

# AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA

GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE MICROMEDICIÓN EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE BRINDADO POR LOS PRESTADORES PÚBLICOS Y COMUNITARIOS

JULIO 2022

Agencia de Regulación  
y Control del Agua



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos



# AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA

## GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE MICROMEDICIÓN EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE BRINDADO POR LOS PRESTADORES PÚBLICOS Y COMUNITARIOS

<b>Elaboración:</b> Ing. Cristian Salazar	<b>Revisión:</b> Ing. Alex Ramírez	<b>Aprobación:</b> Ing. Karina Ortiz
Analista Técnico de Regulación y Control de Agua Potable y saneamiento 2	Analista Técnico de Regulación y Control de Agua Potable y saneamiento 3	Directora de Regulación y Control de Agua Potable y saneamiento (E)
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha: 09/07/2022	Fecha: 10/07/2022	Fecha: 11/07/2022

## CONTENIDO

1. ANTECEDENTES .....	5
2. OBJETIVO.....	5
3. DEFINICIONES .....	5
4. APARATO DE MICROMEDICIÓN.....	7
4.1. MICROMEDIDOR MECÁNICO.....	7
4.1.1. Registrador.....	7
4.1.2. Tren de reducción.....	7
4.1.3. Elemento de Medición .....	7
4.2. MICROMEDIDOR DIGITAL.....	9
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APARATO DE MICROMEDICIÓN .....	9
5.1. CLASES METROLÓGICAS.....	9
5.2. PRESIÓN MÁXIMA .....	10
5.3. CURVA DE ERROR .....	10
5.4. PÉRDIDA DE CARGA.....	11
6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL APARATO DE MICROMEDICIÓN .....	12
6.1. TEMPERATURA .....	12
6.2. FILTRO O COLADOR .....	12
6.3. SELLO DE SEGURIDAD.....	12
6.4. DIÁMETROS Y DIMENSIONES.....	13
6.5. MATERIALES DEL MEDIDOR.....	13
7. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MICROMEDIDORES. 13	
7.1. ASPECTOS TÉCNICOS.....	13
7.1.1. Precisión del medidor .....	13
7.1.2. Calidad del agua .....	14
7.1.3. Registro de consumos.....	14
7.1.4. Análisis del consumo.....	14
7.1.5. Normas aplicables .....	14
7.2. ASPECTOS ECONÓMICOS .....	14
8. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE MICROMEDIDORES .....	15
9. ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE LOS MICROMEDIDORES.....	16

9.1.	ADMINISTRACIÓN DE LOS MEDIDORES NUEVOS .....	16
9.1.1.	Especificaciones técnicas y selección del modelo .....	16
9.1.2.	Adquisición de medidores.....	16
9.1.3.	Instalación y seguimiento .....	16
9.2.	ADMINISTRACIÓN DE LOS MEDIDORES ANTIGUOS.....	17
9.2.1.	Establecer un área de trabajo.....	17
9.2.2.	Selección de consumidores del área elegida.....	17
9.2.3.	Selección de consumidores por cantidad de agua registrada .....	18
9.2.4.	Selección de lotes por consumo del medidor.....	18
9.2.5.	Determinar el número de muestras en cada grupo de registros.....	18
9.2.6.	Caracterización de las muestras.....	18
9.2.7.	Cálculo de pérdidas de agua y económicas.....	18
9.3.	OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MICROMEDICIÓN .....	19
9.3.1.	Gestión del catastro de consumidores.....	19
9.3.2.	Telectura de micromedidores.....	19
9.3.3.	Canales electrónicos .....	19
10.	MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR .....	19
10.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	19
10.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	20
10.3.	ESQUEMA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	21
11.	FUENTES.....	22

## 1. ANTECEDENTES

Según la Constitución de la República del Ecuador publicada en el Registro Oficial Nro. 449 de 20 de octubre de 2008, el artículo 318 establece que: *“el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos”*, por tal razón se debe realizar un uso racional del agua a través de la implementación de las diversas metodologías existentes para la gestión del uso eficiente del agua.

La gestión del servicio del agua potable implica el seguimiento exhaustivo en el control del uso del agua con el objetivo de mejorar la prestación del servicio y lograr la eficiencia en el consumo; es decir, en la actualidad la gestión está enfocada en la minimización y prevención de excesos a través de la medición de variables, como es el caso de los caudales y volúmenes que pasan por la red de distribución y los consumos de agua en cada conexión.

Por lo cual, los procesos de medición a nivel micro se convierten en una herramienta de control para el uso eficiente y el ahorro del agua que los prestadores del servicio deben implementar para: asegurar que los consumos sean racionales, mantener un equilibrio adecuado entre la producción y la demanda de agua, y cuantificar periódicamente el consumo de agua de cada consumidor con fines de facturación.

En este sentido, la Agencia de Regulación y Control del Agua – ARCA publica en el registro Oficial Nro. 40 de 11 de abril de 2022 la Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-011-2022 denominada *“Normativa técnica para el control del uso eficiente del agua potable”* donde se establecen los criterios para el control de la gestión en el uso eficiente del agua potable y la aplicación del programa de uso eficiente del agua que formara parte del Plan de Mejora, es por ello que la Agencia ha diseñado la presente Guía como material de apoyo para proporcionar al prestador de los servicios de agua potable y/o saneamiento, público y comunitario, los lineamientos necesarios para seleccionar y gestionar los sistemas de micromedición.

