superiores a los 10 años.
- En gasto bajo hay una tendencia mayor a presentar submedición.
- La gran mayoría de medidores se encuentran dentro de los valores definidos para un medidor Operativo.
- La Edad que se podría sugerir de vida útil para este segmento de medidores puede alcanzar los quince años, luego de hacer una valoración con la curva característica de consumo de los clientes de ETAPA-EP.

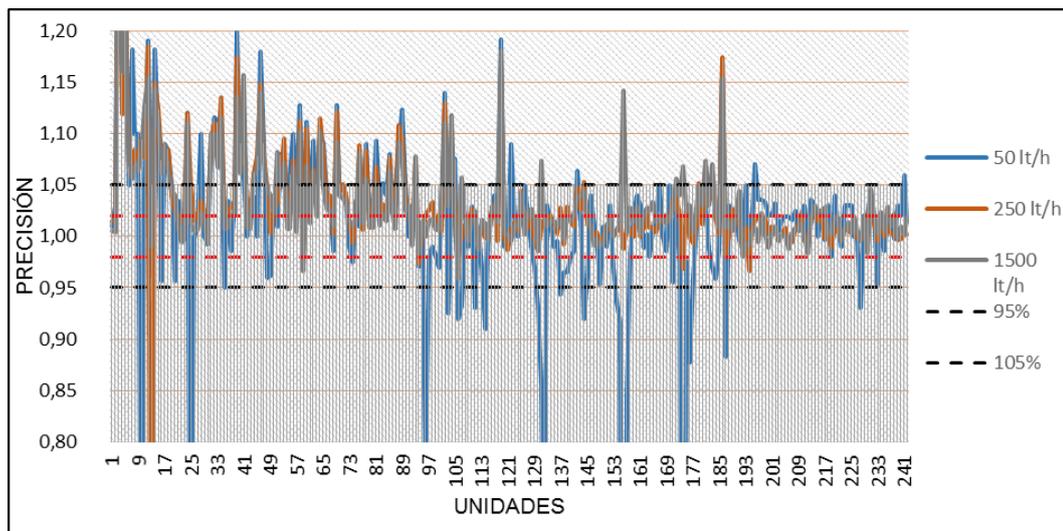


Figura 58: Total medidores Sistema Machángara
Elaborado por: Contribución personal

- La Figura 58 presenta el comportamiento de los medidores del sistema Machángara con respecto al grado de precisión.
- Los picos que presentan sobremedición se encuentran ubicados de manera concentrada en medidores que tienen edades superiores a los 8 años, fenómeno que se visualiza de manera aislada también en medidores que tienen edades entre los 4 y ocho años.
- En gasto bajo hay también picos hacia abajo pero son muy aislados, lo que se concluye que las causas que afectan la sobremedición no están presentes únicamente en gasto medio y alto sino también en gasto bajo.
- Conforme disminuye la edad de los contadores éstos se ubican dentro de los parámetros definidos para medidores operativos.

- La Edad que se podría sugerir de vida útil para este segmento de medidores puede alcanzar los ocho años, luego de hacer una valoración con la curva característica de consumo de los clientes de ETAPA-EP.

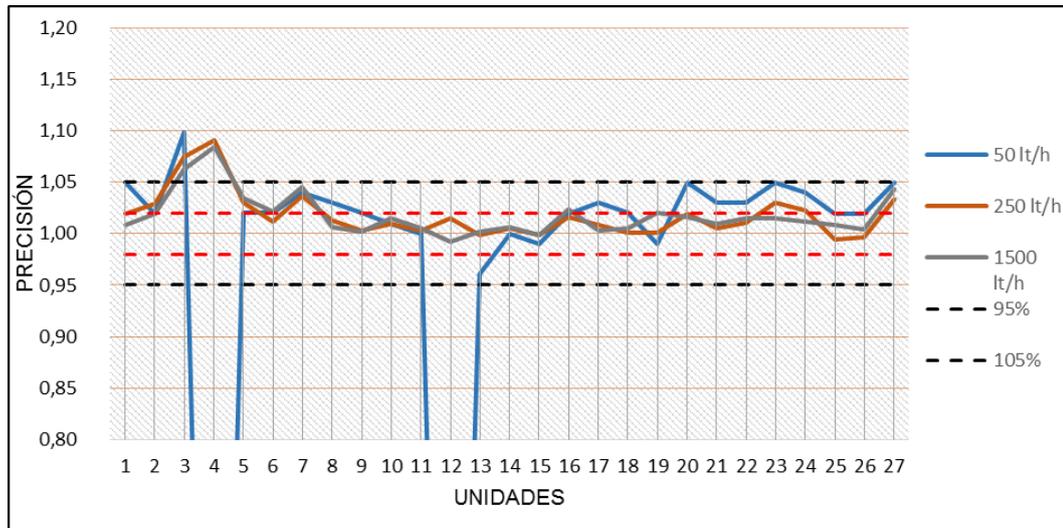


Figura 59: Total Sistema Culebrillas
Elaborado por: Contribución personal

- La Figura 59 presenta el comportamiento de los medidores del sistema Culebrillas que entra en funcionamiento en el año 2006.
- Los picos que presentan sobremedición se encuentran ubicados en medidores que tienen edades entre ocho y nueve años.
- En gasto bajo se presentan dos casos con fenómenos de submedición.
- Los medidores cuyas edades son inferiores a los ocho años se encuadran dentro de los valores definidos como operativos, con una ligera tendencia a sobremedir en medidores más jóvenes.
- No se puede llegar a establecer una conclusión definitiva ya que el número de la muestra de este sistema es algo reducido.

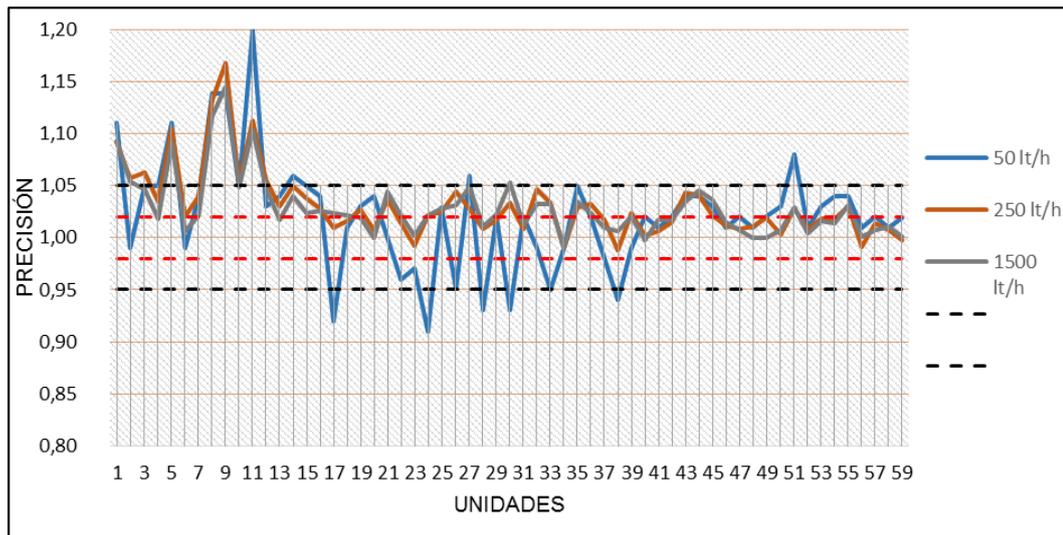


Figura 60: Total Sistema Yanuncay
Elaborado por: Contribución personal

- El Figura presenta el comportamiento de los medidores del sistema Yanuncay cuya planta de tratamiento actual entra en funcionamiento en el año 2006.
- Los picos que presentan sobremedición se encuentran concentrados en medidores que tienen edades superiores a los doce años, esta tendencia puede deberse a que antes de entrar en funcionamiento la planta actual, el sector se proveía de agua de un sistema rural, con las implicaciones que se podrían derivar de dicha situación y que se reflejan justamente en el comportamiento de los medidores antiguos.
- En gasto bajo se presentan cuatro casos con fenómenos de submedición, pero de magnitudes muy reducidas.
- Los medidores cuyas edades son inferiores a los once años se encuadran dentro de los valores definidos como operativos.
- Para este sistema se sugeriría el cambio de todos los medidores cuyas edades superen los doce años y establecer una vida útil de los medidores de quince años.

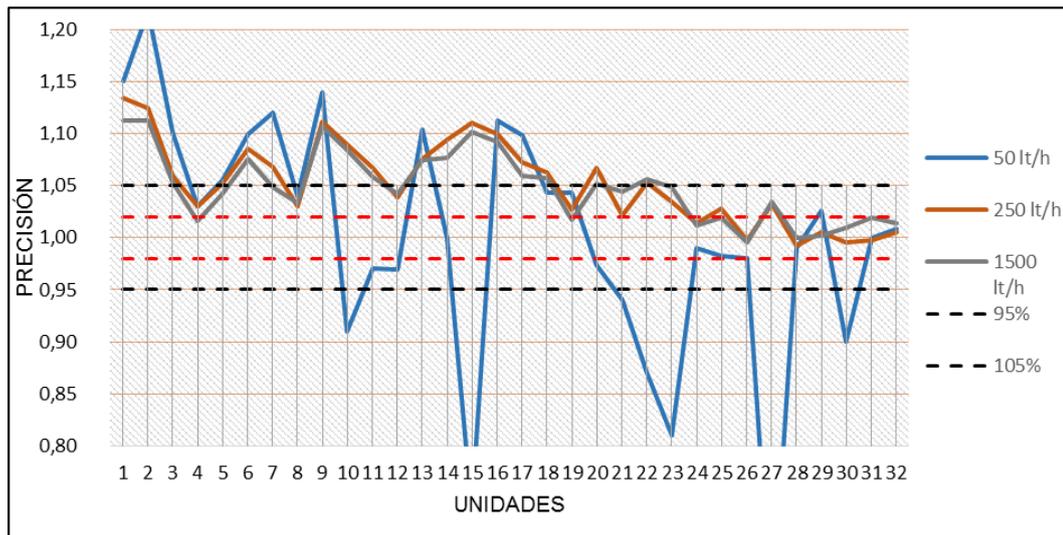


Figura 61: Medidores Instalados en el Centro Histórico
Elaborado por: Contribución personal

- El centro Histórico no se ha incorporado dentro del análisis de los sistemas debido a que éste, hasta hace aproximadamente cuatro años era abastecido del sistema Machángara y ahora se lo hace del Sistema Tomebamba.
- El comportamiento de los medidores desde la perspectiva de la exactitud hasta hace 7 años es muy semejante al de los medidores del sistema Machángara, mientras que para edades inferiores a éste valor su comportamiento es semejante a los del sistema Tomebamba.
- Los picos que presentan sobremedición se encuentran concentrados en medidores que tienen edades superiores a los ocho años.
- En gasto bajo se presentan cinco casos con fenómenos de submedición de magnitudes variadas.
- Los medidores cuyas edades son inferiores a los ocho años se encuadran dentro de los valores definidos como operativos.
- Para este sistema se sugeriría el cambio de todos los medidores cuyas edades superen los ocho años y establecer una vida útil de los medidores de quince años.
- Sin embargo, hay que prestar atención en estudios a futuro puesto que es la parte de la infraestructura más antigua, sea esta pública o privada correspondiente a las edificaciones.

Tabla 22. Grado de precisión en función de caudales y edades por sistema

SISTEMA	AÑOS DE INSTALACIÓN	CAUDAL DE PRUEBA Lts/h.							
		10	15	20	30	50	250	750	1500
TOMBAMBA	HASTA 2002	60%	80%	83%	98%	99%	100%	101%	101%
	2003 Y 2006	21%	50%	70%	87%	98%	102%	102%	102%
	2007 Y 2010	5%	19%	49%	82%	95%	100%	100%	100%
	2011 Y 2014	27%	57%	76%	94%	99%	100%	101%	101%
MACHANGARA	HASTA 2002	56%	74%	86%	95%	108%	107%	105%	110%
	2003 Y 2006	30%	57%	76%	95%	103%	105%	104%	104%
	2007 Y 2010	6%	27%	56%	87%	97%	101%	102%	102%
	2011 Y 2014	31%	62%	80%	95%	100%	101%	102%	102%
YANUCAY	HASTA 2002	57%	82%	96%	100%	105%	106%	105%	105%
	2003 Y 2006	44%	62%	71%	97%	104%	105%	104%	104%
	2007 Y 2010	3%	20%	42%	87%	99%	102%	103%	102%
	2011 Y 2014	38%	65%	87%	101%	103%	102%	102%	102%
CULEBRILLAS	2003 Y 2006	17%	36%	58%	89%	94%	103%	103%	103%
	2007 Y 2010	2%	28%	61%	82%	88%	101%	101%	101%
	2011 Y 2014	63%	92%	100%	103%	104%	101%	102%	102%
CENTRO HISTÓRICO	HASTA 2002	70%	94%	100%	105%	118%	113%	112%	111%
	2003 Y 2006	30%	56%	72%	95%	103%	107%	106%	106%
	2007 Y 2010	1%	9%	36%	84%	89%	103%	103%	103%
	2011 Y 2014	25%	64%	85%	99%	98%	100%	101%	101%

Elaborado por: Contribución personal

Es necesario aclarar que en la Tabla 22 se incorpora todos los valores de caudal sobre los cuales se realizó la prueba, cabe destacar que los análisis anteriores consideran caudales de 50, 250 y 1500 Lt/h.

Los caudales restantes se requieren para determinar el ERROR MEDIO PONDERADO.

De lo ilustrado en la Tabla 22 se puede hacer las siguientes observaciones:

- Los medidores que tienen un mejor comportamiento son aquellos que se encuentran instalados en el área de cobertura del sistema Tomebamba.
- Es preocupante el hecho de la incidencia de los medidores con sobremedición que datan del año 2008 (8 años o más), para atrás, instalados en el área de cobertura del sistema Machángara presenten sobremedición.
- Desde la perspectiva de la Empresa el comportamiento de los medidores en el límite inferior de exactitud, no es el mejor sin embargo no es crítico, debiendo hacerse un seguimiento periódico a fin de establecer el punto de equilibrio en el cual ya este efecto genere perjuicio para ETAPA-EP.

- Para establecer la incidencia que tiene el grado de precisión sobre todo en el límite inferior de exactitud se debe contrastar el perfil de consumo característico de los usuarios del servicio que presta ETAPA EP, es decir determinar rangos y dentro de esos rangos cuantificar el volumen consumido.

Desde un análisis más detallado se puede observar:

- El comportamiento de los medidores es muy semejante desde la perspectiva de marcas y modelos.

En resumen, los medidores instalados en el área de cobertura del sistema Machángara son los que tienen más pronunciado la tendencia a la sobremedición, se presume que este fenómeno es consecuencia de la reducción de los orificios de la cámara de medida por la incrustación de partículas de tamaños muy finos presentes en el agua proveniente de dicho sistema, otro elemento a tener presente son las prácticas inadecuadas en ciertos casos en la reparación de la redes. Es conveniente implementar frecuencias más cortas de mantenimiento (lavado) preventivo de la red.

Los dispositivos de medida son los últimos elementos en recibir material que se sedimenta en la cámara de medición afectando la calidad de medida, para ilustrar se adjunta algunas fotografías que representa un denominador común de los medidores especialmente los instalados en el sistema Machángara.



*Figura 62: Estado de medidores sistema Machángara
Fuente: Contribución personal*



*Figura 63: Estado de medidores sistema Machángara
Fuente: Contribución personal*

INSTALACIÓN DE MEDIDORES

Uno de los aspectos críticos a considerar es la colocación de los medidores, que de su forma de hacerlo dependerá también su durabilidad y su precisión.

Uno de los elementos que se debe considerar es que, de acuerdo a los modelos o marcas de medidores, la posición juega un papel fundamental a la hora de garantizar la clase metrológica indicada con el cual fue diseñado, colocado en otra forma este aspecto se deteriora.

La posición correcta de instalación es la vertical, es decir el eje de la turbina debe estar en una perpendicular al plano horizontal.

Una práctica usada frecuentemente en nuestro medio es la utilización de cajas de protección del medidor, la cual va colocada en la parte frontal de la vivienda o del cerramiento, la utilización de esta caja posibilita entre otras cosas:

- Fácil lectura, mejorando los rendimientos del personal.
- Incremento en el índice de micromedición al capturarse mayor número de lecturas, evitando asimismo acumulación de consumos.
- Facilidad de control al encontrarse a la luz los medidores, evitando el retiro de la instalación por parte de los clientes.
- Espacio suficiente para la instalación del dispositivo de corte del servicio.
- Facilidad de manipulación por parte del personal de la Empresa para efectos de mantenimiento.
- Colocación correcta garantizando una mayor vida útil del aparato.
- Cuidado de la salud del personal operario tanto de lecturas como de operación y mantenimiento.

A continuación, se presentan dos Figuras, el primero para el diseño de la caja de protección que es utilizada y el segundo corresponde a un caballete con sus accesorios componentes para la instalación del medidor conforme se señala en las Especificaciones Técnicas de ETAPA-EP, para instalaciones domiciliarias.

5.4 Comportamiento de los medidores por modelos o marcas

En un cuadro que lo repetimos más adelante titulado “COMPOSICIÓN DEL PARQUE DE MEDIDORES INSTALADOS A DICIEMBRE DE 2015”, se puede observar que las marcas han sido introducidas por periodos, lo que equivale a dentro de un mismo periodo no se han repetido más de una marca, por ejemplo, hasta el año 2003 la predominancia de medidores instalados han sido IBERCONTA, en el año 2004, han sido ACTARIS, 2006 al 2011 han sido fundamentalmente ELSTER, únicamente para el 2012 hay una variedad de marcas.

De lo anterior se deduce que en el comportamiento del medidor no tiene mayor incidencia la marca, sino éste depende de otros parámetros como es el sistema del cual se abastecen y de la edad de estos.

Sin embargo, es importante señalar que la sobremedición presente dentro del segmento de medidores entre los años 2011 y 2014, del sistema Machángara se presenta en medidores ELSTER Modelo MX, un detalle importante para profundizar el análisis a futuro para definir muy probablemente que además de los problemas que acusa el sistema se suma un elemento adicional como es el modelo de medidor.