## 2. OBJETIVO

- Proporcionar una guía sobre la micromedición en los procesos de producción y distribución de agua potable, dirigida a quienes diseña, construyen, operan, mantienen y administran los sistemas.
- Cuantificar y registrar los caudales y volúmenes de agua que se consumen, con fines de administrar adecuadamente el sistema comercial.

## 3. DEFINICIONES

**Área de cobertura del servicio:** Corresponde al polígono que define el área geográfica dentro de la cual el prestador debe suministrar el servicio de agua potable. La delimitación del área de cobertura del servicio de agua potable de las empresas públicas

lo determina la ordenanza de creación; mientras que, el área de cobertura de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales - GADMs que prestan el servicio de manera directa corresponde a toda su jurisdicción, exceptuando el área de cobertura en donde brindan el servicio los prestadores comunitarios.

**Agua distribuida:** Corresponde al volumen de agua potable medido que es dirigido hacia los distintos tipos de consumidores existentes en el área de cobertura del prestador.

**Agua para consumo humano:** Es el agua utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente del origen y suministro, con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad para el consumo humano. Debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la Norma NTE INEN 1108 vigente. Refiérase también como agua potable.

**Agua tratada:** Es el agua que se produce en las plantas de tratamiento luego de que se han realizado diferentes procesos físicos, químicos y/o microbiológicos para obtener agua apta para el consumo humano, o a través de la desinfección.

**Aparatos de micromedición:** Es el sistema de medición que se localiza en cada una de las conexiones residenciales o no residenciales, con el fin de medir los volúmenes consumidos de agua potable entregada por el prestador del servicio.

**Casa comercial:** Se entiende como casa comercial, la empresa dedicada a la venta y/o asesoría para la adquisición de los micromedidores.

**Consumidor:** Persona natural y/o jurídica que demanda bienes o servicios relacionados con el agua y que son proporcionados por los prestadores de los servicios de agua potable.

**Consumos ilegales:** Conforman el abastecimiento de agua a través de medios que no están contemplados por el prestador de los servicios.

**Consumos no medidos:** Corresponde al volumen de agua que se distribuye a través de la conexión y que no se realiza la medición.

**Lote:** Conjunto de medidores que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.

**Modelo:** Nombre comercial que sirve como pauta para ser identificada entre varios tipos de medidores en la misma marca comercial.

**Marca:** Nombre comercial del micromedidor que permite identificar o distinguir para dar información sobre las características propias del mismo.

**Parque de medidores:** Corresponde a la cantidad de medidores que dispone el prestador sean estos antiguos o de una nueva adquisición.

## 4. APARATO DE MICROMEDICIÓN

Los micromedidores son instrumentos o dispositivos que registran e indican el volumen de agua que pasa desde la red de distribución hasta los domicilios, estos son instalados a través de una acometida que es regulada por el prestador.

### 4.1. MICROMEDIDOR MECÁNICO

De forma general, las empresas dedicadas a la fabricación de aparatos de medición de agua para uso en conexiones residenciales y no residenciales han conceptualizado que los mismos tengan los siguientes componentes:

#### 4.1.1. Registrador

El registrador comprende la parte superior del medidor donde se puede visualizar el volumen de consumo, así como también otros aspectos relevantes como las características técnicas, sello de aprobación, su capacidad, número de serie entre otros; para una mejor visualización del volumen de consumo es necesario que el registrador disponga de una cúpula o luna de un material transparente, y a manera de lo posible tener un sellado al vacío para evitar la condensación.

Es importante el sistema métrico y el número de dígitos que dispone el registrador, existen micromedidores que posee la capacidad de registrar 5 dígitos enteros y un decimal, ya que la unidad de medida está en metros cúbicos.

Además, en ocasiones el registrador dispone de tres manecillas de reloj donde se contabilizan los submúltiplos de la unidad de medida marcada, así también, es indispensable que en el registrador se observe marcado las características del medidor.

#### 4.1.2. Tren de reducción

El tren de reducción es el elemento que conecta la cámara de registro con los elementos de medición, en esta área se encuentran los engranajes e imanes que producen el movimiento del contador de números y manecillas que registran el consumo.

Existe dos tipos de transmisión: magnética y mecánica. Para el caso de la transmisión magnética se debe garantizar el funcionamiento óptimo y protección a cualquier acción de un campo magnético extremo, la protección del campo magnético deberá ser construida a base de un material no oxidable y que no sea afectado por algún campo magnético externo.

#### 4.1.3. Elemento de Medición

Los elementos de medición se encuentran en la parte inferior del medidor, esta área del medidor contiene las aspas, pistones o discos que oponen resistencia al flujo de agua



que pasa hacia el consumidor, al pasar el flujo de agua a través de estos elementos se genera movimiento que producen la rotación de los engranajes del tren de reducción.

Dependiendo del elemento de medición que disponga el micromedidor se clasifican en:

*Tabla 1.- Tipos de medidores por velocidad*

Medidor	Definición	Tipo	Definición
Velocidad	El principio de los micromedidores de velocidad es la obtención del volumen de agua a través de un procedimiento mecánico, que por acción de la velocidad del agua se produce el giro de un elemento móvil sea este una turbina, hélice, etc. En el ámbito comercial, este tipo de medidor se clasifica en chorro único y chorro múltiple.	Chorro Único	Se compone de un elemento móvil en la cual incide un único chorro, el número de vueltas de la turbina acciona un mecanismo de engranajes (según modelo) que acciona un mecanismo que controla el indicador numérico en una pantalla donde se visualiza el caudal consumido.
		Chorro Múltiple	Se compone de un elemento móvil donde el agua se introduce a partir de varios agujeros que vienen dirigidos del chorro de entrada.
Volumen	En este medidor el agua fluye a través del filtro para llegar a la cámara de medición donde provoca la oscilación del disco. El disco que se mueve libremente, oscila sobre su propia esfera, guiado por un rodillo de empujo. El eje del disco hace girar al magneto de la cámara de medición y mediante inducción magnética se transmite el movimiento del disco hacia un imán seguidor localizado dentro del registro. En el ámbito comercial, este tipo de medidor se clasifica en pistón rotativo y disco oscilante.	Pistón Rotativo	Estos medidores registran el consumo mediante el cómputo del número de llenados y vaciados de una cámara de volumen conocido.
		Disco Oscilante	Los medidores de disco oscilante son el tipo más común y preciso de medidores de desplazamiento positivo. El principio operativo simple y confiable permite que el agua fluya hacia la cámara, con lo cual el disco puede realizar un movimiento oscilante. Cada movimiento oscilante del disco es una cantidad fija de agua, por lo que el flujo total se calcula por el total de nutaciones.

## 4.2. MICROMEDIDOR DIGITAL

Estos dispositivos toman los datos que el mecanismo captura y los traduce en tiempo real a cantidades fáciles de leer para los consumidores, son más confiables que los de estilo de rodamientos y pueden medir el flujo de masa y/o el volumétrico. Disponen de una versión mejorada para trabajos internos donde la presión es crítica.

Un medidor digital está constituido por tres etapas principales, la primera es la encargada de transformar una señal física en una señal perceptible a un sensor, se continúa con la etapa de medición y transmisión que es la responsable de determinar la cantidad de agua consumida y transmitir inalámbricamente esa información hacia el prestador que suministra este servicio; y, finalmente, se tiene la etapa de facturación que se encuentra en la estación de recaudación.

A diferencia de los medidores de paletas, el sensor de agua digital no mide el aire que pasa por este.

## 5. CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL APARATO DE MICROMEDICIÓN

### 5.1. CLASES METROLÓGICAS

La clase metrológica hace referencia a la codificación metrológica sobre la calidad del medidor, la cual está determinada por los valores correspondientes al caudal mínimo y al caudal de transición, se denomina por tres primeras letras mayúsculas del abecedario A, B y C organizadas de menor a mayor calidad siendo clase A la de menor calidad y clase C de la mayor calidad.

La clase metrológica A se encuentra prácticamente en desuso en los abastecimientos urbanos, esta clase es la que posee menor amplitud en el rango de caudales de trabajo lo que la hace menos precisa a caudales bajos, y poco atractiva para ciertos tipos de usos.

La clase B, puede decirse que es la más extendida en la actualidad, la curva de error de estos instrumentos se encuentra desplazada hacia la derecha en comparación con los medidores de clase C, ya que su diseño y fabricación no están sometidos a controles tan estrictos, lo que les resta precisión a caudales bajos.

Los medidores de agua más precisos son de la clase metrológica C, que por su diseño tienen una resistencia mínima a las fuerzas de rozamiento introducidas por las partes móviles del medidor, lo cual permite obtener una alta sensibilidad a caudales bajos; esta baja resistencia se consigue mediante un diseño adecuado de los puntos de apoyo de la turbina y un bajo rozamiento de los engranajes.

La clase R160 en adelante, acorde a los avances y el desarrollo tecnológico del mercado, son los más precisos y confiables, además que están atados con aditamentos para radio lectura.

## 5.2. PRESIÓN MÁXIMA

Se recomienda que esta presión puede ser de 10 bares, así como también se recomienda tomar en consideración la presión máxima admisible de prueba del medidor que puede ser de 16 bares por minuto.

## 5.3. CURVA DE ERROR

Los medidores domiciliarios independientemente de su clase, su sistema de registro, sistema de medición y capacidad para un funcionamiento satisfactorio deben cumplir pruebas en diferentes caudales en la zona inferior de medición (error permitido de +/- 5%) y en la zona superior de medición (error permitido +/- 2%), a esto se le denomina curva de error.

**Q0 - Caudal de arranque.-** Valor del caudal para el cual el contador comienza a moverse y/o el caudal mínimo que mantiene el contador en marcha.