Tabla 23. Composición del parque de medidores instalados a diciembre 2015

AÑO	MARCA								TOTAL	% AÑO	EDAD	ACUMULADO
	N/i	IBER AURUS	ACTARIS	ELSTER	BY METTERS	B METTERS	ITRON	OTROS				
N/IDENTIFICADO	179	-	-	-	-	-	-	-	179	0,14%		0
< = 2000	-	403	-	-	-	-	-	-	446	0,36%	20	0,50%
2001	-	1.184	-	-	-	-	-	-	1.184	0,95%	15	1,45%
2002	-	7.191	-	-	-	-	-	-	7.191	5,75%	14	7,19%
2003	-	9.472	-	-	-	-	-	-	9.472	7,57%	13	14,76%
2004	-	-	27.151	-	-	-	-	-	27.151	21,70%	12	36,47%
2005	-	1.387	-	-	-	-	-	-	1.387	1,11%	11	37,57%
2006	-	-	-	5.933	-	-	-	-	5.933	4,74%	10	42,32%
2007	-	-	-	9.555	-	-	-	-	9.555	7,64%	9	49,95%
2008	-	-	-	11.830	-	-	-	-	11.830	9,46%	8	59,41%
2009	-	-	-	7.535	-	-	-	-	7.535	6,02%	7	65,43%
2010	-	-	-	6.647	-	-	-	-	6.647	5,31%	6	70,74%
2011	-	-	-	8.441	-	-	-	-	8.441	6,75%	5	77,49%
2012	-	-	-	2.050	2.151	1.438	7.160	-	12.799	10,23%	4	87,72%
2013	-	-	-	10.366	-	-	-	-	10.366	8,29%	3	96,01%
2014	-	-	-	1.350	-	-	-	-	1.350	1,08%	2	97,08%
2015	-	-	-	3.648	-	-	-	-	3.648	2,92%	1	100,00%
TOTAL	179	19.637	27.151	67.355	2.151	1.438	7.160	43	125.114	100,00%		
% POR MARCA	0,14%	15,70%	21,70%	53,83%	1,72%	1,15%	5,72%	0,03%	100,00%		8,44	

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

CAPÍTULO VI

6. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE CONSUMO DE LOS CLIENTES DEL SERVICIO Y DETERMINACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO

6.1 Perfil de Consumo de los Clientes del Servicio Provisto por ETAPA-EP

Uno de los problemas latentes que tienen los prestadores del servicio de agua potable, y de eso no está exenta ETAPA-EP, es el desconocimiento de una serie de elementos para gestionar de mejor manera el suministro del servicio, como es el caso de la carencia del perfil de consumo de sus abonados, situación que ha provocado que se apoye en definiciones muy generales, hecho que no es muy real como se puede demostrar con el estudio del estado del parque de micromedidores desarrollado en capítulos anteriores en donde se puede establecer que cada localidad e incluso dentro de esta cada sistema de abastecimiento tiene su propia particularidad.

Se desconoce con precisión:

¿A qué horas se realizan los consumos para optimizar las presiones en la red y con eso evitar fugas?

¿En qué caudales se realizan los consumos domiciliarios para definir adecuadamente las especificaciones o requerimientos de contadores que se deben instalar a las entradas de las edificaciones?

¿Podemos establecer cuánta agua estamos dejando de registrar por no cambiar los medidores en el momento adecuado?

¿Conocemos cuánto incide el estado actual de parque de medidores en el índice de pérdidas que tiene ETAPA-EP?

¿Es conveniente, desde una perspectiva de rentabilidad para ETAPA-EP, el cambio de clase metrológica a una superior?

Estas y otras interrogantes pueden surgir en el momento que analizamos con una nueva visión la eficiencia y eficacia que tiene un prestador del servicio.

6.1.1. Definición

El perfil de consumo de los clientes lo definimos como el histograma que representa el comportamiento del consumo de los abonados o usuarios del servicio que nos permite cuantificar y cualificar las variaciones a lo largo de un periodo de tiempo.

A modo de ejemplo la Figura 66 establece los porcentajes de los volúmenes consumidos por los clientes a lo largo de diferentes tramos de caudal elaborados para la ciudad de Bogotá.

Otro histograma que representa el perfil de consumo de los usuarios son los volúmenes consumidos a lo largo de las horas.

Para fines nuestros y del presente estudio nos referiremos al primero.

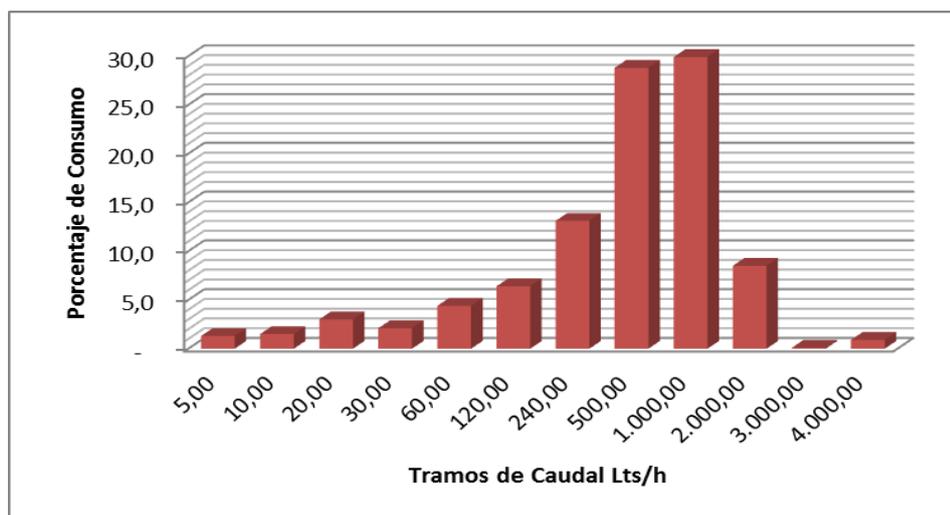


Figura 66: Histograma de Consumo generado para la ciudad de Bogotá

Fuente: (Garzón Orduña, 2014)

6.1.2. Criterios para su Construcción.

Se parte de una premisa, la inexistencia marcada de estaciones climáticas que hagan diferir el perfil de consumo de un periodo a otro.

Una consideración importante en nuestro medio es que tampoco existen hábitos mayormente diferentes entre segmentos socioeconómicos.

En la ciudad de Cuenca no existen cinturones de miseria que definan comportamientos diferentes en la forma de consumo.

Estos elementos y varios otros permiten simplificar la muestra de los clientes a los cuales se les hace el estudio, para extrapolar a toda la población de la ciudad.

Los recursos disponibles para el estudio son limitados lo que imposibilita también adquirir un gran número de dispositivos que capturen información para la construcción del perfil, siendo necesario para ampliar la cobertura mantenerlos un periodo de tiempo de seis meses en una instalación.

La información con la que se trabaja es la disponible en ETAPA-EP, y data desde septiembre de 2014, con un número inicial de 50 contadores, a los que se les mantuvo instalados en igual número de usuarios por un periodo de ocho meses, para luego retirarlos e instalarlos en otras domiciliarias. Posteriormente ETAPA-EP adquiere un nuevo grupo de contadores (80 unidades) para ampliar la muestra y lograr mayor representatividad.

La información ha sido recuperada en periodos mensuales, pero sin haberla procesado, ésta ha sido depositada en un archivo el que se ha puesto a disposición para el presente estudio.

Los dispositivos con los cuales se captura la información comprenden medidores electrónicos, en el que almacena y luego es recuperada a través de un Terminal Portátil de Lectura (TPL), y de este trasladarla a un microprocesador.

6.1.3 Generalidades de los Medidores Electrónicos

Los medidores electrónicos son aquellos que disponen de una parte mecánica que entra en contacto con el agua, siendo ésta la que genera el movimiento al atravesar la sección del medidor, capta el flujo e integra con la electrónica necesaria que posibilita el registro de dicho flujo en consumo de agua.

Los algoritmos electrónicos integrados de los medidores de esta categoría elaboran y proporcionan parámetros estadísticos, datos de consumo y caudales mediante índices registrados previamente en la memoria interna del contador.

La parte mecánica del medidor y la normativa aplicada es la misma que se menciona en capítulos previos de este mismo estudio, teniendo en consideración que en base a los objetivos a cumplir por estos equipos éstos deben tener características muy superiores en lo relacionado al grado de exactitud.

Para el presente caso los medidores utilizados en la captura de información son de la marca ELSTER modelo Y290, fabricados en España, las características generales se describen en los siguientes párrafos que son tomados de la Oferta ganadora del Proceso de Subasta Inversa REA-SIE-ETAPA01-2015. (ETAPA-EP, 2015)

El contador Y290 es la herramienta de gestión del agua domiciliaria. Sus características le convierten en un contador de gran precisión, con un rango dinámico hasta R250. Este contador está especialmente indicado para proporcionar datos estadísticos sobre el consumo de agua. El contador dispone también de un detector de fugas con un indicador de alarma, lo que proporciona una perfecta herramienta para el control y mantenimiento de la red de distribución del agua. Su pantalla LCD proporciona información sobre el sentido del flujo, error, fuga y nivel de batería. Este contador está indicado para el registro del consumo de agua domiciliaria hasta 30°C. Así mismo, está preparado para la integración en los sistemas de telelectura evolution® de Elster Iberconta. (CATÁLOGO DEL PRODUCTO)

Especificaciones generales requeridas para los medidores:

CARACTERÍSTICAS

Principio de funcionamiento:

Los medidores cumplen los siguientes parámetros metrológicos:

Caudal de arranque		< ó =	3 l/h
Caudal Mínimo	Q1(+/-5%)	< ó =	10 l/h
Caudal de Transición	Q2 (+/-2%)	< ó =	16 l/h
Caudal Nominal	Q3 (+/-2%)	< ó =	2500 l/h
Caudal de sobrecarga	Q4 (+/-2%)	< ó =	3125 l/h

Es decir, de una clase metrológica superior a la C definida en la norma ISO 4064. O un Rango de medida R250 o superior establecida en las normas UNE-EN 14154-1:2005+A2:2012

El tamaño y la longitud medida entre los extremos de rosca que cumplen los medidores son los siguientes:

Tamaño (diámetro)	15mm (½ pulgada)
Longitud entre roscas	entre 110 y 190 mm

Característica de la parte Electrónica

Visualización

Los datos e informaciones proporcionadas por el microcontrolador se visualizan en una pantalla de cristal líquido (LCD) en la que figuran las siguientes:

- 4 dígitos para totalización de m³.
- 3 dígitos para submúltiplos de m³.
- Indicador de nivel de batería.
- Indicador de fuga (F). Se activará cuando el medidor trabaja en un caudal por debajo del de consigna durante un periodo superior al programado.
- Indicador de sentido de flujo.

Sensibilidad

No debe tener ningún rozamiento en su transmisión ni en el totalizador.

El medidor arranca a menos de 3 lt/hora partiendo del medidor parado y detenerse a un caudal cercano menor de 2 lt/h cuando el medidor venga con inercia.

Robustez

El medidor soporta durante su vida útil las condiciones de trabajo en ambientes con alto índice de humedad y de polvo. Resistente a impactos y no corrosiva al ambiente, IP 68 (mínimo) e IK 08 (mínimo).

INFORMACION EXTENDIDA

La información que almacena y proporciona el medidor es:

- Índice, con fecha y hora de lectura
- Número de arranques del medidor
- Tiempo en el cual el medidor se ha encontrado sin funcionamiento
- Tiempo en el cual el medidor se encuentra funcionando a caudales bajos (parametrizables en cualquier momento)
- Lecturas en instantes programables (mínimo seis valores diarios)
- Lecturas de los últimos periodos definidos
- Caudales máximos y mínimos, fechas y horas de ocurrencia y su duración
- Histogramas de caudales de uso
- Consumos de franjas horarias (mínimo seis franjas programables)
- Consumos en tramos de caudal y su duración, fecha y hora (mínimo seis franjas programables)
- Tiempos, volumen y caudal en estado invertido con sus fechas.
- Capacidad mínima de almacenamiento 30000 datos
- Estado de la batería
- Información básica del medidor (número de serie, fecha de instalación, tipo de medidor)

6.1.3. Captura y Procesamiento de Información

Captura de datos

Para el caso presente la captura de información del medidor se evacúa los datos a un Terminal Portátil del Lecturas TPL, en formato compatible a Excel (Windows), a través de un Módulo de Interfaz de Comunicación, conectores de instalación y software para la recuperación y gestión de la información extendida.

El archivo es transferido a EXCEL hoja electrónica que permite hacer el procesamiento de datos concentrados fundamentalmente en la información extendida relacionada con el caudal y consumos efectuados en dichos caudales.

La información evacuada desde el medidor al Terminal Portátil del Lecturas TPL, se ilustra en el siguiente Figura tomada de la pantalla de la PC.

Figura 67: Información del medidor generado por TPL

Fuente: ETAPA EP

La información procesa en EXCEL se presenta en partes en las siguientes tablas, debiendo precisarse que no es toda la información disponible, sino únicamente la que interesa para el presente proceso.

Tabla 24. Información del medidor procesada en EXCEL

INFORMACIÓN EXTENDIDA PROCESADA																						
FECHA DE LECTURA	HORA DE LECTURA	CONTADOR	ULTIMA LECTURA	LECTURA ANTERIOR	FECHA DE LECTURA	DIAM.	TRAMO HORARIO DE CONSUMO															
							NOMIN	HORA	VOLUMEN	HORA	VOLUMEN											
ÚLTIMA	ÚLTIMA	NUMERO	en lts.	en lts.	ANTERIOR	CONTAD	TRAMO	REGISTRAD	TRAMO	REGISTRAD	TRAMO	REGISTRAD	TRAMO	REGISTRAD	TRAMO	REGISTRAD	TRAMO	REGISTRAD				
11/01/2016	9:21:48	82429620	18620,1	13360	09/12/2015	15	0-4H	231,6	4-8H	4307,5	8-12h	8195,9	12-16h	3581,5	16-20h	1834,9	20-24h	469,6				
11/01/2016	9:26:14	82429586	193683,2	148430	09/12/2015	15	0-4H	13141,6	4-8H	30612	8-12h	49311,1	12-16h	52514,9	16-20h	30201,2	20-24h	17911,1				
11/01/2016	9:30:32	82429631	125344,4	100740	14/12/2015	15	0-4H	1459,1	4-8H	19104,5	8-12h	38647,6	12-16h	31144,5	16-20h	18668,2	20-24h	16320,9				
11/01/2016	10:04:39	82429599	135480	111290	09/12/2015	15	0-4H	1128,5	4-8H	7859,7	8-12h	34802,1	12-16h	32486,1	16-20h	39677,2	20-24h	19530,7				
11/01/2016	10:07:53	82429598	96099,2	79960	09/12/2015	15	0-4H	281	4-8H	15382,6	8-12h	25184,1	12-16h	19314,9	16-20h	23965,6	20-24h	11983,2				
11/01/2016	10:11:27	82429591	186164	145950	09/12/2015	15	0-4H	1268,9	4-8H	29525,1	8-12h	49176,8	12-16h	54186,1	16-20h	38756	20-24h	13266				
11/01/2016	10:14:17	82429597	95354,6	80340	09/12/2015	15	0-4H	1608,8	4-8H	17652,1	8-12h	10756,2	12-16h	15821	16-20h	26625,5	20-24h	22891,9				
11/01/2016	10:19:43	82429594	96477,2	77600	09/12/2015	15	0-4H	42,3	4-8H	9331,3	8-12h	23104,8	12-16h	30595,2	16-20h	26925,9	20-24h	6500,7				
11/01/2016	10:25:15	82429592	209505	156360	09/12/2015	15	0-4H	3069,8	4-8H	34866,6	8-12h	55848,7	12-16h	46118,3	16-20h	44936,4	20-24h	24688,5				
11/01/2016	10:31:38	82429646	34660,1	26390	09/12/2015	15	0-4H	690,9	4-8H	2299,5	8-12h	11202	12-16h	10204,2	16-20h	8531,5	20-24h	1742,1				
11/01/2016	10:38:17	82429645	72321,3	56250	09/12/2015	15	0-4H	45,3	4-8H	13613,3	8-12h	18694,4	12-16h	20430,6	16-20h	17713	20-24h	1829,3				
11/01/2016	10:45:59	82429647	209280	164370	09/12/2015	15	0-4H	1303,3	4-8H	32924,4	8-12h	52426,1	12-16h	58478,3	16-20h	47723,8	20-24h	16423,9				
11/01/2016	10:50:39	82429648	72708,4	58810	09/12/2015	15	0-4H	351	4-8H	9707,5	8-12h	24736,2	12-16h	19900,5	16-20h	12186,2	20-24h	5826,8				
11/01/2016	10:59:57	82429654	72684,2	57870	09/12/2015	15	0-4H	8731,9	4-8H	10308	8-12h	14258,5	12-16h	15295,3	16-20h	12519,5	20-24h	11570,7				
11/01/2016	11:05:03	82429653	74984,2	63570	09/12/2015	15	0-4H	350	4-8H	4815,6	8-12h	25447,1	12-16h	25903,8	16-20h	16257,6	20-24h	2210,3				
11/01/2016	11:19:40	82429593	42248,4	32350	09/12/2015	15	0-4H	1009,8	4-8H	2463,2	8-12h	8621,5	12-16h	13266,2	16-20h	15398,7	20-24h	1504,9				
11/01/2016	11:30:55	82429651	81663,7	59890	11/12/2015	15	0-4H	1980,7	4-8H	12165,2	8-12h	14607,6	12-16h	24799,5	16-20h	22455,9	20-24h	5706,3				

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

Tabla 25. Volumen registrado en 13 tramos de caudal Q(Lt)