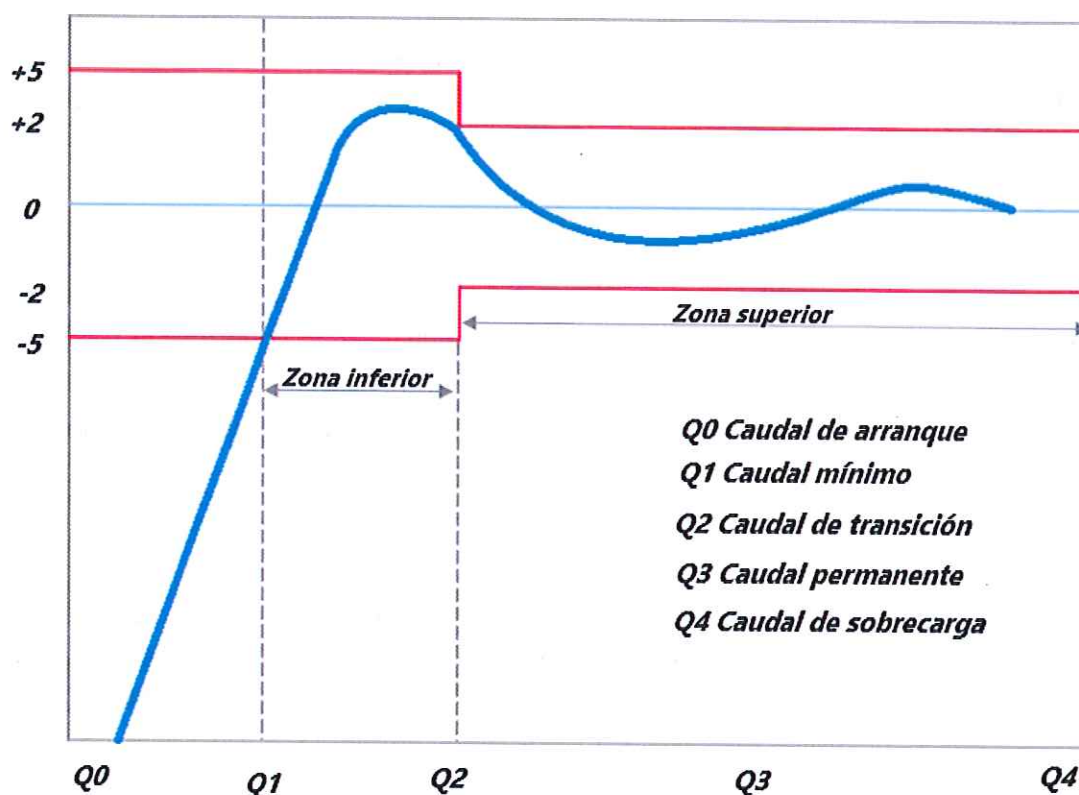
**Q1 - Caudal mínimo.-** Es el caudal más pequeño al cual operará el medidor dentro de los errores máximos permisibles.

**Q2 - Caudal de transición.-** Es el que se encuentra entre el caudal permanente y el caudal mínimo que divide el rango de caudal en dos zonas, la zona de caudal superior y la zona de caudal inferior, cada una caracterizada por sus propios errores máximos permisibles.

**Q3 - Caudal permanente o nominal.-** Es el máximo caudal dentro de las condiciones nominales de operación, al cual debe operar el medidor dentro de los errores máximos permisibles.

**Q4 - Caudal de sobrecarga o máximo.-** Es el caudal más alto al cual el medidor puede operar durante un corto periodo de tiempo dentro de los errores máximos permisibles, manteniendo su desempeño metrológico, cuando posteriormente opera dentro de sus condiciones nominales de operación.

Gráfico 1. Curva de error

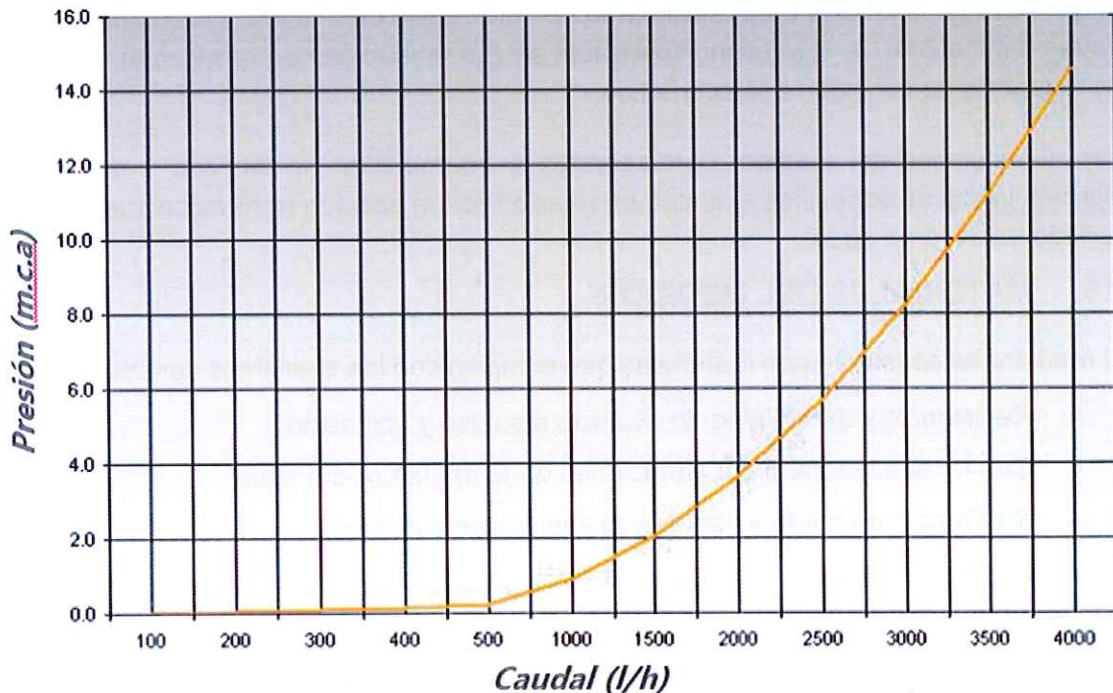


#### 5.4. PÉRDIDA DE CARGA

Los medidores de agua, al igual que cualquier accesorio utilizado en las conexiones domiciliarias, producen una pérdida de presión en el fluido debido a una fricción interna. La fricción es producto de la rugosidad interna del material empleado, cambios de dirección de las líneas de corriente y detalles constructivos internos del medidor. El agua al atravesar por el medidor desprende energía para vencer la inercia, resultando en una pérdida de presión.

Para medir la pérdida de carga se conecta un manómetro a la entrada y otro en la salida del medidor. Aplicando diferentes caudales se registran las presiones en ambos lados y se calculan las diferencias de presión en metros de columna de agua (m.c.a.); con estos datos se traza la curva de pérdida de presión como se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Perdida de carga en relación al caudal



## 6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL APARATO DE MICROMEDICIÓN

### 6.1. TEMPERATURA

Es necesario que todos los elementos que componen el micromedidor soporten temperaturas que no comprometan el funcionamiento; se recomienda temperaturas hasta el 40°C.

### 6.2. FILTRO O COLADOR

El filtro o colador debe estar instalado en la entrada del medidor de tal manera que se evite el ingreso de sólidos suspendidos en el agua; sin embargo, este debe ser de fácil remoción y limpieza.

### 6.3. SELLO DE SEGURIDAD

Es necesario que el micromedidor disponga de elementos que aseguren la inviolabilidad, impidiendo así el acceso a su mecanismo o a cualquier parte interna, generalmente este tipo de sello está compuesto por un sujetador metálico y un sello de plomo.

#### **6.4. DIÁMETROS Y DIMENSIONES**

El diámetro de la tubería está relacionado con la boquilla de entrada y salida de agua a través del medidor, la cual es indispensable su determinación con base en el diámetro de la tubería de conexión a la acometida.

Las dimensiones del medidor corresponden a las medidas de longitud y altura, en algunos casos se especifica el ancho en relación con la sección transversal respecto al sentido del flujo de agua.

#### **6.5. MATERIALES DEL MEDIDOR**

El medidor se construye con materiales que cumplen con las siguientes características:

- Resistencia y durabilidad de acuerdo a su uso y ubicación.
- Que no sea afectado por variaciones de temperatura del agua.
- No tóxicos, no contaminantes y biológicamente inertes.
- Resistentes a la corrosión interna y externa o que estén protegidos mediante un tratamiento especial.

### **7. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MICROMEDIDORES**

Para la implementación de micromedidores, como un sistema de gestión comercial para el control en el uso eficiente y el ahorro del agua, es necesario iniciar con la ejecución de cuidadosos estudios económicos y técnicos, es por ello que a continuación se presentan los principales temas que un prestador de los servicios de agua potable debe considerar.

#### **7.1. ASPECTOS TÉCNICOS**

Este apartado corresponde a los estudios realizados en el aspecto poblacional consistente en el análisis de la información histórica existente y la actualización de las proyecciones. Práctica

##### **7.1.1. Precisión del medidor**

La precisión del micromedidor en la medición de los volúmenes de consumo deben exigirse de acuerdo con las tarifas que se vayan a emplear o las que se estén empleando en la actualidad. Por ejemplo, si existe un consumo básico alto, es muy probable que un gran porcentaje de los consumos estén por debajo de este nivel y en ese caso los medidores no requieren mayor precisión; pero si este consumo básico es bajo y los consumos adicionales se cobran a un precio alto, la precisión será un factor de mucha importancia.

### 7.1.2. Calidad del agua

Un medidor de tipo volumétrico es de gran precisión en los registros cuando mide aguas libres de sedimentos, aun con caudales pequeños y baja presión hidráulica; mientras que uno del tipo velocidad exige caudales y presiones mayores, pero funciona bien con agua de media turbiedad. El medidor volumétrico tiene un precio superior al medidor de velocidad; se considera que la precisión de los medidores de velocidad con base en el consumo básicos (20m<sup>3</sup>) es suficiente.

### 7.1.3. Registro de consumos

Lo importante de un sistema de medidores no es solamente que se instalen aparatos en todos los domicilios o que estos sean muy precisos, sino que registren los consumos. Se debe escoger medidores que garanticen el funcionamiento con el agua disponible de la ciudad o comunidad, aunque su precisión no sea muy alta, y establecer sistemas de mantenimiento rutinario y de emergencia.

### 7.1.4. Análisis del consumo

Para cada consumidor debe hacerse una selección conveniente de tipo y tamaño de medidor adecuado al consumo. Por ejemplo, el medidor de ½" de capacidad nominal 3 m<sup>3</sup>/hora no debe medir más de 90 metros cúbicos por mes para evitar su rápido desgaste; si un servicio consume permanentemente más de ese volumen, se le debe instalar uno de ¾" o mayor, etc.