TRAMO	VOL (lts)																								
Q/h	REGIST																								
2,5	366,2	5,6	1215,6	10	1136,2	15,8	1036,6	23,5	641,3	40	848,8	80	1050,7	157	3789,4	315	6475,8	675	13225,7	1350	27942,5	2375	5,8	6553,5	0
2,5	169,1	5,6	707,5	10	405,8	15,8	157,5	23,5	126,4	40	314,9	80	296,9	157	1518,6	315	11921,4	675	36174,1	1350	19892,3	2375	87,2	6553,5	0
2,5	40,1	5,6	89,8	10	104,2	15,8	89,2	23,5	88	40	362	80	265,2	157	445,9	315	2713,4	675	72664,9	1350	2754,3	2375	5	6553,5	0
2,5	791,6	5,6	3680	10	5925,5	15,8	8113,1	23,5	7078,4	40	4554,9	80	2068,6	157	5643,4	315	19752,2	675	103186,3	1350	4817,7	2375	5	6553,5	0
2,5	315,7	5,6	1665,1	10	2804,1	15,8	2850,5	23,5	1776,9	40	2723,3	80	5065,2	157	4812,6	315	39892,8	675	71159,4	1350	25154,7	2375	5	6553,5	0
2,5	0,7	5,6	8,7	10	40,5	15,8	829,4	23,5	20441,6	40	63875,5	80	25204,8	157	2109,7	315	17225,8	675	21363,4	1350	159	2375	5	6553,5	0
2,5	51,5	5,6	118	10	157,6	15,8	157,5	23,5	165,8	40	329,7	80	461,5	157	1760,4	315	36413,5	675	45761,5	1350	16453	2375	5,1	6553,5	0
2,5	462,6	5,6	2173,1	10	4194,3	15,8	6504,6	23,5	7875,3	40	12911,8	80	14353,3	157	27046,7	315	71449,2	675	109141,3	1350	22176,9	2375	5201,2	6553,5	0
2,5	177,1	5,6	1024,4	10	1858,3	15,8	1917,8	23,5	3614,2	40	2887,9	80	1373,6	157	3385,4	315	31086,5	675	227408,6	1350	46614,1	2375	9,5	6553,5	0
2,5	0,4	5,6	3,2	10	11,2	15,8	8,7	23,5	10,2	40	25,7	80	37,1	157	102,5	315	110	675	966	1350	110,9	2375	5	6553,5	0
2,5	309,4	5,6	2154,7	10	10106,2	15,8	10292,8	23,5	19835,2	40	74434,4	80	119175	157	47125,6	315	80705,4	675	364830,1	1350	16997,5	2375	11	6553,5	0
2,5	486,9	5,6	1889,6	10	2862,7	15,8	2474,3	23,5	4003,7	40	4979,2	80	6200,9	157	11915,1	315	70898,4	675	162830,5	1350	80181,6	2375	171,6	6553,5	0,1
2,5	211,6	5,6	1055,4	10	5072	15,8	13853,9	23,5	11443,2	40	6913,9	80	7041,3	157	16033,2	315	17796,8	675	134515,1	1350	114854,3	2375	5	6553,5	0
2,5	220	5,6	1894,8	10	5497,8	15,8	7830,7	23,5	6049,7	40	6813,9	80	1547	157	1912,4	315	11589,3	675	74873,2	1350	15331,2	2375	113,4	6553,5	6,6
2,5	37,8	5,6	142,8	10	418,1	15,8	695,5	23,5	610,8	40	1014,7	80	1096,7	157	1811,6	315	11754,4	675	36446,2	1350	6554,3	2375	44,8	6553,5	458
2,5	370,5	5,6	797,5	10	556	15,8	332,9	23,5	310,8	40	550,4	80	1180,9	157	6009,6	315	18421,7	675	41434,2	1350	2983,4	2375	161,7	6553,5	1127,4
2,5	39,5	5,6	224,6	10	713,5	15,8	725,4	23,5	748,6	40	1487,3	80	4588,6	157	3545,2	315	17643,5	675	111386,6	1350	2401,5	2375	204,6	6553,5	230,2
2,5	405,4	5,6	1754,5	10	11454,3	15,8	30130	23,5	28577,5	40	40955,6	80	9367,5	157	17551,8	315	43301,3	675	141923,6	1350	70644,2	2375	5001,5	6553,5	1009,2
2,5	981,9	5,6	6963,7	10	12001,5	15,8	11651,9	23,5	7854,9	40	4090,9	80	2601,2	157	4725,8	315	17489,7	675	132489,4	1350	164441,2	2375	1081	6553,5	0
2,5	104,8	5,6	499,3	10	554,9	15,8	835,3	23,5	787,7	40	1075,9	80	1314,7	157	4396,4	315	15639,4	675	58188,9	1350	15927,8	2375	7,2	6553,5	0
2,5	161,4	5,6	374,2	10	204,5	15,8	128,5	23,5	85,9	40	38322,8	80	30023,7	157	19969,9	315	10372	675	8248,5	1350	6567,7	2375	135,2	6553,5	152,3
2,5	991,7	5,6	2786,4	10	1715,8	15,8	901,4	23,5	511,4	40	614,9	80	1139,8	157	5389,7	315	26710,4	675	52475,9	1350	17,5	2375	36,2	6553,5	0,1
2,5	186,2	5,6	641,6	10	415,6	15,8	454,7	23,5	692	40	489,9	80	579,8	157	1458,9	315	5579,8	675	97487,3	1350	18557,3	2375	103,9	6553,5	0
2,5	506,9	5,6	1857,9	10	1526,4	15,8	1572,3	23,5	1446,4	40	2272,9	80	5575,6	157	34272,3	315	94018,8	675	68345,3	1350	4053,8	2375	5	6553,5	0
2,5	76,5	5,6	161,7	10	339,5	15,8	1871,3	23,5	3765,5	40	2171,9	80	922,9	157	2234	315	51666,9	675	51704,2	1350	114,4	2375	7,5	6553,5	0
2,5	641,8	5,6	3280,8	10	2920,2	15,8	1780,3	23,5	884,8	40	517,2	80	961,1	157	2203,9	315	3832,2	675	10270,4	1350	13011,4	2375	5	6553,5	0
2,5	24,7	5,6	52,9	10	128,5	15,8	149,2	23,5	155,2	40	289,7	80	445,3	157	954,2	315	6384,1	675	60876,5	1350	10407,5	2375	5,1	6553,5	0
2,5	10,1	5,6	38,8	10	48	15,8	40,8	23,5	73,4	40	98,6	80	141,8	157	406,5	315	2989,2	675	6992,9	1350	8867,3	2375	164,8	6553,5	0,1
2,5	22,9	5,6	95,1	10	192,1	15,8	151,3	23,5	137,9	40	324,4	80	536	157	1473,1	315	7260,3	675	64744,5	1350	30000,3	2375	14,1	6553,5	228
2,5	742	5,6	4466,7	10	3496,8	15,8	1534,3	23,5	1344,3	40	1663,5	80	4155,9	157	16431,6	315	31837,2	675	81339	1350	15432,6	2375	5	6553,5	0
2,5	869	5,6	3499,7	10	4935,2	15,8	4692,8	23,5	4180,2	40	7239,9	80	9189,4	157	23347,7	315	74382,2	675	184895,7	1350	15201,1	2375	1385,4	6553,5	0
2,5	473,5	5,6	3546,3	10	17814,5	15,8	13326,6	23,5	9271,6	40	17788,7	80	20065	157	35463	315	106183,7	675	294960,2	1350	145682,6	2375	14875	6553,5	0,1
2,5	836,1	5,6	6276,9	10	18683,7	15,8	17938,4	23,5	11275,5	40	25745,4	80	81734,4	157	116945	315	83442,9	675	290822	1350	77627,5	2375	133,2	6553,5	0
2,5	215,8	5,6	2249,1	10	10278	15,8	20450,2	23,5	106973,2	40	51980,7	80	3178,6	157	1841,5	315	14034,8	675	91154,6	1350	126681,3	2375	6725,1	6553,5	13,8
2,5	1684,4	5,6	4287	10	11230,7	15,8	28902,8	23,5	36546,1	40	29302,9	80	13299,4	157	21462	315	52708,9	675	266245,4	1350	227085,6	2375	2393	6553,5	73,2
2,5	742,4	5,6	5415,2	10	22376,4	15,8	30747,7	23,5	14459	40	14572,4	80	10299,3	157	7014,7	315	33220,7	675	208085,9	1350	64418	2375	271	6553,5	436,6
2,5	738,6	5,6	4642,6	10	7602,1	15,8	10805,2	23,5	13542,3	40	17096,9	80	18978,1	157	42382	315	68616,2	675	212568	1350	353002	2375	26653	6553,5	873,6
2,5	892,9	5,6	2715,9	10	2294,3	15,8	1159,9	23,5	752,2	40	883,2	80	1457,8	157	3058,5	315	23230,1	675	61578,1	1350	68274	2375	18,2	6553,5	0,1
2,5	216,1	5,6	722,1	10	893,5	15,8	773,9	23,5	693,1	40	1336,2	80	2715,9	157	7521	315	23761,2	675	108035,1	1350	45224,7	2375	53	6553,5	0
2,5	1554,1	5,6	7231,1	10	15969	15,8	20628	23,5	25441,2	40	27509	80	25535,6	157	7855,2	315	31389,3	675	287678,8	1350	142320	2375	4788,4	6553,5	0,1
2,5	1474,8	5,6	8968,2	10	7449,7	15,8	2497,1	23,5	1712,8	40	2137,9	80	4009,4	157	6359,3	315	48444,2	675	202653,1	1350	112461,2	2375	5,2	6553,5	0,1
2,5	717,4	5,6	2026,3	10	1461,7	15,8	2305,6	23,5	29033,9	40	97699,1	80	24911,7	157	15194,2	315	141659,7	675	293300,3	1350	24254,9	2375	251,8	6553,5	0,1
2,5	117,6	5,6	761,8	10	1441,4	15,8	1372,4	23,5	1572,7	40	13991,6	80	8667,1	157	11728,8	315	53591,9	675	136876,6	1350	88396,1	2375	9,1	6553,5	0
2,5	83	5,6	471	10	2102,2	15,8	3702,2	23,5	5899,4	40	13703,8	80	10985,6	157	7509,5	315	19284,1	675	162646,6	1350	26641,1	2375	132	6553,5	0
2,5	2167,7	5,6	7604	10	15396,3	15,8	16365,9	23,5	5466,4	40	3705,4	80	7564,4	157	21011	315	116789,7	675	274933,8	1350	72683,6	2375	6,2	6553,5	0,2
2,5	155,2	5,6	956,9	10	3132,8	15,8	7930,5	23,5	8176,3	40	9343,6	80	5943,4	157	7304,2	315	24930	675	87903,2	1350	20303,5	2375	407,1	6553,5	30
2,5	160,1	5,6	978,1	10	1530,2	15,8	1131,9	23,5	680,8	40	563,4	80	681,8	157	2902,8	315	6155	675	11087,5	1350	18467,1	2375	7485,6	6553,5	0
2,5	26,1	5,6	88,2	10	153,3	15,8	143,4	23,5	131,1	40	277,2	80	630,1	157	2209,4	315	20205,2	6							

6.1.4. Determinación del Perfil de Consumo

Con la información procesada se procede ya a establecer el perfil de consumo de los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Cuenca los mismos que se presentan en la siguiente Tabla y Figura que permite visualizar de mejor manera este componente importante en la gestión del servicio.

La Tabla 26 y Figura 68 corresponde a un análisis comparativo de consumo definido en tramos de caudal.

Tabla 26. Consumos en tramos de Caudal - Cuenca 2015

CAUDAL (l/h)		% CONSUMO	% ACUMULADO
DE	A		
-	2,50	0,16%	0,16%
2,50	5,60	0,84%	1,00%
5,60	10,00	1,83%	2,83%
10,00	15,80	2,30%	5,13%
15,80	23,50	2,51%	7,64%
23,50	40,00	3,91%	11,54%
40,00	80,00	4,13%	15,67%
80,00	157,00	4,32%	19,98%
157,00	315,00	14,22%	34,20%
315,00	675,00	42,33%	76,54%
675,00	1.350,00	22,54%	99,07%
1.350,00	2.375,00	0,91%	99,98%
2.375,00	6.553,50	0,02%	100,00%

Elaborado por: Contribución personal

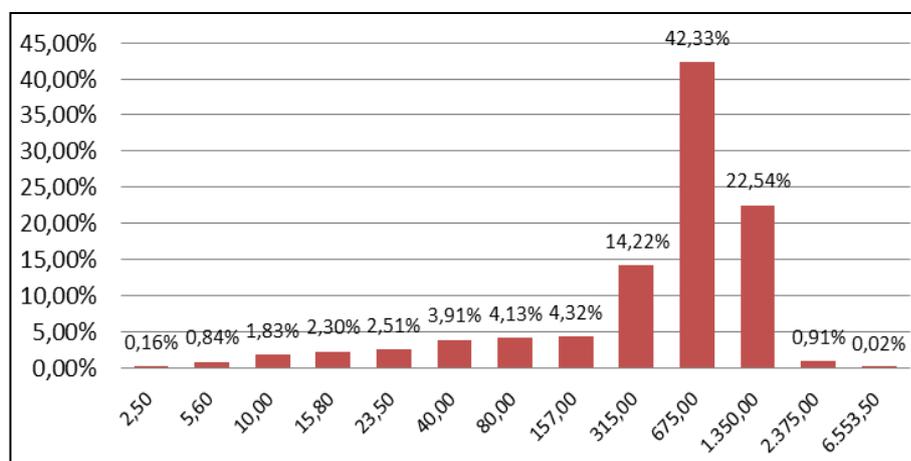


Figura 68: Histograma de consumos en tramos de Caudal - Cuenca 2015

Elaborado por: Contribución personal

Por último es importante presentar también el perfil de consumo desde la perspectiva horaria, en la siguiente tabla y Figura se presenta los porcentajes de consumo efectuados en cada uno de los seis tramos definidos.

Tabla 27. Consumos en tramos Horarios - Cuenca 2015

HORAS		% CONSUMO	% ACUMULADO
DE	A		
-	4,00	5,00%	5,00%
4,00	8,00	16,00%	21,00%
8,00	12,00	25,00%	46,00%
12,00	16,00	22,00%	68,00%
16,00	20,00	19,00%	87,00%
20,00	24,00	13,00%	100,00%

Fuente: ETAPA EP

Elaborado por: Contribución personal

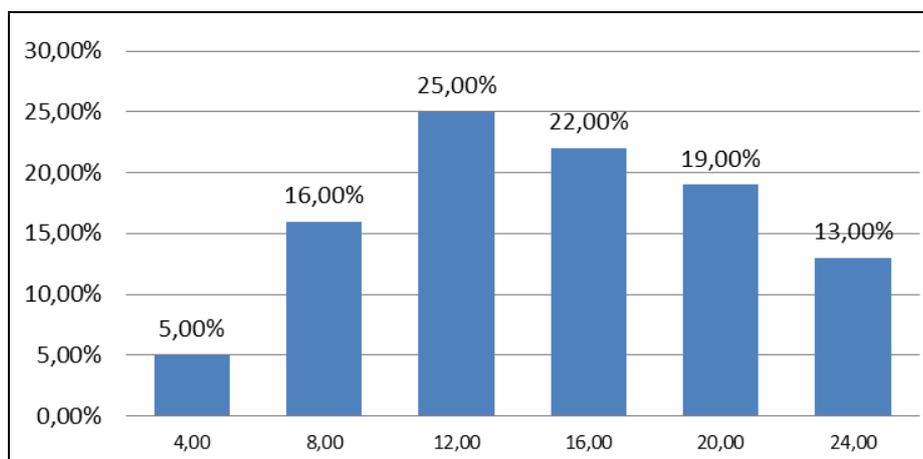


Figura 69: Histograma de consumos en Tramos Horarios – Cuenca 2015

Elaborado por: Contribución personal

A manera de conclusión luego de observar los resultados podemos comentar:

- Hay un importante porcentaje de caudal que se encuentra en riesgo por la calidad de los medidores relacionado con la clase metrológica.
- Conforme a los datos consignados en el perfil de consumo de acuerdo a los tramos de caudal, cerca de un 8% corresponde a valores inferiores al caudal mínimo de los medidores de clase metrológica B.
- Un 79% de volumen registrado se hace dentro de un rango de caudal comprendido entre los 157 Lt/h y los 1350 Lt/h, que en principio está protegido con la calidad de medida de los medidores usados.
- Apenas un 0.02% del volumen consumido estaría próximo al caudal de sobrecarga.

- En lo que se refiere a las características de consumo se puede observar que los mayores volúmenes se hace entre las horas 4 y 24h.
- Existe un importante valor del 5% que es consumido en horario comprendido entre las 0H00 y 4H00, que debe ser profundizado el estudio ya que este valor se puede deber a fugas en el sistema intradomiciliario.
- Se debe indicar que al menos un 19 % de instalaciones presentaron fugas muy pequeñas debido a mal funcionamiento de los accesorios de uso intradomiciliario.

6.2. Error Medio Ponderado

Conocido el estado de los medidores en la ciudad y el histograma de consumo característico nos da una idea muy general de la situación de estos componentes, siendo necesario interpolar éstos para por fin cuantificar que volumen de agua se está dejando de registrar con el parque actual y por ende cuanto se está dejando de facturar, luego será necesario un análisis financiero más detallado de la conveniencia de establecer una nueva política en la selección de los medidores.

Así mismo se puede ya responder a algunas interrogantes establecidas en párrafos anteriores:

¿Cuáles son las horas en las que se realizan los consumos para optimizar las presiones en la red y con eso evitar fugas?

¿Cuáles son los caudales en los que se realizan los consumos domiciliarios para definir adecuadamente las especificaciones o requerimientos de contadores que se deben instalar a las entradas de las edificaciones?

¿Podemos establecer cuánta agua estamos dejando de registrar por no cambiar los medidores en el momento adecuado?

¿Conocemos cuánto incide el estado actual de parque de medidores en el índice de pérdidas que tiene ETAPA.EP?

¿Es conveniente, desde una perspectiva de rentabilidad para ETAPA-EP, el cambio de clase metrológica a una superior?

6.2.1. Definición

El Error Medio Ponderado es un único valor que nos va a dar como resultado del cómputo global en todo el tramo de caudal de los errores que resulten al interpolar la curva característica de consumo con el comportamiento de los medidores a lo largo del tramo analizado. Para ilustrar esta definición vamos a ver el Figura siguiente:

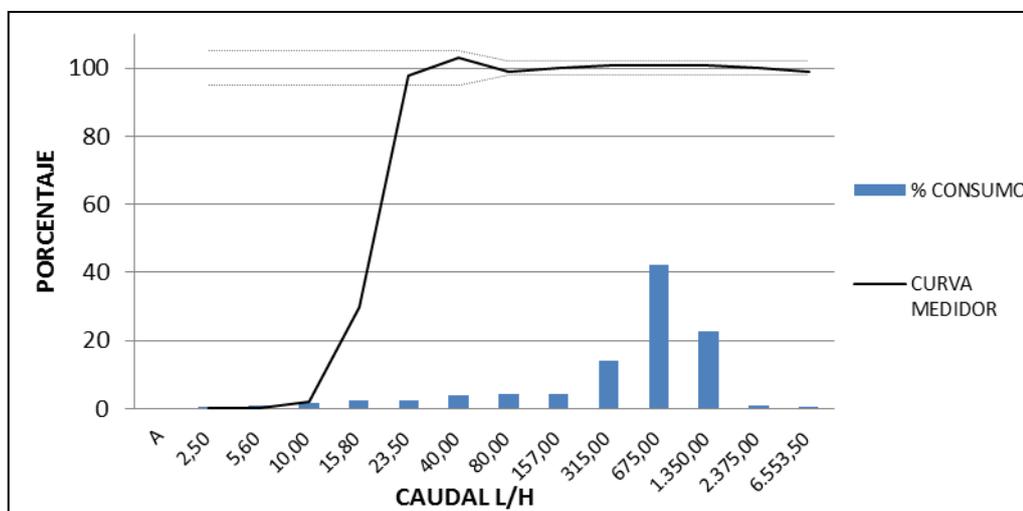


Figura 70: Curva de consumo Cuenca VS Curva de Medidor

Elaborado por: Contribución personal

Para caudales muy bajos de hasta 5,6 lt/h, el medidor instalado en Cuenca no registra cantidad alguna, para caudales entre los 5,60 y 10 lt/h registra una mínima cantidad y así sucesivamente hasta cubrir en todo el tramo de caudal, la acumulación de los errores a lo largo de ese tramo es el Error Medio Ponderado.