### 7.1.5. Normas aplicables

La norma internacional ISO 4064 y la norma nacional NTE INEN-ISO 4064 establecen las especificaciones, requisitos de instalación y métodos de prueba que serán empleados para determinar la calidad de un micromedidor.

En resumen, puede decirse que la adopción de un sistema de medidores para una población no consiste simplemente en adquirir aparatos de un tipo o marca determinada para colocarlos en todos los domicilios, sino que es necesario estudiar las características del sistema de abastecimiento, de los consumidores y de los consumos y hacer programas para su implantación por etapas de acuerdo con las necesidades económicas de los suscriptores del servicio y de la institución

## 7.2. ASPECTOS ECONÓMICOS

El estudio socioeconómico consiste en realizar un análisis de un sector determinado, recogiendo información de cómo la población existente en el sector interactúa económicamente con la sociedad y en qué condiciones sociales viven, obteniendo como resultado la medición del impacto de un proyecto en donde se evaluará y se determinará las alternativas adecuadas para generar bienestar del sector.

El estudio socioeconómico debe considerar como mínimo el análisis de los siguientes puntos:

- Capacidad económica de los consumidores para cancelar valores de conexión o tarifas establecidas por consumo.
- Costos de mantenimiento del sistema de medición y procesamiento de datos.

## 8. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE MICROMEDIDORES

Para la selección de micromedidores, se estima conveniente realizar un resumen de los temas tratados en los capítulos anteriores, estableciendo puntajes a cada tema para que el prestador de los servicios pueda considerar en la selección del aparato de medición a ser implementado.

En la Tabla 2 se establece la puntuación para las características de cada tipo de medidor, siendo el número 5 la puntuación más alta y el número 1 la puntuación más baja, la misma que es referenciada con la siguiente gama de colores.

Tabla 2.- Calificación del tipo de medidor

Tipo de medidor	Chorro Único	Chorro Múltiple	Pistón Rotativo	Disco Oscilante	Ultrasónico
Clase metrológica	2	3	4	4	5
Caudal mínimo	2	2	4	3	5
Perdida de presión	2	3	4	3	5
Caudal máximo	1	5	5	5	5
Facilidad de lectura	4	4	4	4	5
Costo de adquisición	5	4	3	2	2
Costo de instalación	5	4	4	3	3
Costo de mantenimiento	5	5	4	4	3



## 9. ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE LOS MICROMEDIDORES

Una vez implementados los micromedidores, es necesario realizar la gestión técnica y administrativa de estos elementos, ya sean adquiridos recientemente o que corresponden a un parque de medidores antiguos, en este sentido se describen los procesos de administración para implementar en parques de medidores nuevos y antiguos:

### 9.1. ADMINISTRACIÓN DE LOS MEDIDORES NUEVOS

Este proceso incluye las actividades desde la selección de los medidores para su adquisición, preparación de las especificaciones técnicas, aprobación de modelo, verificación del lote, registro de los medidores, instalación en las conexiones domiciliarias y seguimiento hasta su reemplazo.

#### 9.1.1. Especificaciones técnicas y selección del modelo

Existe una serie de consideraciones al momento de elegir el tipo de medidor, estas apreciaciones están relacionadas con las características del agua, con la metrología del medidor, las normas de instalación, la estructura tarifaria y el precio del medidor, pese a esto, la Tabla 2 ayuda a seleccionar el tipo de medidor que se ajuste a sus necesidades.

#### 9.1.2. Adquisición de medidores

Antes de aprobar la compra de un número de medidores considerando el precio y cumplimiento de requisitos en su propuesta, se requiere establecer 2 etapas de control: la primera etapa consiste en solicitar a la *casa comercial* la entrega de una muestra del medidor ofertado junto con su propuesta económica, para que el laboratorio de medidores someta al medidor a las diferentes pruebas para determinar: la curva característica, la prueba de presión y luego comparar los resultados con las especificaciones de la propuesta.

La segunda etapa consiste en seleccionar por muestreo de una cantidad representativa de medidores y someterlos a pruebas de funcionamiento al igual que en la primera etapa y de acuerdo con el método de aceptación se emitirá en informe final de aprobación o rechazo.

#### 9.1.3. Instalación y seguimiento

Las especificaciones técnicas para el proceso de adquisición de medidores deben tener características metrológicas, capacidad, tecnología, dimensiones, etc.; sin embargo, estos procesos solo cuentan con algunas de ellas, por tanto, para su instalación debe seguirse las especificaciones de fábrica.

Posterior a su instalación, los medidores nuevos ingresan a dos tipos de seguimiento, el primero está relacionado con el lote nuevo de medidores que fueron aprobados mediante muestreo, estos medidores pasan a ser parte de los medidores de control, para el seguimiento y control del lote.

El segundo seguimiento está relacionado con los medidores nuevos que ingresan al sistema de agua potable como parte de las conexiones nuevas en diferentes circuitos y son sujetos a seguimiento mediante el proceso establecido para medidores antiguos.

## **9.2. ADMINISTRACIÓN DE LOS MEDIDORES ANTIGUOS**

Es importante considerar lo siguiente: eludir la responsabilidad del mantenimiento periódico de los medidores antiguos, significa percibir menores recursos económicos por el servicio de agua brindado a la población, es por ello que el prestador de los servicios de agua potable y saneamiento, sea Público o Comunitario, debe establecer un programa de actividades para la administración de los medidores antiguos, por lo que a continuación se detalla el proceso para ejecución del prestador en relación a un lote de medidores antiguos ya instalados en las redes de distribución con los siguientes puntos:

### **9.2.1. Establecer un área de trabajo**

Para facilitar el trabajo se debe elegir las zonas de medición de volúmenes, rutas de lectura, zonas de igual presión o cualquier zonificación. Es necesario establecer en un principio un área piloto y si las condiciones hidráulicas del sistema permiten utilizar un sistema de macromedición posibilitaría comparar los volúmenes suministrados a la red y los consumidos mediante la lectura de los medidores.

### **9.2.2. Selección de consumidores del área elegida**

Con la información de la *“Unidad de Catastro”* o el departamento que maneje este tipo de información, se debe seleccionar los consumidores que cuenten con medidores en el área seleccionada, los datos mínimos requeridos son:

- Nro. de registro o cuenta
- Nro. de catastro
- Serie de los medidores
- Marca
- Fecha de instalación

Si no se cuenta con la compatibilidad entre circuitos hidráulicos y rutas de lecturas, se debe identificar con precisión los consumidores que se encuentran dentro y fuera del área de trabajo

### **9.2.3. Selección de consumidores por cantidad de agua registrada**

Considerando las lecturas que se realizan a los micromedidores, filtrar los registros de los medidores de la zona de trabajo, tomando en cuenta los registros establecidos en el último mes del año, si es posible de los cuatro periodos anteriores, esto permitirá tener una clasificación e identificación de consumos por medidor.

Esta selección se la adopta debido a que no existe uniformidad de consumos mensuales de las conexiones de la zona de trabajo, sea este generado por: costumbres, hábitos de uso, infraestructura, etc.

### **9.2.4. Selección de lotes por consumo del medidor**

Tomando como referencia la máxima capacidad de registro de los medidores ( $99999\text{m}^3$ ) de 3 y 5  $\text{m}^3/\text{h}$  independientemente, se debe elaborar grupos de consumidores o medidores en rangos de 1000 metros cúbicos registrados, para obtener una base de datos de micromedidores que tienen consumos que pueden deteriorar rápidamente la vida útil del medidor.

### **9.2.5. Determinar el número de muestras en cada grupo de registros**

Se inicia con registros entre 9000 y 9999 debido a que este grupo tiene mayor subregistro. Se verifica en campo, la totalidad de este grupo para corregir las inconsistencias, luego se determina adecuadamente las muestras.

Es importante el criterio del Responsable Técnico, porque dependiendo de la cantidad de personal, de medidores por grupo o marca podrá realizar otros subgrupos y utilizar el mismo método de selección de las muestras.

### **9.2.6. Caracterización de las muestras**

Las pruebas deben cumplir la norma NB ISO-4064, referida al tratamiento de los errores durante las pruebas. En la caracterización de los medidores se obtiene el funcionamiento actual y comparando con la metrología según su clase, la persona encargada del laboratorio toma las decisiones más convenientes.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de los medidores se determina el error relativo en función del sobre y subregistro; con estos valores se obtienen las pérdidas de agua y económicas del área de trabajo. En consecuencia, se cuenta con información para decidir: la renovación, próximas verificaciones y calibraciones.

### **9.2.7. Cálculo de pérdidas de agua y económicas**

Concluida la revisión por muestreo de los 10 grupos por registro se cuenta con la información de la precisión que tienen los medidores, el volumen de subregistro y sobregistro y su incidencia económica para el prestador de los servicios; con esos

datos se calcula el volumen de pérdida de agua por inexactitud de los medidores para el balance hidráulico.

### **9.3. OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MICROMEDICIÓN**

La optimización de la gestión de la micromedición está vinculada directamente con el fortalecimiento de la gestión comercial, por lo cual se sugieren como herramientas para la optimización, las siguientes:

#### **9.3.1. Gestión del catastro de consumidores**

La ejecución de un catastro de consumidores facilita la priorización del servicio en conexiones específicas para grupos de riesgos o la identificación instantánea de sectores o zonas donde se aplique una *tarifa social*, así como también reasignar órdenes de trabajo para la ejecución inmediata de reconexiones.

#### **9.3.2. Telelectura de micromedidores**

Esta herramienta permite que los volúmenes consumidos sean reportados y registrados en un software, permitiendo la facturación real del servicio prestado sin necesidad de que intervengan operarios, esto genera el ahorro significativo de tiempo y asignación de personal para otras funciones.

Con estos sistemas de lectura automática se detectan informaciones en tiempo real, determinando perfiles de consumo, fugas de agua, conexiones fraudulentas, daños en los instrumentos de medición, disminuyen el margen de error humano y aseguran una facturación *real*.

Esta metodología es capaz de integrarse a la gran mayoría de los medidores actuales del mercado, existe diversas formas de realizar la lectura remota de medidores, ya sea a pie con un dispositivo móvil, en automóvil o mediante un envío automático.

#### **9.3.3. Canales electrónicos**

El prestador de los servicios de agua potable y saneamiento también tiene como alternativa brindar facilidades a los consumidores para la solicitud y reconexión del servicio y atención al cliente, es decir gestiones que pueden realizarse sin tener que desplazarse personalmente a una oficina comercial.