6.2.2. Componentes para su Construcción

Los componentes necesarios para establecer el ERROR MEDIO PONDERADO de los medidores instalados en la ciudad de Cuenca son precisamente el estudio presentado en el Capítulo V que corresponde a la determinación del estado actual del parque de micromedidores y la definición del perfil de consumo desde la perspectiva de caudal desarrollado en la parte inicial del presente capítulo.

6.2.3. Intersección de Perfiles de Consumo y Precisión de los Medidores

Los dos componentes necesarios para la determinación del error medio ponderado deben tener una coincidencia en los tramos de caudal, siendo preciso

hacer un ajuste sobre todo en los resultados del estudio de la situación del parque de medidores instalados en la ciudad de Cuenca.

El análisis de los medidores se efectuó en ocho puntos cuyo resumen se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 28. Porcentaje de Registro en los Diferentes Caudales

SISTEMA	AÑOS DE INSTALACIÓN	CAUDAL DE PRUEBA Lts/h.							
		10	15	20	30	50	250	750	1500
TOMBAMBAMBA	HASTA 2002	60%	80%	83%	98%	99%	100%	101%	101%
	2003 Y 2006	21%	50%	70%	87%	98%	102%	102%	102%
	2007 Y 2010	5%	19%	49%	82%	95%	100%	100%	100%
	2011 Y 2014	27%	57%	76%	94%	99%	100%	101%	101%
MACHANGARA	HASTA 2002	56%	74%	86%	95%	108%	107%	105%	110%
	2003 Y 2006	30%	57%	76%	95%	103%	105%	104%	104%
	2007 Y 2010	6%	27%	56%	87%	97%	101%	102%	102%
	2011 Y 2014	31%	62%	80%	95%	100%	101%	102%	102%
YANUCAY	HASTA 2002	57%	82%	96%	100%	105%	106%	105%	105%
	2003 Y 2006	44%	62%	71%	97%	104%	105%	104%	104%
	2007 Y 2010	3%	20%	42%	87%	99%	102%	103%	102%
	2011 Y 2014	38%	65%	87%	101%	103%	102%	102%	102%
CULEBRILLAS	2003 Y 2006	17%	36%	58%	89%	94%	103%	103%	103%
	2007 Y 2010	2%	28%	61%	82%	88%	101%	101%	101%
	2011 Y 2014	63%	92%	100%	103%	104%	101%	102%	102%
CENTRO HISTÓRICO	HASTA 2002	70%	94%	100%	105%	118%	113%	112%	111%
	2003 Y 2006	30%	56%	72%	95%	103%	107%	106%	106%
	2007 Y 2010	1%	9%	36%	84%	89%	103%	103%	103%
	2011 Y 2014	25%	64%	85%	99%	98%	100%	101%	101%

Elaborado por: Contribución personal

Tabla 29. Ajuste de Resultados de Prueba de Medidores a los Caudales del Perfil de Consumo

SISTEMA	AÑOS DE INSTALACIÓN	CAUDAL DE PERFIL Lts/h.												
		2,50	5,60	10,00	15,80	23,50	40,00	80,00	157,00	315,00	675,00	1.350,00	2.375,00	6.553,50
TOMBAMBAMBA	HASTA 2002	0%	0%	60%	80%	88%	98%	99%	100%	100%	101%	101%	101%	101%
	2003 Y 2006	0%	0%	21%	50%	75%	92%	98%	100%	102%	102%	102%	102%	102%
	2007 Y 2010	0%	0%	5%	19%	59%	89%	96%	98%	100%	100%	100%	100%	100%
	2011 Y 2014	0%	0%	27%	57%	81%	97%	99%	100%	100%	101%	101%	101%	101%
MACHANGARA	HASTA 2002	0%	0%	56%	74%	89%	102%	108%	108%	107%	105%	110%	110%	110%
	2003 Y 2006	0%	0%	30%	57%	82%	99%	103%	104%	105%	104%	104%	104%	104%
	2007 Y 2010	0%	0%	6%	27%	65%	92%	98%	99%	101%	102%	102%	102%	102%
	2011 Y 2014	0%	0%	31%	62%	84%	97%	100%	100%	101%	102%	102%	102%	102%
YANUCAY	HASTA 2002	0%	0%	57%	82%	97%	102%	105%	106%	106%	105%	105%	105%	105%
	2003 Y 2006	0%	0%	44%	62%	79%	100%	104%	105%	105%	104%	104%	104%	104%
	2007 Y 2010	0%	0%	3%	20%	56%	93%	99%	100%	102%	103%	102%	102%	102%
	2011 Y 2014	0%	0%	38%	65%	91%	102%	102%	102%	102%	102%	102%	102%	102%
CULEBRILLAS	2003 Y 2006	0%	0%	17%	36%	67%	91%	95%	99%	103%	103%	103%	103%	103%
	2007 Y 2010	0%	0%	2%	28%	67%	85%	90%	95%	101%	101%	101%	101%	101%
	2011 Y 2014	0%	0%	63%	92%	101%	103%	103%	102%	101%	102%	102%	102%	102%
CENTRO HISTÓRICO	HASTA 2002	0%	0%	70%	94%	102%	112%	118%	115%	113%	112%	111%	111%	111%
	2003 Y 2006	0%	0%	30%	56%	79%	99%	104%	105%	107%	106%	106%	106%	106%
	2007 Y 2010	0%	0%	1%	9%	51%	86%	91%	96%	103%	103%	103%	103%	103%
	2011 Y 2014	0%	0%	25%	64%	89%	99%	99%	99%	100%	101%	101%	101%	101%
% de consumo de perfil		0,16%	0,84%	1,83%	2,30%	2,51%	3,91%	4,13%	4,32%	14,22%	42,33%	22,54%	0,91%	0,02%

Elaborado por: Contribución personal

En este caso debió haberse hecho las pruebas en los mismos caudales que los definidos en el perfil, sin embargo, por asuntos operativos en el taller es complejo el conseguir los mismos caudales por lo que se efectuó las pruebas en ocho puntos y posteriormente se hace la interpolación, convencidos de que no incide en el resultado final.

6.2.4. Determinación del Error Medio Ponderado

Con los ajustes se procede al cálculo de los valores de los errores medios ponderados para cada sistema y dentro de este en función de las edades de los medidores, cuyos resultados se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 30. Cálculo de los Errores Medios Ponderados

SISTEMA	AÑOS DE INSTALACIÓN	CAUDAL DE PERFIL Lts/h.													ERROR MEDIO PONERADO
		2,50	5,60	10,00	15,80	23,50	40,00	80,00	157,00	315,00	675,00	1.350,00	2.375,00	6.553,50	
% de consumo de perfil		0,16%	0,84%	1,83%	2,30%	2,51%	3,91%	4,13%	4,32%	14,22%	42,33%	22,54%	0,91%	0,02%	
TOMEBA M B A	HASTA 2002	0,16%	0,84%	0,72%	0,46%	0,31%	0,07%	0,03%	0,02%	0,01%	-0,39%	-0,15%	-0,01%	0,00%	-2,09%
	2003 Y 2006	0,16%	0,84%	1,44%	1,15%	0,63%	0,30%	0,06%	-0,01%	-0,33%	-0,85%	-0,46%	-0,02%	0,00%	-2,91%
	2007 Y 2010	0,16%	0,84%	1,73%	1,86%	1,04%	0,44%	0,16%	0,10%	0,06%	-0,07%	0,01%	0,00%	0,00%	-6,33%
	2011 Y 2014	0,16%	0,84%	1,34%	0,99%	0,47%	0,14%	0,02%	0,01%	-0,05%	-0,37%	-0,26%	-0,01%	0,00%	-3,27%
MACHANGARA	HASTA 2002	0,16%	0,84%	0,80%	0,61%	0,29%	-0,07%	-0,34%	-0,33%	-0,99%	-2,21%	-2,22%	-0,09%	0,00%	3,55%
	2003 Y 2006	0,16%	0,84%	1,28%	0,98%	0,45%	0,03%	-0,14%	-0,18%	-0,68%	-1,76%	-0,90%	-0,04%	0,00%	-0,05%
	2007 Y 2010	0,16%	0,84%	1,72%	1,68%	0,87%	0,31%	0,09%	0,03%	-0,18%	-0,75%	-0,43%	-0,02%	0,00%	-4,32%
	2011 Y 2014	0,16%	0,84%	1,26%	0,88%	0,40%	0,11%	0,01%	-0,02%	-0,17%	-0,85%	-0,38%	-0,02%	0,00%	-2,22%
YANUCAY	HASTA 2002	0,16%	0,84%	0,79%	0,42%	0,07%	-0,10%	-0,21%	-0,24%	-0,88%	-2,33%	-1,16%	-0,05%	0,00%	2,68%
	2003 Y 2006	0,16%	0,84%	1,02%	0,88%	0,53%	-0,02%	-0,18%	-0,19%	-0,68%	-1,81%	-0,96%	-0,04%	0,00%	0,44%
	2007 Y 2010	0,16%	0,84%	1,77%	1,84%	1,11%	0,29%	0,03%	-0,02%	-0,29%	-1,06%	-0,50%	-0,02%	0,00%	-4,15%
	2011 Y 2014	0,16%	0,84%	1,14%	0,79%	0,23%	-0,07%	-0,10%	-0,09%	-0,22%	-0,82%	-0,35%	-0,01%	0,00%	-1,50%
CULEBRILLAS	2003 Y 2006	0,16%	0,84%	1,51%	1,46%	0,82%	0,34%	0,20%	0,06%	-0,42%	-1,26%	-0,63%	-0,03%	0,00%	-3,06%
	2007 Y 2010	0,16%	0,84%	1,80%	1,65%	0,82%	0,59%	0,43%	0,24%	-0,08%	-0,35%	-0,14%	-0,01%	0,00%	-5,94%
	2011 Y 2014	0,16%	0,84%	0,68%	0,19%	-0,02%	-0,13%	-0,14%	-0,10%	-0,20%	-0,86%	-0,35%	-0,01%	0,00%	-0,05%
CENTRO HISTÓRICO	HASTA 2002	0,16%	0,84%	0,55%	0,13%	-0,04%	-0,46%	-0,73%	-0,67%	-1,84%	-5,10%	-2,54%	-0,10%	0,00%	9,80%
	2003 Y 2006	0,16%	0,84%	1,29%	1,00%	0,52%	0,03%	-0,15%	-0,22%	-0,98%	-2,72%	-1,37%	-0,06%	0,00%	1,65%
	2007 Y 2010	0,16%	0,84%	1,82%	2,09%	1,24%	0,54%	0,38%	0,17%	-0,37%	-1,45%	-0,68%	-0,03%	0,00%	-4,72%
	2011 Y 2014	0,16%	0,84%	1,37%	0,83%	0,27%	0,04%	0,05%	0,03%	0,01%	-0,52%	-0,20%	-0,01%	0,00%	-2,87%

Elaborado por: Contribución personal

CONCLUSIONES

Del análisis desarrollado a lo largo del documento se derivan las conclusiones y en el siguiente acápite las recomendaciones, teniendo en consideración los distintos aspectos consignados en el Marco Conceptual.

La política que se debe establecer y mantener es la de cobertura total de medición en condiciones aceptables de funcionamiento y precisión, como instrumento de control, asociado directamente al cobro tarifario.

Conclusiones:

- El índice de cobertura de la micromedición en domiciliarias es del 100%.
- Si bien se registra adecuadamente el número de serie del medidor, no sucede así con el registro de la marca, tipo de medidor, diámetro y fecha de instalación.
- La Empresa cuenta con una política de selección y adquisición de medidores, sustitución cada 10 años, sin embargo, ésta no considera particularidades de cada sistema. Conforme consta en los resultados, se deduce que existe diferencias importantes entre los diferentes sistemas.
- De las pruebas en el laboratorio a los medidores instalados, se obtienen las siguientes conclusiones:
 - Los medidores instalados en el sector abastecido por el Sistema Tomebamba, son los que mejor grado de precisión tienen, mientras que los instalados en el sector abastecido por el Sistema Machángara presentan una tendencia a la sobremedición, elemento a manejarlo con sumo cuidado.
 - La práctica de sustitución de medidores ha priorizado únicamente la edad, criterio no muy acertado, ya que, del análisis, el grado de precisión está influenciado, en el caso del presente estudio, por el sistema del cual es abastecido.
 - Los efectos derivados por el cambio a una clase metrológica superior (mejor medición), no sería visible y cuantificable debido a los efectos

de sobremedición la misma que se incrementa conforme aumenta su edad.

- Uno de los aspectos observados tiene relación con la forma de colocar los medidores, un valor cercano al 20% de medidores se instala con grados de inclinación que alcanza los 90
- Los errores en la medición de los consumos de agua, constituye uno de los componentes del agua no contabilizada y de su grado de precisión dependerá también la confiabilidad del índice de pérdidas.
- La política implementada por ETAPA-EP, relacionada con el cambio de medidores cuando éstos cumplen los 10 años de funcionamiento, conlleva a exigir un esfuerzo mayor para los próximos años inmediatos debido a que se observa un envejecimiento del parque de medidores con una edad que supera un promedio de 8 años.
- Conforme se precisa en los datos se establece que caudales inferiores a los 30 lt/hora (caudal inferior de exactitud), no están cubiertos adecuadamente por los medidores de clase B, sin embargo, por efectos de la sobremedición presente de alguna manera se podría establecer que hay una compensación.
- En lo que se refiere al cálculo del ERROR MEDIO PONDERADO hay diferentes situaciones observables que difieren en función de las edades y sistemas:
 - Para los sistemas Tomebamba y Culebrillas el valor siempre es en defecto mientras que para los sistemas Machángara y Yanuncay se presentan valores positivos es decir se sobrefactura en medidores más antiguos.
 - Se observa que en los medidores instalados entre los años 2007 y 2010 el error medio ponderado es mayor lo que permite establecer que el efecto del desgaste es más visible para estas edades, cambiando dicha tendencia a una disminución del error conforme el medidor va envejeciendo como consecuencia de la incrustación de partículas en las paredes de la cámara de medición.

- En los medidores más antiguos de los sistemas Machángara y Yanuncay el error es positivo es decir que registran más de lo que se consume, como se estableció en el Machángara se debe a la presencia de partículas minerales en el agua, y en el caso de Yanuncay por la influencia en el tratamiento del antiguo sistema rural que abastecía a dicho sector.
- Caso aparte es el sector del centro histórico en donde el error medio ponderado es positivo con valor bastante más alto para los medidores más antiguos que alcanza a 9,80%.

RECOMENDACIONES

De las recomendaciones planteadas, ETAPA-EP, previo a su análisis y la determinación de prioridades, puede establecer un Plan de Acción de corto, mediano y largo plazo, que le permita entre otras cosas contar con un sistema de micromedición que le garantice resultados fiables de los consumos para cada uno de los usuarios. Así mismo, el área encargada de la Micromedición debe mejorar sus procesos para cumplir con el objetivo de contar con un parque de medidores ajustados a los parámetros establecidos por las normas.

El Sistema de Micromedición tiene como objeto controlar la utilización racional de los servicios, cobrándolos en proporción a su utilización y permitiéndolos distribuir equitativamente al mayor número de Clientes.

Para lograr los objetivos se recomienda las siguientes definiciones:

- Elaboración de un programa de actualización para realizar el inventario del parque de medidores instalados, teniendo en cuenta su edad, modelo, marca, tipo, diámetro, número, serie, etc. Actividad que la podría realizar de forma inmediata aprovechando el personal de lectura.
- Modificación de las políticas de sustitución de medidores estableciendo vida útiles de estos equipos de manera diferenciada para minimizar sobre todo los efectos de la sobremedición: Para el sistema Machángara la vida útil se sugiere 8 años, y los restantes 15 años, valores que podrían modificarse conforme se analice el comportamiento de estos, previamente para el caso del sistema Yanuncay y del centro Histórico se deben cambiar todos los medidores que hayan superado los ocho años.
- Para adquisiciones de nuevos medidores se sugiere mejorar la clase metrológica a clase C o a un R160 que permitiría incrementar el volumen registrado en al menos 2% diferencia que permite una rentabilidad que cubre la diferencia de los costos de los medidores y un remanente importante.
- Modificación de las especificaciones técnicas de los medidores alineadas con lo manifestado en el párrafo anterior.

- Promover la realización sistemática de lectura de los consumos en forma eficiente creando incentivos por la denuncia de instalaciones fraudulentas y el reporte de novedades.
- Establecer un sistema de información que provea de las estadísticas e indicadores de gestión para evaluar los resultados de las actividades de la micromedición.
- Desarrollar un proyecto de sustitución inmediata de los medidores que superan los ocho años y se encuentran instalados en el sistema Machángara. Mientras que para grandes consumidores determinar la posibilidad de utilizar medidores diferentes a los mecánicos en tanto que el costo de su instalación justifique económicamente su uso.
- Efectuar una programación sistemática de pruebas en el laboratorio de los medidores instalados a fin de analizar su comportamiento a lo largo del tiempo.
- ETAPA-EP, debe ajustar permanentemente el perfil de consumo para garantizar los ajustes que sean necesarios a lo largo del tiempo.
- La Empresa debe procurar corregir la presencia de partículas que llegan al medidor implementando procesos de lavado de matrices y la instalación de válvulas de purga.
- Para atender el desfase existente la Empresa debe hacer un ajuste y una reprogramación a mediano y largo plazo para evitar que en el sistema se encuentren una gran cantidad de medidores que han cumplido su vida útil o que no se encuentren operativos.
- Construcción de un perfil de consumo en función de las diferentes categorías, para la residencial, comercial, especial, para esta última por su importancia categorizar en grupos, instituciones educativas, por un lado y edificios gubernamentales por otro. En el caso de las industrias de igual manera se debe agrupar por tipo de industria con la definición de algunos criterios.

Teniendo en cuenta que la naturaleza del presente estudio es el primero que se hace en la ciudad, evidentemente encierra algunos elementos o hipótesis no consideradas, los cuales se debe precisar a futuro, sin embargo, los resultados dan luces claras de las condiciones en las que se encuentran los medidores.

BIBLIOGRAFIA

- Cavalcanti, A. (1997). *Medición de Agua: Teoría y Práctica*. Recife: Comunigraf.
- Estrada, A. (1986). *El Agua, Un Don Natural*. Medellín: Ediciones Gráficas Ltda.
- ETAPA-EP. (01 de 06 de 2002). Especificaciones Técnicas para Instalaciones Domiciliarias de Agua. *Especificaciones Técnicas para Instalaciones Domiciliarias de Agua*. Cuenca, Azuay, Ecuador: ETAPA-EP.
- ETAPA-EP. (31 de 01 de 2006). Sistema de Ordenes de Trabajo. *Sistema de Ordenes de Trabajo*. Cuenca, Azuay, Ecuador: ETAPA-EP.
- ETAPA-EP. (23 de febrero de 2015). Proceso de Subasta Inversa REA-SIE-ETAPA01-2015. *Proceso de Subasta Inversa REA-SIE-ETAPA01-2015*. Cuenca, Azuay, Ecuador: ETAPA-EP.
- Garzón Orduña, A. J. (01 de 06 de 2014). Evaluación de patrones de consumo y Caudales máximos instantáneos de usuarios Residenciales de la ciudad de Bogotá. *Tesis*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Inga Torres, M., & Salazar, F. (25 de 02 de 2014). Tamaño de una Muestra para una Investigación de Mercado. Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Londoño Cubillos, A. (1985). *Sistema Comercial en las Instituciones de Agua Potable y Alcantarillado*. Lima : CEPIS.
- Méndez, M. V. (2007). *Tuberías a Presión en los Sistemas de Abastecimiento de Agua*. Caracas: Ediciones Fundación Polar.
- Mendonca, S. (1975). *Manual do Reparador do Medidores do Agua*. Sao Paulo: BNH/ABEST/CETESB.
- Toledo Gutiérrez, M. (01 de 12 de 2011). www.aneas.com.mx/.../Cap%205%20Tipos%20de%20Med%20ANEAS. Recuperado el 11 de 01 de 2014, de www.aneas.com.mx/.../Cap%205%20Tipos%20de%20Med%20ANEAS: www.aneas.com.mx/

APÉNDICE A

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
93	29	11740	AURUS	2001136267	-	-	-	-	-	0,06	0,52	0,51
86	1	27102	AURUS	2002000134	0,55	0,90	0,90	1,05	1,05	1,01	1,01	1,01
93	28	44900	AURUS	2002001118	0,60	0,80	0,40	1,00	0,99	1,04	1,03	1,04
89	9	27600	AURUS	2002001160	0,45	0,75	0,05	0,95	1,03	1,02	1,01	1,01
87	1	5450	AURUS	2002001635	0,70	0,80	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04
89	5	8100	AURUS	2002001902	0,55	0,80	0,90	1,03	1,05	1,00	0,99	1,00
93	34	6100	AURUS	2002009337	0,65	0,85	0,95	1,05	1,07	1,05	1,05	1,05
93	39	38200	AURUS	2002009960	0,70	0,90	0,90	1,00	1,05	1,04	1,03	1,03
89	10	4620	AURUS	2002029384	0,75	1,00	1,05	1,10	1,10	1,12	1,13	1,13
87	5	9000	AURUS	2002074407	0,60	0,85	0,95	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00
93	35	22700	AURUS	2002074985	0,90	0,95	0,95	1,00	1,03	1,03	1,03	1,03
87	3	31600	AURUS	2002075040	0,70	0,75	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	1,00
91	6	27200	AURUS	2002075564	0,65	0,75	0,95	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
93	36	12300	AURUS	2002075583	0,50	0,80	0,90	1,00	1,00	1,05	1,03	1,03
93	35	14800	AURUS	2002111282	0,60	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,01	1,01
93	31	200	AURUS	2002111314	0,50	0,70	0,90	0,97	1,01	1,04	1,04	1,03
93	39	8400	AURUS	2002112304	0,80	0,80	1,00	1,00	1,05	1,05	1,03	1,03
93	35	30600	AURUS	2002112696	0,80	0,90	0,90	0,98	1,05	1,04	1,03	1,03
93	39	33500	AURUS	2002113961	0,60	0,90	0,90	1,00	1,05	1,05	1,04	1,03
93	31	20000	AURUS	2002114368	0,10	0,50	0,75	0,95	0,98	1,03	1,01	1,01
93	34	20700	AURUS	2002114417	0,75	0,90	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03
93	40	27900	AURUS	2002114580	0,60	0,80	0,90	1,10	1,00	1,04	1,02	1,02
93	37	25600	AURUS	2002114661	0,65	0,85	0,90	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02
93	37	21800	AURUS	2002114665	0,80	0,80	0,90	1,00	0,98	1,04	1,03	1,02
93	28	47000	AURUS	2002115008	0,60	1,00	0,80	1,00	1,09	1,09	1,07	1,06
93	23	550	AURUS	2003000049	0,40	0,80	0,80	0,92	1,03	1,03	1,01	1,02
86	5	54001	AURUS	2003000481	-	0,20	0,20	0,25	1,00	1,05	1,05	1,03
87	6	62200	AURUS	2003000517	0,60	0,80	0,90	0,95	1,03	1,02	1,01	1,01
93	29	16500	AURUS	2003004650	0,20	0,10	0,20	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99
96	1	25700	AURUS	2003007340	0,70	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00
97	8	6600	AURUS	2003008108	-	-	-	-	-	1,04	1,03	1,02
89	3	8200	AURUS	2003008553	0,35	0,75	0,85	0,95	1,00	1,01	1,00	1,00
96	6	12150	AURUS	2003008991	0,60	0,70	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,01

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
94	22	17940	AURUS	2003030323	0,60	0,95	0,95	1,04	1,04	1,02	1,01	1,01
94	14	14000	AURUS	2003030929	0,15	0,45	0,90	0,99	1,09	1,08	1,06	1,07
97	3	14500	IBERCONTA	2003030994	0,41	0,78	0,79	0,90	1,05	1,02	1,00	1,01
89	10	4800	AURUS	2003031170	0,60	0,90	1,00	1,15	1,25	1,16	1,14	1,15
87	6	14400	AURUS	2003032507	0,65	0,80	0,95	1,03	1,03	1,02	1,00	1,00
94	8	22600	ACTARIS	2004100278	0,03	0,74	0,94	1,02	1,05	1,05	1,04	1,03
93	29	12010	ACTARIS	2004100416	0,73	0,95	1,01	1,06	1,05	1,01	1,01	1,01
94	2	24100	ACTARIS	2004100429	0,72	0,96	1,00	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03
96	6	6000	ACTARIS	2004100492	0,32	0,90	0,98	1,04	1,04	1,01	1,00	1,01
86	3	4400	ACTARIS	2004101413	-	0,78	0,93	1,01	1,04	1,04	1,03	1,04
97	7	12500	ACTARIS	2004101521	-	-	0,01	0,44	0,86	1,02	1,02	1,02
89	7	5600	ACTARIS	2004102089	0,64	0,93	1,00	1,04	1,01	1,01	1,01	1,01
89	9	3400	ACTARIS	2004102270	0,36	0,90	0,99	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03
96	5	19000	ACTARIS	2004103138	0,47	0,94	0,98	1,03	1,05	1,01	1,01	1,00
87	1	15400	ACTARIS	2004103397	-	0,39	0,64	0,90	1,05	1,03	1,02	1,02
93	30	17900	ACTARIS	2004103833	-	-	0,08	0,76	1,01	1,03	1,03	1,03
93	8	17200	ACTARIS	2004106072	0,66	0,92	0,98	1,04	1,04	1,04	1,02	1,03
94	13	15900	ACTARIS	2004106377	-	-	0,02	0,81	1,01	1,03	1,03	1,03
94	13	28100	ACTARIS	2004106378	0,42	0,90	1,00	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04
94	3	16100	ACTARIS	2004106626	0,10	0,81	0,97	1,03	1,05	1,05	1,04	1,04
94	2	10100	ACTARIS	2004106897	-	-	-	-	0,68	1,02	1,02	1,03
93	19	33515	ACTARIS	2004107398	-	-	0,24	0,81	0,99	1,02	1,01	1,01
96	4	18200	ACTARIS	2004107769	-	-	-	-	0,46	1,03	1,04	1,03
94	14	24400	ACTARIS	2004108707	0,57	0,91	0,99	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01
94	14	24800	ACTARIS	2004108708	0,08	0,88	0,98	0,99	1,03	1,01	1,00	1,00
94	12	4800	ACTARIS	2004109236	-	0,08	0,80	0,98	1,05	1,02	1,02	1,03
94	11	3700	ACTARIS	2004109338	0,01	0,05	0,55	0,88	1,02	1,03	1,02	1,02
94	12	6200	ACTARIS	2004109378	0,68	1,04	1,03	1,09	1,10	1,05	1,05	1,06
93	8	23300	ACTARIS	2004109522	0,57	0,90	1,00	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02
86	1	83102	ACTARIS	2004109537	-	-	-	0,58	0,94	1,01	1,01	1,02
94	12	26900	ACTARIS	2004109628	0,64	0,98	1,00	1,02	1,05	1,01	1,01	1,00
94	10	32000	ACTARIS	2004109894	-	0,41	0,73	0,95	1,03	1,01	1,00	1,00
96	5	17500	ACTARIS	2004110462	0,07	0,85	0,95	1,01	1,05	1,00	1,00	1,00
97	1	22500	ACTARIS	2004111018	0,02	0,02	0,74	0,95	1,02	1,07	1,06	1,06
97	3	4400	ACTARIS	2004111323	0,58	0,91	0,99	1,02	1,05	1,02	1,01	1,02
96	14	9400	ACTARIS	2004112160	-	-	0,58	0,92	1,01	1,03	1,03	1,03
93	28	48500	AURUS	2004112609	-	-	-	-	0,61	1,03	1,04	1,03

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
93	3	26900	ACTARIS	2004112797	0,79	0,97	1,01	1,03	1,03	1,02	1,00	1,00
96	9	33300	AURUS	2004112859	0,60	0,90	0,89	1,00	1,02	1,02	1,02	1,01
94	17	14600	AURUS	2004113213	0,60	0,80	1,00	1,03	1,00	1,05	1,04	1,04
94	22	30600	ACTARIS	2004113551	0,02	0,63	0,99	1,03	1,03	1,02	1,03	1,03
87	6	24600	AURUS	2004114179	0,05	0,05	0,15	0,45	0,55	1,01	1,00	1,00
93	7	2100	ACTARIS	2004114273	-	0,02	0,31	0,77	0,96	1,02	1,01	1,01
93	6	9402	ACTARIS	2004114311	-	0,06	0,78	0,97	1,05	1,03	1,02	1,01
93	6	28902	ACTARIS	2004114321	-	-	-	-	0,88	1,03	1,04	1,03
93	5	27000	ACTARIS	2004114496	-	0,26	0,87	1,01	1,04	1,04	1,03	1,03
97	6	2800	ACTARIS	2004115184	0,01	0,49	0,69	0,98	1,01	1,00	1,00	1,01
97	5	18000	ACTARIS	2004115196	0,02	0,26	0,37	0,91	1,03	1,05	1,04	1,05
93	7	18800	ACTARIS	2004115697	0,02	0,31	0,85	1,01	1,03	1,03	1,03	1,03
93	7	18800	ACTARIS	2004115697	0,08	0,80	0,94	0,89	0,92	1,02	1,02	1,02
96	1	26900	ACTARIS	2004118237	0,07	0,22	0,84	1,00	1,03	1,01	1,00	1,01
93	3	29670	ACTARIS	2004118368	0,18	0,64	0,92	1,01	1,02	1,03	1,02	1,02
96	1	11100	ACTARIS	2004119095	0,30	0,85	0,94	1,02	1,05	1,02	1,01	1,02
93	34	2920	ACTARIS	2004119115	0,34	0,90	1,00	1,04	1,03	1,01	1,00	1,00
89	3	3660	ACTARIS	2004119683	0,12	0,80	0,91	1,03	1,03	1,02	1,01	1,02
94	13	23210	ACTARIS	2004119864	0,72	0,94	1,02	1,04	1,05	1,00	1,00	1,00
88	4	8010	ACTARIS	2004119951	-	0,43	0,87	0,97	1,03	1,00	1,00	1,00
96	6	23850	ACTARIS	2004120093	-	-	0,10	0,88	0,98	1,00	1,00	1,00
96	10	4400	ACTARIS	2004120317	-	-	-	0,10	0,82	1,01	1,01	1,01
94	9	12100	ACTARIS	2004120513	-	0,34	0,89	0,97	1,02	1,02	1,01	1,01
94	9	18500	ACTARIS	2004120562	-	0,80	0,95	1,02	1,05	1,04	1,04	1,04
89	4	18900	ACTARIS	2004121482	0,53	0,93	1,00	1,03	1,05	1,02	1,02	1,02
93	9	16300	ACTARIS	2004122367	-	-	0,55	0,96	1,04	1,04	1,03	1,03
96	15	23100	ACTARIS	2004122977	0,32	0,87	0,92	1,00	1,04	1,01	1,00	1,00
94	20	2100	ACTARIS	2004122994	-	-	-	-	-	0,92	0,99	1,00
96	10	18100	ACTARIS	2004123376	0,03	0,02	0,31	0,75	0,98	1,01	1,01	1,02
89	6	1400	ACTARIS	2004123952	0,01	0,20	0,84	0,92	0,96	1,02	1,01	1,01
93	2	25900	ACTARIS	2004124275	-	0,56	0,85	0,99	1,04	1,02	1,02	1,01
93	14	7600	ACTRIS	2004124295	-	0,08	0,66	0,98	1,01	1,04	1,04	1,04
91	4	5400	ACTARIS	2004125044	-	0,44	0,91	0,98	1,02	1,02	1,02	1,01
91	4	1700	ACTARIS	2004125058	0,03	0,60	0,87	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02
94	5	32800	ACTARIS	2004125142	0,36	0,99	1,01	1,05	1,04	1,02	1,01	1,02
94	16	15400	ACTARIS	2004125192	0,64	0,94	1,01	1,03	1,00	1,03	1,03	1,03
89	3	2800	ACTARIS	2004125625	0,16	0,83	0,94	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
88	1	35200	ACTARIS	2004125843	-	0,16	0,81	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02
89	1	5600	ACTARIS	2004126217	0,68	0,94	1,01	1,03	1,04	1,03	1,02	1,02
96	7	26000	ACTARIAS	2004126894	0,28	0,93	1,00	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04
94	19	30000	ACTARIS	2004127681	-	-	0,02	0,82	1,00	1,02	1,02	1,02
93	8	400	ACTARIS	2004128084	-	-	-	0,26	1,03	1,06	1,06	1,04
94	18	1800	ACTARIS	2004128121	0,54	0,90	0,97	1,03	1,03	1,02	1,02	1,03
94	6	13801	ACTARIS	2004128221	-	-	-	0,02	0,76	1,00	1,02	1,02
93	16	3100	ACTARIS	2004129051	0,61	0,90	0,99	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00
94	9	16000	ACTARIS	2004129115	0,09	0,77	0,93	1,02	1,04	1,04	1,03	1,03
91	6	20600	ACTARIS	2004129928	0,23	0,78	0,92	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02
97	2	1000	ACTARIS	2004129931	0,35	0,77	0,96	1,00	1,02	1,01	1,00	1,00
97	3	1600	ACTARIS	2004129969	0,04	0,26	0,79	0,98	1,03	1,02	1,00	1,01
86	2	25302	AURUS	2005033946	0,75	0,80	1,00	1,00	1,03	1,02	1,01	1,02
93	32	22110	M170 II	2006012236	0,34	0,77	0,92	1,05	1,04	1,01	1,00	1,01
93	32	21645	M170 II	2006012321	0,24	0,81	0,94	0,92	0,93	1,01	1,03	1,04
97	4	8800	M170 II	2006012416	-	-	-	0,53	0,88	0,99	0,98	1,00
89	8	31600	M170 II	2006012434	-	-	-	0,58	0,90	1,01	1,01	1,01
93	11	4272	M170 II	2006013125	-	-	0,39	0,79	0,98	1,00	1,02	1,03
93	11	4234	M170 II	2006013143	-	0,04	0,62	0,94	0,99	1,00	1,03	1,02
88	3	28000	M170 II	2006013564	-	-	-	0,53	0,86	1,01	1,01	1,01
96	2	29100	M170 II	2006013685	-	-	0,10	0,73	0,99	1,07	1,06	1,05
94	16	100	M170 II	2006019355	-	0,22	0,73	0,93	0,93	1,02	1,01	1,00
93	21	2601	M 170 II	2006020500	0,01	0,40	0,72	0,95	1,02	1,02	1,03	1,03
93	17	22650	M 170 II	2006021093	0,07	0,71	0,91	1,01	1,03	1,03	1,02	1,02
93	20	34509	M170 II	2006021478	0,09	0,74	0,91	0,92	0,92	1,02	1,03	1,03
94	14	23610	M170 II	2006021743	-	0,02	0,69	0,90	1,03	1,02	1,03	1,03
88	1	17903	M170 II	2006022694	-	0,37	0,78	1,00	1,04	1,02	1,04	1,03
94	6	8921	M170 II	2007000098	-	-	0,01	0,36	0,88	1,02	1,02	1,00
94	16	12300	M170 II	2007000804	-	-	0,12	0,89	0,97	1,03	1,02	1,01
93	16	30900	M170 II	2007000820	-	-	-	0,58	0,93	1,04	1,04	1,02
97	1	14600	M170 II	2007001173	-	-	0,58	0,93	0,99	1,00	1,02	1,02
94	14	24100	M170 II	2007002108	-	-	0,57	0,85	0,99	1,01	1,01	1,00
89	10	16925	M170 II	2007019381	0,03	0,01	0,39	0,92	0,97	1,00	1,02	1,02
93	4	27700	M170 II	2007019800	-	-	-	0,10	0,78	1,03	1,04	1,03
88	3	12000	M170 II	2007020748	-	0,10	0,67	0,95	1,01	1,00	1,03	1,03
93	21	23706	M 170 II	2007021382	0,42	0,88	0,96	1,02	1,04	1,00	1,01	1,01
93	10	20645	M170 II	2007025761	0,39	0,75	0,89	1,04	1,05	1,02	1,03	1,03
87	3	855	M170 II	2007025927	-	0,32	0,73	0,96	1,02	1,00	1,00	1,01
91	5	23200	M170 II	2007026441	-	0,86	0,95	1,02	1,03	1,00	1,01	1,01