## **10. MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR**

### **10.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El medidor en servicio, a medida que el tiempo pasa, poco a poco va perdiendo su precisión debido a su natural desgaste y a la adherencia de la materia en suspensión traída por el agua a sus piezas internas. Este desgaste progresivo llevará al aparato a

la total paralización en algún momento, pero antes de esto, la Empresa ya habrá sufrido pérdidas significativas.

Para reducir estas pérdidas por submedición, es necesario desarrollar un programa que garantice el mantenimiento del medidor, a partir de que el valor anual de las pérdidas por submedición supere el costo de mantenimiento del aparato. La información necesaria para una adecuada planeación es la siguiente:

- Metas en número de medidores a reparar
- Dimensionamiento de recursos necesarios
- Cuantificación de medidores por tipo y por período
- Datos del catastro de Consumidores

El establecimiento de criterios sin un estudio más profundo puede conducir al Prestador a pérdidas financieras. Si se adopta un período menor que el necesario, se gasta más en el mantenimiento de los medidores. En caso de que ocurra lo contrario, es decir, que no se haga el mantenimiento en el tiempo correcto, habrá pérdidas de facturación por submedición.

Con la finalidad de obtener mejores resultados en términos de caudal versus aumento de facturación debido a la realización de ésta, es necesario establecer políticas de mantenimiento.

Con base en ello, es deseable que todos los medidores instalados deban ser sometidos a un plan de mantenimiento. Un medidor domiciliario con un consumo de 14 m<sup>3</sup>/mes no representa un alto impacto económico comparado con un medidor industrial que registra 34.000 m<sup>3</sup>/mes. El arreglo de este último puede representar el mantenimiento de 2.400 medidores pequeños. Siendo así, los medidores instalados en grandes Consumidores deben tener un tratamiento especial.

## 10.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia al tomar conocimiento de la existencia de aparatos dañados, a través de los medios que permiten su identificación: lectura, facturación, reclamos y otros. Con base en la información anteriormente referida, se toma la decisión de emitir la Orden de Servicio para el cambio de los medidores dañados.

La Orden de Servicio conteniendo toda la información necesaria para su correcta ejecución y posterior actualización del catastro comercial se encamina hacia la ejecución, la que puede ser realizada con personal propio del Prestador o de una empresa contratada.

La información necesaria para una adecuada planeación es la siguiente:

- Información sobre el funcionamiento del medidor

- Información sobre la ejecución del trabajo de campo
- Información sobre stock de medidores y piezas de repuesto
- Capacidad del taller
- Rendimiento de los medidores reparados por marca o capacidad del medidor

### 10.3. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Establecer un subsistema que permita el funcionamiento permanente de los medidores, el registro confiable de los consumos dentro de límites de precisión técnica y económicamente viables y su reposición y reparación oportunas.

A continuación, se listan las actividades y tareas mínimas que debe tener un correcto programa de mantenimiento:

1. Identificación de necesidades y recursos
  - Obtención de información básica para el análisis de la situación
  - Revisión de procedimientos de coordinación y operación de la gestión de cambio
  - Determinación de medidores dañados
  - Determinación de recursos disponibles en la gestión de cambio
  - Establecimiento de metas en número de medidores a reparar
  - Dimensionamiento de recursos adicionales necesarios para el programa

Aprobación de Metas y Recursos
2. Elaboración y ejecución de un Programa de Mantenimiento correctivo
  - Elaboración de estadísticas e indicadores y preparación de tipos de Informes
  - Análisis del stock de medidores
  - Informaciones del catastro de Consumidores
  - Elaboración de normas
  - Elaboración de rutinas y procedimientos para el mantenimiento correctivo
  - Adecuación y preparación de recursos - talleres y otros
  - Programación de las actividades de mantenimiento correctivo
3. Elaboración de normas y rutinas de selección, compra e instalación de medidores
  - Implementación de normas, procedimientos y rutinas
  - Actualización del catastro de Consumidores
  - Implementación de las actividades de operación y mantenimiento correctivo

- Evaluación de resultados
  - Elaboración e implantación de normas y rutinas de adquisición, selección e instalación de medidores
4. Determinación de la viabilidad técnico-económica del mantenimiento preventivo
- Investigaciones especiales
  - Análisis de los datos estadísticos
  - Análisis de costo/beneficio
5. Elaboración de un Programa de Mantenimiento preventivo de medidores
- Establecimiento de criterios para el mantenimiento
- Cuantificación de los medidores por tipo, por período
  - Elaboración del programa de actividades
  - Determinación de recursos
  - Adecuación de recursos
  - Elaboración de rutinas y procedimientos de ejecución
6. Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo
- Ejecución del mantenimiento preventivo de medidores pequeños (residenciales)
  - Ejecución del mantenimiento preventivo de medidores grandes (no residenciales).

## 11. FUENTES

- *"Guía para el fortalecimiento institucional"*, Feddy Salguero Calero, La Paz, Bolivia.
- *"Reglamento técnico de medidores domiciliarios de agua potable"*, Bolivia.
- Catálogo de características técnicas del medidor marca Bymeter modelo BY LXSG.
- Catálogo de características técnicas del medidor marca CICASA.
- *"Hoja informativa sobre tipo de contador"*, Agencia Vasca del Agua.