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.								
					10	15	20	30	50	250	750	1500	
					0,02								
93	18	2520	M 170 II	2007028082	-	0,86	0,98	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
96	12	26590	M170 II	2007028146	-	0,05	0,81	1,00	1,05	1,01	1,02	1,02	1,03
87	1	12800	M170 II	2007028198	-	-	0,41	0,86	1,00	1,01	1,02	1,01	1,01
87	3	38950	M170 II	2007028691	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93	40	18800	M170 II	2007028819	-	0,34	0,13	0,91	1,10	1,01	1,01	1,01	1,02
94	22	24300	M170 II	2008312060	-	0,17	0,60	0,85	1,00	1,03	1,02	1,02	0,99
94	13	15300	M170 II	2008312089	-	-	0,14	0,79	0,98	1,02	1,03	1,03	1,03
89	7	5400	M170 II	2008312396	-	-	-	0,57	0,89	1,00	0,99	1,00	1,00
89	7	12700	M170 II	2008312398	0,02	0,42	0,63	0,97	1,00	1,02	1,01	1,01	1,01
94	13	32500	M170 II	2008312709	-	-	0,01	0,70	0,94	1,00	1,02	1,01	1,01
93	7	28890	M170 II	2008313006	-	-	0,44	0,87	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02
94	13	23700	M170 II	2008313109	-	-	-	0,29	0,91	1,01	1,02	1,02	1,02
94	12	31800	M170 II	2008313163	-	0,02	0,69	0,88	1,00	1,02	1,02	1,02	1,02
94	14	5000	M170 II	2008313341	-	-	-	0,64	0,91	1,02	1,03	1,03	1,04
93	18	8210	M170 II	2008313745	-	-	-	0,70	0,98	1,01	1,01	1,01	1,00
94	14	13800	M170 II	2008314372	-	0,02	0,24	0,82	0,98	1,03	1,03	1,02	1,02
94	13	7300	M170 II	2008314534	-	-	-	0,35	0,86	1,02	1,03	1,01	1,01
93	33	30353	M170 II	2008314935	-	0,32	0,75	0,96	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03
87	3	37904	M170 II	2008315215	0,03	0,05	0,72	0,96	1,04	1,01	1,01	1,01	1,01
94	13	17100	M170 II	2008315276	-	-	-	-	-	0,90	1,03	1,02	1,02
94	13	23600	M170 II	2008315374	-	-	-	-	0,58	0,99	1,01	1,01	1,01
93	3	33110	M170 II	2008315679	-	0,06	0,71	0,95	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01
93	23	8814	M170 II	2008431998	-	-	-	0,48	0,90	1,02	1,03	1,03	1,03
93	36	1100	M170 II	2008432135	-	-	-	0,88	1,02	1,01	1,02	1,02	1,02
93	38	14000	M170 II	2008432268	-	0,03	0,62	0,95	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01
93	32	20550	M170 II	2008432446	-	0,04	0,53	0,84	0,93	1,00	1,02	1,02	1,02
91	2	38650	M170 II	2008432614	-	-	0,38	0,83	0,97	1,02	1,02	1,02	1,01
94	20	24200	M170 II	2008433794	-	-	-	0,88	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00
93	3	22367	M170 II	2008433811	-	0,20	0,75	0,97	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99
93	36	27260	M170 II	2008434262	-	0,05	0,52	0,88	0,99	1,02	1,01	1,01	1,01
93	29	24350	M170 II	2008434414	-	-	0,22	0,85	0,94	0,99	1,01	1,01	1,01
93	34	4700	M170 II	2008434493	-	0,02	0,70	0,93	0,98	1,01	1,02	1,02	1,01
94	16	9070	M170 II	2008435156	-	0,02	0,48	0,82	0,96	0,99	0,99	1,00	1,00
93	7	1104	M170 II	2008435573	0,03	0,50	0,79	1,00	1,03	1,01	1,01	1,01	1,00
88	4	19900	M170 II	2008435938	-	-	0,02	0,62	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
97	8	6700	M170 II	2008581618	-	-	0,58	0,86	0,96	1,02	1,03	1,02	1,02
86	3	74400	M170 II	2008582010	-	0,03	0,39	0,76	0,94	1,00	1,01	1,00	1,00
94	13	16500	M170 II	2008582109	-	0,02	0,51	0,80	0,96	1,01	1,02	1,02	1,01
93	13	4200	M170 II	2008582918	-	0,08	0,65	0,97	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02
97	3	3200	M170 II	2008583018	-	-	-	-	0,78	1,01	1,00	0,99	0,99
86	3	69600	M170 II	2008583174	0,03	0,02	0,31	0,88	1,00	1,02	1,02	1,02	1,03

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
93	8	15504	M170 II	2008583472	0,03	0,02	0,66	0,92	1,01	1,00	1,00	1,00
94	16	9095	M170 II	2008583521	-	0,04	0,62	0,89	0,99	1,01	1,02	1,01
93	5	27400	M170 II	2008584222	-	0,03	0,67	0,90	0,97	0,99	1,01	1,00
89	1	6654	M170 II	2008584320	-	-	0,33	0,83	0,98	1,01	1,01	1,01
97	4	15000	M170 II	2008584473	-	-	-	0,72	0,89	0,99	1,00	1,01
91	2	24308	M170 II	2008585117	-	0,64	0,85	0,99	1,00	1,01	1,01	1,01
97	3	20600	M170 II	2008585124	-	0,02	0,08	0,80	0,96	1,00	1,00	1,00
93	37	12600	M170 II	2008585286	-	-	-	0,72	0,90	1,00	1,01	1,00
89	3	600	M170 II	2008585292	-	0,10	0,60	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02
96	6	33905	M170 II	2009911154	-	0,59	0,82	0,98	1,02	1,00	1,01	1,01
87	4	32801	M170 II	2009911356	-	0,23	0,70	0,97	1,02	1,00	1,00	1,00
93	29	4170	M170 II	2009911483	0,01	0,36	0,78	0,98	1,00	1,01	1,00	1,00
93	31	25600	M170 II	2009912152	-	-	0,34	0,84	0,97	1,01	1,01	1,01
94	11	27002	M170 II	2009912297	-	0,01	0,05	0,73	0,93	1,01	1,02	1,01
96	3	12100	M170 II	2009912546	-	0,06	0,56	0,86	0,96	0,99	0,98	0,99
93	20	1220	M170 II	2009912583	-	0,18	0,61	0,92	0,96	1,00	1,00	1,01
88	5	27940	M170 II	2009912906	-	0,04	0,54	0,81	0,96	0,99	1,01	1,00
93	33	16942	M170 II	2009912911	-	0,03	0,59	0,88	1,00	1,01	0,99	1,00
96	3	15600	M170 II	2009913326	-	0,05	0,57	0,92	1,01	1,01	1,00	1,01
86	4	15405	M170 II	2009913756	-	-	0,45	0,87	0,93	0,99	0,99	0,99
94	1	18500	M170 II	2009915602	-	0,10	0,70	0,93	0,99	1,01	1,00	1,00
87	3	18700	M170 II	2009916011	0,02	0,06	0,72	0,96	1,01	1,01	1,01	1,01
88	3	30830	M170 II	2009916250	0,02	0,08	0,64	0,87	1,00	1,01	1,01	1,00
86	5	35101	M170 II	2009916371	0,03	0,58	0,90	0,85	1,03	1,00	0,99	1,00
89	7	14600	M170 II	2009916925	-	-	0,39	0,88	0,99	1,01	1,00	1,02
97	3	15310	M170 II	2009917036	-	0,04	0,70	0,95	0,99	1,00	1,00	1,01
96	13	13500	M170 II	2009917976	-	0,60	0,85	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01
86	4	22905	M170 II	2010913713	0,58	0,86	0,96	1,05	1,03	1,01	1,01	1,01
96	13	24620	M170 X	2010966059	0,25	0,76	0,93	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01
89	1	13270	M170 X	2010966291	0,09	0,83	0,97	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
93	19	2080	M170 X	2010978255	0,53	0,86	0,99	1,06	1,05	1,02	1,03	1,03
88	1	2700	M170 X	2010978402	-	-	0,13	0,84	0,97	1,00	1,01	1,01
93	5	12722	M170 X	2010979013	0,31	0,86	0,97	1,03	1,04	1,02	1,03	1,03
94	12	374	M170 X	2010979054	0,76	1,03	1,03	1,04	1,04	1,01	1,02	1,00
94	12	334	M170 X	2010980393	0,74	1,03	1,04	1,05	1,04	1,02	1,03	1,02
93	30	11158	M170 X	2010981028	0,41	0,81	0,93	1,03	1,03	1,01	1,01	1,00
96	10	28000	M170 X	2011900474	-	-	0,40	0,82	0,98	0,99	1,00	1,00
94	20	10650	M170 X	2011900578	-	0,03	0,63	0,95	1,01	1,01	1,03	1,03
94	16	4320	M170 X	2011901485	0,61	0,95	1,02	1,03	0,99	1,02	1,03	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
93	31	17900	M170 X	2011901656	-	-	0,06	0,73	0,93	1,00	1,01	1,01
94	16	25500	M170 X	2011901754	-	0,02	0,65	0,94	0,93	1,01	1,01	1,02
88	3	36700	M170 X	2011901822	-	-	0,47	0,80	0,98	1,00	1,02	1,02
88	4	20453	M170 X	2011901923	0,03	0,43	0,78	0,91	1,01	1,00	1,02	1,01
94	4	22500	M170 X	2011901999	-	-	-	0,52	0,89	1,02	1,03	1,03
94	2	27000	M170 X	2011902094	-	0,03	-	0,93	0,98	0,99	1,00	1,01
96	6	34010	M170 X	2011902197	-	-	0,04	0,76	0,99	1,03	1,03	1,03
88	4	1950	M170 X	2011902444	-	-	0,03	0,69	0,93	1,00	1,00	1,00
94	9	6000	M170 X	2011902881	0,02	0,43	0,63	0,91	1,00	1,00	1,00	0,99
94	4	1100	M170 X	2011903754	-	-	-	-	0,74	0,97	1,01	1,02
88	5	31700	M170 X	2011904459	-	-	0,17	0,76	0,96	1,01	1,01	1,02
96	13	24090	M170 X	2011906308	0,37	0,95	0,99	1,04	1,04	1,02	1,03	1,03
89	4	33130	M170 X	2011906733	0,01	0,02	0,49	0,81	0,91	1,01	1,00	1,02
86	5	40221	M170 X	2011907123	-	0,48	0,74	0,95	1,00	0,99	1,02	1,02
93	28	61500	BY METERS	2012002481	0,78	0,98	1,00	1,06	1,05	0,99	0,99	0,99
96	10	6706	BY METERS	2012208981	0,12	0,83	0,88	1,00	1,01	0,98	0,99	0,99
93	19	12200	ITRON	2012547539	0,01	0,60	0,92	0,89	0,94	1,01	1,00	1,00
93	20	21800	ITRON	2012547641	0,09	0,75	0,91	0,88	0,90	1,01	1,00	1,00
93	18	18850	ITRON	2012547715	-	0,21	0,87	0,99	1,02	0,98	0,99	1,02
89	3	14258	ITRON	2012549125	-	0,30	0,86	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
89	11	9001	ITRON	2012549214	0,44	0,90	0,98	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
93	20	32700	ITRON	2012549230	-	0,15	0,64	0,85	0,90	1,01	0,99	1,00
93	44	28650	ITRON	2012549765	-	0,35	0,15	1,02	1,04	1,02	1,01	1,01
93	36	18130	ITRON	2012550156	-	0,12	0,76	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
96	14	6302	ITRON	2012550210	0,62	0,94	0,99	1,04	1,04	1,01	1,01	1,00
93	10	11700	ITRON	2012593700	0,13	0,37	0,82	0,97	1,04	1,00	0,85	1,03
93	22	6200	ITRON	2012594909	0,01	0,28	0,88	0,98	1,03	1,00	1,01	1,01
93	33	10001	ITRON	2012595160	0,02	0,22	0,84	0,98	1,02	1,00	0,99	1,00
93	22	27500	ITRON	2012595473	-	0,10	0,82	0,95	1,01	1,00	1,00	1,00
93	22	16500	ITRON	2012596643	-	-	0,40	0,88	1,00	1,00	1,01	1,01
86	5	29451	ITRON	2012597401	-	0,66	0,86	0,96	1,03	0,99	0,99	0,99
91	2	10802	ITRON	2012597567	-	0,69	0,91	0,98	1,02	1,00	1,00	1,00
94	13	21710	M170 II	2012904326	-	-	-	0,71	0,93	1,00	1,01	1,01
94	11	8506	M170 II	2012904892	0,77	1,02	1,03	1,03	1,03	1,00	1,02	1,01
93	23	8551	M170 II	2012920179	0,84	0,97	1,03	1,06	1,04	1,01	1,03	1,03
93	38	3660	M170 II	2012920503	0,63	0,90	1,00	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01
93	41	30463	M170 II	2012920855	0,43	0,79	0,83	1,02	1,03	1,01	1,01	1,01
87	1	1245	M170 X	2013914985	0,57	0,84	0,98	1,04	1,03	1,01	1,02	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA TOMBAMBA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
93	32	23574	M170 X	2013928578	0,06	0,65	0,81	1,01	1,01	1,00	1,02	1,01
93	29	13910	M170 X	2013929795	0,14	0,74	0,90	0,88	0,90	1,01	1,01	1,01
91	6	37800	M170 X	2013930405	0,02	0,69	0,87	1,02	1,00	1,01	1,02	1,02
93	36	32400	M170 X	2013930554	-	-	0,43	0,83	0,98	1,01	1,02	1,01
93	28	30400	M170 X	2013931177	0,19	0,73	0,94	0,87	0,90	1,00	1,01	1,01
87	5	30220	M170 X	2013931298	0,54	0,88	1,00	1,02	1,02	1,01	1,00	1,01
93	30	14405	M170 X	2013931620	0,07	0,70	0,87	1,03	1,04	1,02	1,03	1,02
93	29	902	M170 X	2013932508	0,51	0,85	0,98	0,90	0,90	0,99	1,01	1,00
94	10	25642	M170 X	2013932599	0,69	0,96	1,00	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01
94	24	26201	M170 X	2013933129	0,67	0,91	0,99	1,02	1,03	1,01	1,01	1,02
86	2	17820	M170 X	2013933631	0,67	0,90	0,98	1,05	1,00	1,00	1,01	1,01
94	2	29010	M170 X	2013933992	-	1,49	0,98	1,03	1,02	1,00	1,01	1,00
94	13	29500	M170 X	2013934934	0,71	0,94	1,01	0,95	1,03	1,00	1,01	1,00
89	10	14351	M170 X	2013935169	0,70	0,96	1,00	0,99	1,02	1,00	1,01	1,00
93	23	8595	M170 X	2013936418	0,59	0,87	0,97	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02
89	4	15855	M170 X	2013937063	0,67	0,93	0,97	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01
93	39	16035	M170 X	2013937758	0,40	0,79	0,79	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
94	11	9600	M170 X	2014915306	0,74	1,00	1,00	1,05	1,05	1,00	1,02	1,02
93	23	600	M170 X	2014915347	0,73	0,87	1,00	1,04	1,04	1,01	1,02	1,02
89	3	20800	M170 X	2014915585	0,58	0,95	1,00	1,03	1,01	1,01	1,02	1,02
97	1	19800	M170 X	2014916123	0,70	0,93	1,00	1,03	1,03	1,01	1,01	1,01
87	1	13880	M170 X	2014916176	0,38	0,82	0,94	1,00	1,00	0,99	1,01	1,00
91	1	15928	M170 X	2014916182	-	0,95	1,00	1,04	1,01	1,00	1,01	1,01
93	3	30660	M170 X	2014917584	0,82	0,95	1,03	1,05	1,01	1,02	1,02	1,01
88	3	1500	M170 X	2014917757	0,65	0,89	1,00	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01

APÉNDICE B

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
44	5	3002	AURUS	2000029505	0,70	0,90	0,80	0,98	1,01	1,02	1,02	1,01
44	2	25802	AURUS	2000047141	0,70	0,90	1,00	1,00	1,03	1,02	1,01	1,00
95	30	14000	AURUS	2001124831	1,10	1,30	1,30	1,20	1,45	1,41	1,35	1,38
95	27	27100	AURUS	2002000387	0,80	1,00	1,10	1,10	1,15	1,12	1,10	1,16
99	15	6701	AURUS	2002000889	1,00	1,10	1,15	1,25	1,24	1,23	1,20	1,20
92	8	33000	AURUS	2002008367	0,65	0,85	1,00	1,00	1,05	1,07	1,06	1,06
95	26	7300	AURUS	2002008635	0,70	0,80	0,98	0,99	1,18	1,07	1,06	1,06
95	25	1900	AURUS	2002008794	0,60	1,00	1,00	0,99	1,10	1,09	1,08	1,07
95	15	800	AURUS	2002028015	0,50	1,00	0,90	1,09	1,10	1,08	1,08	1,06
95	22	4100	AURUS	2002028133	-	-	-	-	0,60	1,09	1,08	1,08
95	16	7600	AURUS	2002028605	0,70	0,90	1,00	1,00	1,06	1,08	1,07	1,13
95	8	3800	IBERCONTA	2002029242	0,70	0,80	1,00	1,20	1,19	1,19	1,19	1,16
95	20	13300	AURUS	2002029604	-	-	0,30	0,70	0,96	0,34	0,22	0,99
95	20	1500	AURUS	2002031258	0,50	0,90	0,88	1,09	1,18	1,15	1,14	1,14
95	29	5100	AURUS	2002075153	-	-	0,60	0,90	1,10	1,12	1,11	1,11
95	22	16400	AURUS	2002112804	-	-	0,50	0,70	0,96	1,07	1,07	1,06
99	5	3001	IBERCONTA	2002112956	0,62	0,86	0,90	1,00	1,09	1,08	1,07	1,09
95	24	21700	AURUS	2002113340	0,60	0,80	0,88	0,99	1,08	1,09	1,07	1,06
99	5	6701	IBERCONTA	2002113883	0,80	0,88	1,00	0,90	1,05	1,04	1,03	1,05
95	30	12110	AURUS	2003000066	-	-	0,60	0,80	0,96	1,02	1,03	1,04
30	1	70201	AURUS	2003000212	0,35	0,70	0,05	1,00	1,03	1,02	1,02	1,01
99	17	33251	AURUS	2003000492	0,24	0,70	0,98	1,02	1,00	1,02	1,00	0,99
99	20	14601	AURUS	2003000631	0,78	0,90	0,90	1,00	1,00	1,02	1,01	1,00
44	2	59402	AURUS	2003001200	0,50	0,80	0,90	1,00	1,12	1,12	1,13	1,11
99	9	57400	AURUS	2003001238	-	-	0,10	0,20	0,50	1,05	1,02	1,01
42	5	20001	AURUS	2003001526	0,80	0,80	1,00	0,98	1,00	1,02	1,00	1,01
44	8	7702	AURUS	2003001840	0,50	0,70	0,80	0,98	1,01	1,02	1,01	1,01
99	8	15521	AURUS	2003001889	0,69	1,00	1,00	1,10	1,10	1,04	1,03	1,02
42	5	23901	AURUS	2003002094	-	-	0,60	0,78	1,00	1,03	1,01	1,02
99	7	9701	AURUS	2003002969	-	-	0,20	0,90	0,99	1,01	1,00	0,99
99	6	401	IBERCONTA	2003003607	0,10	0,59	0,90	1,00	1,08	1,10	1,07	1,10
99	1	21001	AURUS	2003003815	0,90	1,00	1,05	1,15	1,12	1,11	1,10	1,10
99	12	2001	AURUS	2003003934	0,70	0,90	1,00	1,00	1,11	1,08	1,06	1,07
99	10	17301	AURUS	2003004538	0,78	1,00	0,90	1,10	1,10	1,14	1,12	1,12
99	16	19601	AURUS	2003006307	-	-	0,78	0,85	0,95	1,02	1,01	1,01
19	1	31202	AURUS	2003007024	0,75	0,85	1,00	1,15	1,03	1,02	1,02	1,01
19	8	12800	AURUS	2003008148	0,05	0,40	0,70	0,95	0,99	1,03	1,03	1,02
92	1	25300	AURUS	2003030783	0,65	0,80	0,90	0,95	1,03	1,04	1,02	1,02
92	2	7400	AURUS	2003030798	0,75	1,00	1,00	1,15	1,20	1,18	1,15	1,14
95	13	13700	AURUS	2003030844	0,60	0,90	1,00	0,99	1,07	1,09	1,06	1,06
95	27	27400	AURUS	2003032359	0,60	0,80	1,00	1,00	1,06	1,11	1,09	1,16

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
99	8	20801	AURUS	2003032401	0,20	0,80	0,90	1,00	1,00	1,03	1,01	1,01
99	5	3701	AURUS	2004085163	0,80	1,00	1,00	1,00	1,04	1,03	1,01	1,01
90	2	20800	ACTARIS	2004101122	-	0,04	0,18	0,98	1,04	1,06	1,06	1,06
95	25	10600	ACTARIS	2004101306	-	0,33	0,41	0,79	1,00	1,08	1,07	1,07
85	6	19400	ACTARIS	2004103248	0,76	1,01	1,08	1,11	1,18	1,15	1,13	1,14
85	3	11400	ACTARIS	2004103779	0,55	0,90	0,99	1,01	1,09	1,08	1,08	1,07
90	4	13500	ACTARIS	2004104171	-	-	-	0,02	0,96	1,05	1,04	1,05
95	27	8200	ACTARIS	2004105569	-	0,02	0,02	0,93	0,96	1,00	1,01	1,04
95	26	30000	ACTARIS	2004105623	0,32	0,90	1,00	1,02	1,04	1,02	1,03	1,02
95	27	12830	ACTARIS	2004105784	0,34	0,74	0,88	1,02	1,01	1,03	1,02	1,08
85	3	19700	ACTARIS	2004105796	0,09	0,78	0,97	0,97	1,08	1,06	1,05	1,05
95	27	6900	ACTARIS	2004105805	-	0,49	0,91	1,03	1,07	1,10	1,07	1,07
31	12	10801	ACTARIS	2004107180	0,42	0,84	0,93	0,99	1,02	1,01	1,01	1,01
44	13	1201	ACTARIS	2004107437	0,50	0,85	0,94	1,04	1,06	1,02	1,01	1,01
99	9	37200	ACTARIS	2004108490	0,50	0,94	1,00	1,08	1,10	1,07	1,08	1,07
44	1	45702	ACTARIS	2004112574	0,12	0,78	0,92	1,04	1,04	1,02	1,04	1,00
99	12	21701	ACTARIS	2004112706	0,18	0,81	0,95	1,06	1,13	1,11	1,10	1,10
19	7	1901	ACTARIS	2004112913	-	0,04	0,82	0,98	1,00	0,98	0,97	0,97
95	7	14800	IBERCONTA	2004113035	0,70	0,90	1,10	1,10	1,11	1,11	1,10	1,07
92	11	26100	ACTARIS	2004113092	0,37	0,82	0,99	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01
92	7	18716	ACTARIS	2004113193	0,68	0,95	0,98	1,08	1,09	1,06	1,06	1,06
44	5	15002	AURUS	2004113345	0,40	0,70	0,90	1,00	1,03	1,03	1,03	1,02
95	15	24900	AURUS	2004113520	0,30	0,80	1,00	0,99	1,10	1,12	1,11	1,10
95	5	23900	IBERCONTA	2004113575	0,80	1,00	1,00	1,10	1,09	1,08	1,08	1,05
90	6	5100	ACTARIS	2004114224	0,66	0,90	0,98	1,02	1,04	1,03	1,03	1,03
19	4	10000	AURUS	2004114727	0,40	0,70	0,80	1,03	1,03	1,04	1,02	1,03
19	4	10000	ACTARIS	2004114727	-	0,01	0,48	0,88	0,99	1,00	1,01	1,01
90	5	16700	ACTARIS	2004115836	0,50	0,94	1,00	1,11	1,13	1,12	1,10	1,09
90	6	24300	ACTARIS	2004115882	0,44	0,82	0,96	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04
90	3		ACTARIS	2004115889	0,14	0,62	0,90	1,04	1,05	1,05	1,04	1,04
90	6	15200	ACTARIS	2004115917	0,33	0,72	0,91	1,03	1,04	1,04	1,04	1,03
44	14	8201	ACTARIS	2004116441	0,02	0,04	0,18	0,90	0,99	1,02	1,02	1,02
30	3	65804	ACTARIS	2004116580	-	-	0,07	0,84	0,98	0,99	1,01	1,01
92	13	26900	ACTARIS	2004116803	0,59	0,94	0,97	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02
92	11	9800	ACTARIS	2004118479	-	0,09	0,63	0,86	1,01	1,09	1,08	1,08
19	3	20704	ACTARIS	2004118843	0,41	0,85	0,95	1,04	1,02	1,01	1,01	1,01
92	10	11500	ACTARIS	2004119006	0,48	0,86	1,02	1,06	1,09	1,08	1,07	1,06
31	10	21601	ACTARIS	2004120628	0,06	0,63	0,89	0,99	1,02	1,01	1,01	1,01
95	28	14700	ACTARIS	2004120696	-	0,58	0,88	0,99	1,03	1,02	1,02	1,01
95	29	4600	ACTARIS	2004121684	0,66	0,93	1,03	1,08	1,09	1,07	1,05	1,05
95	30	23000	ACTARIS	2004121717	0,02	0,11	0,85	0,97	1,03	1,02	1,01	1,01
95	29	32000	ACTARIS	2004122153	0,04	0,76	0,94	1,04	1,05	1,03	1,02	1,02
19	7	23901	ACTARIS	2004123129	0,23	0,90	0,98	1,03	1,04	1,02	1,01	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
90	3	22502	ACTARIS	2004124196	0,60	0,91	1,01	1,06	1,08	1,08	1,07	1,06
92	7	23700	ACTARIS	2004124744	0,09	0,54	0,89	1,00	1,02	1,03	1,03	1,02
92	12	3001	ACTARIS	2004126992	0,10	0,88	0,95	1,03	1,05	1,03	1,01	1,01
95	32	6300	ACTARIS	2004129761	-	0,05	0,59	0,97	1,08	1,11	1,09	1,09
95	31	19500	ACTARIS	2004129991	0,52	0,96	1,00	1,09	1,12	1,10	1,08	1,08
95	6	12115	AURUS	2005017843	0,80	0,88	1,00	1,00	1,05	1,04	1,03	1,03
44	4	8101	M170 II	2006013578	-	-	0,09	0,76	1,00	1,03	1,04	1,03
99	20	1480	M170 II	2006019525	-	0,52	0,79	0,98	1,03	1,00	1,00	0,99
85	4	23050	M170 II	2006020182	-	0,20	0,64	0,93	1,03	1,07	1,08	1,08
30	3	73204	M170 II	2006020301	-	0,45	0,78	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98
95	26	2320	M170 II	2006021161	0,04	0,72	0,84	1,01	1,01	1,01	1,02	1,01
90	2	1390	M170 II	2006021322	-	-	-	-	0,77	1,02	1,01	1,00
90	5	18650	M170 II	2006021646	-	0,35	0,75	0,96	0,98	1,03	1,03	1,02
95	14	7652	M170 II	2006021898	-	0,05	0,64	0,91	0,99	1,03	1,03	1,02
92	13	3115	M170 II	2006021904	-	-	0,40	0,82	0,98	1,01	0,99	1,01
95	26	30100	M170 II	2006022163	-	-	0,58	0,87	0,97	1,02	1,02	1,01
99	6	14601	M170 II	2006022329	-	0,09	0,77	0,97	1,02	1,01	1,02	1,03
92	1	26000	M170 II	2006022440	0,01	0,11	0,10	1,03	1,14	1,13	1,12	1,11
90	2	11200	M170 II	2006022910	-	0,01	0,10	0,77	0,92	1,04	1,03	1,03
92	4	4400	M170 II	2006034767	-	-	-	0,53	1,03	1,09	1,12	1,12
99	12	20701	AURUS	2006041903	0,80	0,80	0,90	1,00	1,08	1,04	1,02	1,01
99	23	5651	M170 II	2007000485	-	-	1,10	0,76	0,92	0,98	0,98	0,96
95	16	16515	M170 II	2007000579	-	0,11	0,48	0,88	0,93	1,00	1,00	1,06
99	25	14200	M170 II	2007001395	-	0,18	0,72	0,92	1,00	1,01	1,04	1,02
99	23	14301	M170 II	2007001784	0,04	0,58	0,83	0,99	0,99	1,01	1,01	1,00
90	4	3200	M170 II	2007002208	0,26	0,81	0,91	1,03	1,03	1,03	1,04	1,02
90	3	21222	M170 X	2007002503	-	-	0,08	0,72	0,93	1,02	1,03	1,02
99	7	3202	M170 II	2007002660	0,17	0,56	0,89	1,00	1,01	0,99	0,98	0,99
99	22	21101	M170 II	2007019696	-	0,03	0,14	0,79	0,97	1,01	1,02	1,02
31	9	1802	M170 II	2007019926	-	-	0,02	0,58	0,91	1,00	1,01	1,01
31	12	51801	M170 II	2007020354	0,03	0,09	0,76	0,97	1,01	1,00	1,00	1,00
92	3	22101	M170 II	2007020578	0,01	0,01	0,40	0,76	1,02	1,03	1,02	1,03
85	5	24200	M170 II	2007020612	0,02	0,57	0,76	0,97	1,04	1,03	1,03	1,03
31	12	28901	M170 II	2007021043	-	0,14	0,72	0,95	1,02	1,00	1,02	1,01
30	3	35504	M170 II	2007021472	0,06	0,76	1,00	1,15	1,19	1,17	1,19	1,18
99	11	6301	M170 II	2007027286	-	0,02	0,48	0,85	0,99	1,00	1,01	1,00
44	8	25602	M170 II	2007027565	-	-	0,25	0,81	0,99	0,99	1,00	1,00
99	17	10501	M170 II	2008312137	0,58	0,94	1,04	1,10	1,09	1,01	1,00	1,00
99	2	6601	M170 II	2008312682	0,01	0,64	0,85	1,00	1,02	1,01	1,01	1,01
42	3	8202	M170 II	2008313622	-	0,05	0,62	0,91	1,00	1,01	1,01	1,01
45	1	9702	M170 II	2008313890	-	-	0,33	0,88	1,02	1,04	1,05	1,04
44	11	11001	M170 II	2008314206	0,44	0,78	0,90	1,05	1,05	1,01	1,02	1,00
99	16	21601	M170 II	2008314810	-	0,01	-	0,82	1,02	1,01	1,02	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
90	4	30700	M170 II	2008315043	-	-	0,57	0,91	0,99	1,02	1,04	1,03
85	7	12800	M170 II	2008315111	-	0,02	0,36	0,78	0,97	0,99	1,01	1,02
85	1	14502	M170 II	2008315167	-	-	0,05	0,75	0,93	0,99	0,98	0,99
95	23	14000	M170 II	2008315484	-	-	-	0,57	0,86	1,01	1,01	1,07
95	10	15800	M170 II	2008432260	-	-	-	-	0,61	1,02	1,04	1,02
77	3	17000	M170 II	2008432337	0,52	0,83	0,92	0,99	1,03	1,01	1,02	1,01
95	4	4300	M170 II	2008433499	-	0,46	0,77	0,97	1,01	1,02	1,02	1,02
92	12	22501	M170 II	2008434007	-	-	0,40	0,86	0,99	1,01	1,02	1,02
30	4	55802	M170 II	2008434035	0,02	0,22	0,75	0,94	1,00	1,00	1,02	1,01
90	1	8100	M170 II	2008435272	-	0,03	0,60	0,90	0,94	1,03	1,02	1,02
92	13	26620	M170 II	2008435730	-	0,05	0,59	0,91	0,97	0,99	1,00	1,00
95	17	5000	M170 II	2008581897	-	-	0,07	0,78	0,97	1,03	1,02	1,02
42	1	28802	M170 II	2008581952	-	-	0,05	0,76	0,98	1,01	1,01	1,02
92	3	1721	M170 II	2008584132	0,01	0,10	0,58	0,89	0,99	1,01	1,01	1,02
95	12	402	M170 II	2008584291	0,05	0,72	0,88	1,04	1,06	1,05	1,05	1,04
90	3	2702	M170 II	2008584306	0,02	0,52	0,78	1,00	1,01	1,03	1,03	1,04
85	4	700	M170 II	2008584627	-	-	0,01	0,51	0,92	1,05	1,05	1,04
95	20	29402	M170 II	2008584899	0,01	0,18	0,56	0,94	0,96	1,01	1,01	1,02
44	5	8702	M170 II	2009910590	0,08	0,70	0,86	1,00	1,04	1,01	1,01	1,01
44	1	27750	M170 II	2009911801	-	0,63	0,77	0,97	1,01	1,00	1,00	0,99
44	1	37005	M170 II	2009911907	-	0,11	0,61	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00
90	1	14677	M170 II	2009911997	-	0,06	0,68	0,90	0,95	1,00	0,99	0,99
44	17	2800	M170 II	2009913017	-	0,50	0,78	0,96	1,01	1,00	0,99	0,99
85	5	27823	M170 II	2009914223	-	0,02	0,32	0,79	0,99	1,01	1,01	1,01
31	12	7401	M170 II	2009914815	0,24	0,76	0,94	1,03	1,03	1,01	1,01	1,02
19	7	22101	M170 II	2009915288	-	-	0,11	0,87	0,97	1,01	1,00	1,00
92	15	42350	M170 II	2009916127	-	0,01	0,30	0,82	0,94	1,01	1,00	1,01
95	26	25800	M170 II	2009916901	-	-	-	0,74	0,92	1,01	1,00	1,01
95	17	11600	M170 II	2009917012	-	-	-	-	-	0,99	1,07	1,14
95	31	7110	M170 II	2009917827	-	-	-	0,42	0,85	1,01	1,00	1,00
99	6	26101	M170 II	2009918325	-	0,25	0,78	0,97	0,98	1,01	1,01	1,03
44	1	52906	M170 II	2009927258	-	0,07	0,46	0,84	1,02	1,00	1,00	1,01
99	17	12260	B METERS	2010617361	-	0,12	0,60	0,90	1,04	1,03	1,04	1,03
99	24	13511	M170 II	2010911645	0,09	0,83	0,95	1,02	1,03	1,00	1,01	1,00
99	6	23651	M170 II	2010940228	-	0,02	0,70	0,95	0,99	1,01	1,01	1,02
95	7	810	M170 II	2010963619	0,01	0,48	0,81	1,01	1,00	1,02	1,05	1,03
99	4	43252	M170 II	2010963821	-	0,09	0,60	0,92	0,98	1,01	1,03	1,02
99	2	23051	M170 II	2010964139	-	0,60	0,81	1,00	1,01	1,01	1,02	1,03
85	8	11768	M170 II	2010964971	0,10	0,75	0,92	0,98	1,02	1,00	1,01	1,01
99	13	2201	M170 X	2010966178	0,50	0,89	1,00	1,05	1,05	1,02	1,02	1,02
99	8	16451	M170 X	2010966458	-	0,07	0,54	0,92	1,00	1,01	1,02	1,02
92	14	21905	M170 X	2010978416	-	0,34	0,66	0,96	0,99	1,02	1,02	1,01
90	11	29126	M170 X	2010979965	0,63	0,86	0,99	1,03	1,05	1,02	1,02	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
92	13	33800	M170 X	2011900045	-	0,02	0,26	0,83	0,96	1,04	1,03	1,03
92	1	13400	M170 X	2011900240	-	0,04	0,57	0,95	1,04	1,04	1,06	1,06
95	2	18650	M170 X	2011900889	-	-	0,24	0,79	0,97	1,02	1,03	1,04
95	1	16900	M170 X	2011900914	-	-	-	-	-	0,97	1,06	1,07
95	3	2100	M170 x	2011901077	-	-	0,08	0,80	0,98	1,03	1,05	1,03
95	1	18000	M170 X	2011901099	-	-	-	0,08	0,88	1,00	1,05	1,03
44	10	8104	M170 X	2011901444	-	-	0,34	0,89	0,96	0,99	1,00	1,00
44	1	51822	M170 X	2011901659	-	0,02	0,38	0,86	1,01	1,01	1,03	1,03
90	4	13600	M170 X	2011901827	-	0,03	0,64	0,98	1,02	1,05	1,06	1,05
92	9	810	M170 X	2011903355	0,28	0,70	0,93	1,02	1,04	1,01	1,03	1,03
95	2	11500	M170 X	2011904748	-	-	0,62	0,95	1,03	1,07	1,08	1,07
95	3	21000	M170 X	2011905250	-	-	0,04	0,72	0,99	1,03	1,06	1,03
85	6	5100	M170 X	2011905466	-	-	0,17	0,70	0,97	1,05	1,06	1,07
95	5	16800	M170 X	2011906008	-	-	0,10	0,60	0,96	1,02	1,04	1,02
95	6	13800	M170 X	2011906021	-	-	0,38	0,80	0,99	1,00	1,01	1,01
44	10	10204	M170 X	2011906031	0,47	0,95	1,05	1,18	1,17	1,17	1,17	1,15
95	6	3200	M170 X	2011906974	-	-	0,02	0,62	0,88	0,98	1,00	1,01
77	5	13400	M170 II	2011911792	0,18	0,75	0,93	0,98	1,03	1,00	1,02	1,01
95	12	6103	M170 II	2011949359	0,45	0,96	1,02	1,06	1,01	1,03	1,00	1,01
77	4	31501	M170 II	2011950252	0,65	0,86	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,02
99	5	2981	M170 II	2011978211	-	0,75	0,98	1,02	0,99	1,01	1,03	1,04
44	19	27850	BY METERS	2012001619	0,34	0,79	0,89	1,01	1,01	0,99	0,98	0,98
19	6	13600	BY METERS	2012002987	0,70	0,95	1,00	1,04	1,05	1,01	0,99	0,99
19	7	30201	B METERS	2012209580	0,50	0,82	0,90	0,98	0,98	0,97	0,98	0,99
90	5	21467	ITRON	2012548022	-	0,50	0,86	0,99	1,01	1,01	1,01	1,00
44	15	29853	ITRON	2012548396	0,46	0,96	1,04	1,06	1,07	1,02	1,01	1,01
95	7	2000	ITRON	2012549068	-	0,13	0,87	1,00	1,04	1,02	1,02	0,99
95	7	2000	ITRON	2012549068	-	0,47	0,91	0,99	1,04	1,02	0,99	1,02
95	12	9700	ITRON	2012549100	0,04	0,76	0,96	1,01	1,03	1,02	1,00	1,00
19	6	28400	ITRON	2012594152	-	0,48	0,90	1,00	1,02	1,00	0,99	0,99
95	13	28100	ITRON	2012595638	0,03	0,53	0,92	0,98	1,02	1,01	1,00	1,00
99	14	9921	ITRON	2012595703	0,06	0,79	0,94	0,99	1,03	1,01	1,01	1,01
30	2	44102	ITRON	2012596671	-	-	0,81	0,98	1,00	1,00	1,01	1,00
95	6	30100	ITRON	2012596765	0,02	0,62	0,90	0,96	1,02	1,00	1,00	1,00
95	14	29106	ITRON	2012597112	0,03	0,76	0,96	0,98	1,02	1,01	1,00	1,00
44	1	28874	ITRON	2012597523	0,14	0,80	0,88	1,00	1,02	1,00	0,99	0,99
95	30	8265	ITRON	2012597532	-	0,58	0,95	1,01	1,02	0,99	1,00	1,00
92	8	25414	M170 II	2012904268	0,44	0,87	0,93	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01
92	7	7480	M170 II	2012904553	0,49	0,89	0,92	1,02	1,00	1,01	1,01	1,01
92	8	14430	M170 II	2012905105	0,52	0,88	0,95	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
42	6	30501	M170 X	2012912840	0,64	0,90	1,00	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00
95	2	26500	M170 II	2012919942	0,47	0,88	0,97	1,01	1,00	1,00	1,01	0,98
99	12	24151	M170 II	2012920777	0,88	0,98	1,07	1,09	1,04	1,02	1,02	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA MACHÁNGARA

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
77	5	27590	M170 X	2013905579	0,61	0,85	0,97	1,02	1,03	1,02	1,04	1,03
90	5	20600	M170 X	2013913024	0,71	0,94	1,00	1,01	1,00	1,02	1,04	1,03
95	24	20350	M170 X	2013914914	0,43	0,83	0,94	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02
99	5	7601	M170 X	2013929820	0,63	0,90	1,01	1,02	1,00	1,00	1,01	1,03
31	10	25301	M170 X	2013930545	0,82	0,96	1,01	1,02	1,03	1,00	1,02	1,00
99	4	43902	M170 X	2013930636	0,67	0,92	1,02	1,02	0,98	0,99	1,00	1,00
44	15	30100	M170 X	2013931696	0,51	0,90	1,00	1,04	1,04	1,01	1,02	1,02
92	8	15310	M170 X	2013931961	0,35	0,82	0,88	0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
44	15	36050	M170 X	2013932135	0,04	0,56	0,82	0,99	0,99	1,00	1,01	1,00
99	16	7321	M170 X	2013932423	0,66	0,96	1,01	1,04	1,03	1,01	1,02	1,01
45	2	11652	M170 X	2013932673	0,11	0,66	0,84	1,02	1,03	1,01	1,02	1,01
77	6	4300	M170 X	2013932752	0,80	0,94	1,02	1,03	1,03	1,00	1,01	1,00
44	10	19054	M170 X	2013932766	0,24	0,79	0,91	1,06	1,00	1,02	1,03	1,02
99	12	5832	M170 X	2013933413	0,65	0,90	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,01
44	11	29001	M170 X	2013933447	-	0,01	0,03	0,69	0,93	1,00	1,01	1,00
90	3	16352	M170 X	2013933642	0,54	0,83	0,97	1,00	1,02	1,00	1,01	1,02
44	16	162	M170 X	2013934005	0,66	0,92	0,99	1,04	1,02	1,02	1,02	0,98
92	15	38750	M170 X	2013934275	0,49	0,91	0,99	1,08	1,04	1,04	1,05	1,05
42	5	1301	M170 x	2013934408	0,58	0,88	0,96	1,01	1,02	1,01	1,03	1,02
90	2	9400	M170 X	2013934558	-	0,69	0,89	1,00	0,95	1,00	1,01	1,00
90	4	12800	M170 X	2013934830	0,03	0,57	0,85	0,97	1,02	1,01	1,02	1,02
95	14	24170	M170 X	2013935587	0,53	0,89	0,98	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00
92	16	5310	M170 X	2013936045	0,44	0,90	0,98	1,05	1,01	1,01	1,03	1,03
19	8	73820	M170 X	2013936309	0,41	0,80	0,96	1,03	1,01	1,00	1,02	1,01
99	2	301	M170 X	2013937816	0,75	0,96	1,03	1,04	1,00	1,00	1,01	1,02
92	11	100	M170 X	2014914441	0,74	0,96	1,00	1,02	1,03	1,00	1,01	1,00
92	11	19065	M170 X	2014915900	0,63	0,95	1,00	1,02	1,02	1,00	1,01	1,01
42	9	19160	M170 X	2014916032	0,75	0,96	1,01	1,03	1,06	1,00	1,01	1,00
99	12	23691	M170 X	2014916078	0,73	0,92	0,99	1,02	1,01	1,00	1,02	1,02

APÉNDICE C

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA CULEBRILLAS

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
65	4	88701	ACTARIS	2004114515	0,83	0,98	1,02	1,05	1,05	1,02	1,01	1,01
65	5	47800	ACTARIS	2004118502	-	0,03	0,61	0,92	1,02	1,03	1,03	1,02
65	1	78601	ACTARIS	2004119462	0,48	0,88	1,02	1,05	1,10	1,07	1,07	1,06
65	1	28801	AURUS	2005076388	-	-	-	-	-	1,09	1,10	1,08
65	7	45402	M170 II	2006012399	0,04	0,26	0,66	0,91	1,02	1,03	1,04	1,03
65	7	40052	M170 II	2006013085	0,07	0,17	0,66	0,93	1,02	1,01	1,03	1,02
65	9	36201	M170 II	2006020286	-	0,02	0,11	1,00	1,04	1,04	1,03	1,04
65	8	13401	M170 II	2006021485	0,28	0,72	0,87	1,02	1,03	1,01	1,01	1,01
65	8	43601	M170 II	2006021547	0,13	0,57	0,79	1,01	1,02	1,00	1,01	1,00
65	12	48401	M170 II	2006022125	-	-	-	0,97	1,01	1,01	1,01	1,02
65	10	1802	M170 II	2006034649	0,09	0,38	0,64	0,94	1,00	1,00	1,00	1,01
65	12	80201	M170 II	2007000165	-	-	-	-	-	1,02	1,00	0,99
65	12	74601	M170 II	2008313794	-	-	0,56	0,89	0,96	1,00	1,00	1,00
66	1	31000	M170 II	2009911713	0,03	0,54	0,75	0,94	1,00	1,01	1,00	1,01
66	1	6800	M170 II	2009913889	-	0,04	0,71	0,90	0,99	1,00	1,00	1,00
65	2	5001	M170 II	2010912242	-	0,40	0,67	0,99	1,02	1,02	1,03	1,02
65	6	20321	M170 X	2010978364	-	0,32	0,69	0,97	1,03	1,01	1,01	1,00
66	4	31000	M170 X	2010979393	0,05	0,80	0,92	0,98	1,02	1,00	1,01	1,01
65	7	38302	M170 X	2010981273	0,07	0,15	0,59	0,91	0,99	1,00	1,02	1,02
65	11	19603	M170 X	2011902965	0,51	0,91	1,00	1,06	1,05	1,02	1,03	1,02
65	5	11400	BY METERS	2012004607	0,69	0,99	0,98	1,02	1,03	1,01	1,00	1,01
65	15	25313	ITRON	2012550015	0,06	0,66	0,94	1,00	1,03	1,01	1,02	1,01
65	2	38201	M170 II	2012904458	0,80	0,98	1,03	1,05	1,05	1,03	1,03	1,02
65	2	21595	M170 X	2013905391	0,68	0,91	1,00	1,03	1,04	1,02	1,02	1,01
65	13	33201	M170 X	2013934698	0,80	0,96	1,02	1,02	1,02	0,99	0,99	1,01
65	3	44241	M170 X	2013935094	0,77	0,98	1,02	1,02	1,02	1,00	1,02	1,00
65	4	73721	M170 X	2013937824	0,73	0,95	1,01	1,06	1,05	1,03	1,05	1,04

APÉNDICE D

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA YANUNCAY

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
40	3	1801	AURUS	2000042051	0,75	0,85	0,95	1,05	1,11	1,09	1,09	1,09
40	6	20301	AURUS	2001141017	0,55	0,90	1,00	0,95	0,99	1,06	1,06	1,05
40	12	4200	AURUS	2002008517	0,55	0,70	0,90	1,00	1,05	1,06	1,05	1,05
40	13	15000	AURUS	2002010008	0,50	0,75	0,95	1,00	1,05	1,04	1,02	1,02
40	7	5601	AURUS	2002030352	0,85	1,00	1,10	1,05	1,11	1,11	1,10	1,09
93	47	38400	AURUS	2002113621	0,20	0,70	0,85	0,95	0,99	1,02	1,01	1,01
40	8	40201	AURUS	2003000533	0,50	0,90	0,95	1,00	1,04	1,04	1,02	1,02
40	7	6421	AURUS	2003001221	0,65	0,90	0,95	1,05	1,14	1,13	1,11	1,12
40	8	44201	AURUS	2003001575	0,75	0,95	0,95	1,05	1,14	1,17	1,15	1,15
40	4	801	AURUS	2003004216	0,65	0,75	0,90	1,00	1,05	1,05	1,06	1,05
60	3	72102	AURUS	2003004583	0,75	0,95	1,00	1,15	1,20	1,11	1,11	1,10
40	7	34701	AURUS	2003006327	0,70	0,95	1,00	1,00	1,03	1,06	1,04	1,05
93	49	39000	AURUS	2003006878	0,75	0,85	0,85	1,00	1,04	1,03	1,02	1,02
40	1	13000	AURUS	2003007122	0,70	0,85	0,95	1,05	1,06	1,05	1,05	1,04
40	9	15601	AURUS	2003031032	0,75	0,90	0,90	1,05	1,05	1,04	1,03	1,02
93	45	11180	ACTARIS	2004111672	0,62	0,91	0,99	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
93	42	8805	ACTARIS	2004117254	-	-	0,02	0,64	0,92	1,01	1,02	1,02
60	5	30702	ACTARIS	2004118009	-	0,04	0,62	0,86	1,01	1,02	1,02	1,02
93	48	16200	ACTARIS	2004124215	0,03	0,50	0,39	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02
60	1	49502	AURUS	2005033816	0,71	0,94	1,00	1,05	1,04	1,01	1,00	1,00
40	3	18051	M170 II	2006012882	-	-	-	0,79	1,00	1,04	1,04	1,04
93	43	16450	M170 II	2006013313	-	-	0,04	0,80	0,96	1,01	1,01	1,02
93	47	26700	M170 II	2006013978	-	0,08	0,56	0,90	0,97	0,99	1,00	1,00
60	6	77202	M170 II	2007000478	-	-	-	0,65	0,91	1,02	1,03	1,02
93	45	18340	M170 II	2007001094	0,06	0,81	0,91	1,02	1,03	1,03	1,04	1,03
40	3	19701	M170 II	2007019808	-	-	-	0,70	0,95	1,04	1,04	1,03
40	5	18101	M170 II	2007022397	-	-	0,15	1,05	1,06	1,03	1,05	1,05
60	5	34902	M170 II	2007026288	-	-	0,28	0,75	0,93	1,01	1,01	1,01
60	6	81402	M170 II	2007028037	-	0,02	0,58	0,90	1,02	1,02	1,03	1,02
40	2	28900	M170 II	2007028102	-	-	-	0,73	0,93	1,03	1,04	1,05
60	3	10902	M170 II	2008313587	-	0,05	0,65	0,90	1,02	1,01	1,01	1,01
93	46	49000	M170 II	2008432875	-	-	0,02	0,88	0,99	1,05	1,04	1,03
60	5	30802	M170 II	2008582392	0,01	0,01	0,04	0,74	0,95	1,03	1,04	1,03
60	2	15002	M170 II	2008584245	-	0,54	0,80	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99
40	14	41401	M170 II	2009913282	-	0,39	0,78	0,98	1,05	1,03	1,03	1,03
40	8	17151	M170 II	2009913751	0,03	0,59	0,85	1,02	1,02	1,03	1,02	1,02
60	5	68802	M170 II	2009917814	-	-	0,57	0,90	0,98	1,02	1,02	1,01
60	3	20102	M170 II	2010965011	-	-	-	0,62	0,94	0,99	1,00	1,01
93	46	67600	M170 X	2010978690	-	0,16	0,64	0,93	0,99	1,02	1,03	1,02
60	6	83602	M170 X	2010980146	0,46	0,80	0,93	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00
40	9	9278	M170 X	2011901340	0,36	0,78	0,96	1,02	1,01	1,01	1,02	1,02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO SISTEMA YANUNCAY

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
60	3	43802	M170 X	2011905673	-	0,05	0,59	0,97	1,02	1,02	1,02	1,02
40	5	30303	M170 II	2011949551	0,13	0,76	0,95	1,03	1,04	1,04	1,05	1,03
40	4	9301	M170 II	2011949560	0,74	0,96	1,05	1,10	1,04	1,04	1,05	1,05
93	42	42605	M170 II	2011950333	0,02	0,03	0,10	0,96	1,03	1,02	1,03	1,04
40	9	3126	BY METERS	2012001331	-	0,35	0,78	0,96	1,01	1,01	1,02	1,02
93	43	14810	BY METERS	2012004586	0,69	0,94	0,90	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
60	1	39802	ITRON	2012549388	-	0,32	0,92	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00
40	1	38000	ITRON	2012595258	0,05	0,49	0,89	1,00	1,02	1,02	1,01	1,00
60	6	25612	ITRON	2012595285	0,03	0,45	0,86	0,97	1,03	1,00	1,01	1,01
60	3	45208	ITRON	2012595334	0,48	0,86	0,94	1,03	1,08	1,03	1,02	1,03
93	46	11400	ITRON	2012596600	-	0,03	0,64	0,92	1,01	1,01	1,00	1,00
40	13	34510	M170 II	2012904645	0,75	0,96	1,03	1,03	1,03	1,02	1,03	1,02
93	47	17200	M170 II	2012904857	0,81	0,99	1,03	1,06	1,04	1,02	1,02	1,01
40	11	7152	M170 X	2013930320	0,57	0,90	0,99	1,03	1,04	1,03	1,04	1,03
40	9	10996	M170 X	2013930875	0,77	0,92	1,00	1,01	1,01	0,99	1,01	1,00
40	8	4781	M170 X	2013931183	0,71	0,91	1,02	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01
93	48	44200	M170 X	2013937763	0,32	0,80	0,78	1,04	1,01	1,01	1,01	1,01
40	15	20400	M170 X	2014901360	0,73	0,94	1,02	1,04	1,02	1,00	1,00	1,00

APÉNDICE E

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO CENTRO HISTÓRICO

SECUENCIA DE LECTURA			MODELO	NÚMERO	CAUDAL DE PRUEBA Lt/h.							
					10	15	20	30	50	250	750	1500
98	3	11000	AURUS	2002075402	0,60	0,90	0,90	1,00	1,15	1,13	1,12	1,11
98	17	7800	AURUS	2002075773	0,80	0,99	1,10	1,10	1,22	1,13	1,13	1,11
98	3	18800	AURUS	2003007536	0,60	0,80	0,80	0,95	1,10	1,06	1,05	1,05
98	19	11200	AURUS	2003007926	-	0,89	1,00	1,00	1,03	1,03	1,03	1,02
98	4	9200	ACTARIS	2004100758	-	0,68	0,88	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04
98	11	4000	ACTARIS	2004102657	0,63	0,94	1,02	1,06	1,10	1,09	1,08	1,08
98	11	11300	ACTARIS	2004102800	0,93	1,04	1,06	1,10	1,12	1,07	1,05	1,05
98	7	22600	ACTARIS	2004106041	0,21	0,91	0,99	1,04	1,04	1,03	1,04	1,03
98	7	11600	ACTARIS	2004109568	1,21	1,00	1,07	1,13	1,14	1,11	1,12	1,11
98	5	13900	ACTARIS	2004110047	-	-	0,18	0,88	0,91	1,09	1,09	1,08
98	1	9900	ACTARIS	2004112671	-	-	0,11	0,80	0,97	1,07	1,06	1,06
98	5	14900	ACTARIS	2004117619	-	0,03	0,67	0,91	0,97	1,04	1,04	1,04
98	15	12200	ACTARIS	2004117842	0,49	0,90	1,02	1,07	1,10	1,08	1,07	1,08
98	20	4800	ACTARIS	2004122503	-	-	0,32	0,84	1,00	1,09	1,08	1,08
98	9	22600	ACTARIS	2004122538	-	-	0,13	0,72	0,74	1,11	1,11	1,10
98	14	1500	ACTARIS	2004122657	0,18	0,84	0,98	1,08	1,11	1,10	1,09	1,09
98	22	19700	ACTARIS	2004122887	0,55	0,89	0,98	1,06	1,10	1,07	1,06	1,06
98	16	7100	ACTARIS	2004123082	-	0,36	0,81	0,99	1,04	1,06	1,06	1,06
98	20	12700	ACTARIS	2004126066	0,55	0,87	0,97	1,02	1,04	1,03	1,02	1,02
98	16	800	ACTARIS	2004127369	-	-	-	0,42	0,97	1,07	1,06	1,05
98	9	5120	M170 II	2008433385	-	-	0,64	0,95	0,94	1,02	1,04	1,04
98	8	9700	M170 II	2008433464	-	-	0,14	0,85	0,87	1,05	1,07	1,06
98	10	14400	M170 II	2008435876	-	-	0,02	0,68	0,81	1,04	1,05	1,05
98	2	12500	M170 II	2008436008	-	0,10	0,40	0,93	0,99	1,01	1,02	1,01
98	14	2200	M170 II	2009916334	-	-	0,58	0,88	0,98	1,03	1,03	1,02
98	4	8105	M170 II	2009916449	0,04	0,55	0,77	0,94	0,98	1,00	0,99	1,00
98	7	6100	M170 X	2010979721	-	-	-	0,62	0,63	1,03	1,04	1,03
98	22	7100	M170 X	2011901272	-	0,67	0,83	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
98	3	14320	ITRON	2012549915	0,02	0,56	0,78	1,00	1,03	1,01	1,00	1,00
98	9	16305	M170 X	2013914512	-	0,14	0,64	0,90	0,90	0,99	1,01	1,01
98	20	14100	M170 X	2013931249	0,46	0,85	0,96	1,02	1,00	1,00	1,02	1,02
98	18	4500	M170 X	2013934389	0,79	0,98	1,04	1,06	1,01	1,01	1,02	1,01