

**REPÚBLICA DE HONDURAS**  
**ENTE REGULADOR DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO (ERSAPS)**



**Procedimientos y buenas prácticas en  
Gestión de Medidores**

**Tegucigalpa, Honduras, Diciembre de 2007**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3. ESQUEMA Y PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Fase 1. Estudio de Consumos</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Fase 2: Medición Selectiva por rutas o por macrosectores</b>	<b>11</b>
3.2.1 Grado eficiente de medición	16
<b>3.3 Fase 3: Selección y dimensionamiento de Medidores</b>	<b>19</b>
3.3.1 Clase de medidores	19
3.3.2 Tipo de medidores	20
3.3.3 Selección de medidores	21
3.3.3 Dimensionamiento de Medidores de Agua	28
<b>3.4 Fase 4: Instalación de Medidores</b>	<b>29</b>
<b>3.5 Fase 5: Mantenimiento de Medidores</b>	<b>33</b>
<b>3.7 Interrelación con Catastro de usuarios y facturación</b>	<b>35</b>
<b>3.8 Lectura de Medidores</b>	<b>36</b>
3.8.1. Código y formulario	36
3.8.2 Organización de las lecturas	39
3.8.3 Crítica de la Medición	40
3.8.5 Determinación del Consumo	42
<b>4. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDICIÓN</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Instalación de Medidores</b>	<b>45</b>
<b>4.2 Medición de Consumos</b>	<b>46</b>
<b>4.3 Mantenimiento de Medidores</b>	<b>47</b>
<b>5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y FUNCIONAL</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Departamento de Catastro y Medición</b>	<b>49</b>
5.1.1 Función General	49
5.1.2 Líneas de Interrelación	50
<b>5.2 Área de Micromedición</b>	<b>50</b>
5.2.1 Funciones Específicas	50
5.2.2 Personal integrante	50
<b>5.3 Número de Personal</b>	<b>51</b>
<b>5.4 Interacción con otras áreas funcionales</b>	<b>51</b>
<b>6. PROCEDIMIENTOS</b>	<b>53</b>
<b>6.1 Planeación para la Instalación de medidores</b>	<b>54</b>
<b>6.2 Planeación para el mantenimiento de medidores</b>	<b>55</b>
<b>6.3 Medición y crítica del consumo por sistema convencional</b>	<b>57</b>
<b>6.4 Medición del consumo por lectura electrónica</b>	<b>63</b>
<b>6.5 Consistencia en la medición</b>	<b>67</b>
<b>6.6 Determinación del consumo</b>	<b>69</b>

<b>6.7 Análisis de consumos</b>	<b>72</b>
<b>6.8 Revisión de consumos elevados</b>	<b>74</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las ciudades y comunidades y por ende el desarrollo de la calidad de vida de la sociedad en general, tiene un impacto directo en el incremento de las necesidades de agua y saneamiento. Las fuentes de abastecimiento, en la medida proporcional a este crecimiento son cada vez más escasas y su distribución en los hogares tiene un costo que debe ser necesariamente cuantificado para su optimización, conservación y ampliación de alcance.

En este sentido, un uso racional para la satisfacción de las necesidades conlleva a un consumo eficiente que todo Prestador del servicio debe promover.

Entre las varias prácticas que deben ser parte de toda acción de promoción de uso eficiente se encuentra el de la cuantificación de los volúmenes suministrados, misma que se da a través de una correcta y coherente política de medición.

Esta política debe formar parte de la gestión comercial de las entidades prestadoras cuyo objetivo principal debe apuntar a dotar al Prestador de un sistema de micromedición que procure paulatinamente cubrir la cuantificación del volumen de agua suministrado para un consumo eficiente una cobranza equitativa dentro del alcance de la prestación.

El grupo objetivo del presente Manual y sus Procedimientos son los Prestadores Pequeños y Medianos que brindan servicios de agua potable y alcantarillado en Honduras, entendidos como aquellos que prestan servicios en ciudades con menos de 100.000 conexiones.

Los procesos, procedimientos y buenas prácticas han sido adecuados a partir de visitas técnicas y recopilación de información de varios Prestadores mayores del país (como el SANAA-Tegucigalpa y San Pedro Sula), además de procedimientos y buenas prácticas recopilados en otros prestadores como el de Puerto Cortés, Catacama, Choloma y otros.

Como se verá más adelante, un sistema de micromedición cubrirá los siguientes propósitos de eficiencia para el Prestador:

1. Registro confiable de consumos
2. Base de consumos para la aplicación de tarifas
3. Establecimiento de bases de datos confiables para:
  - a) Procesos de lectura y evaluación de inconsistencias
  - b) Población atendida
  - c) Proyección de demanda
  - d) Programación de inversiones en la red
4. Fomentar la reducción de agua no contabilizada (desperdicio y pérdidas)

Un sistema de Medición de Consumo establece de manera clara un determinado consumo correspondiente a una unidad familiar establecida a través del proceso de lectura de medidores.

## 2. IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN

La medición de consumos cobra importancia a partir de los objetivos que plantea para su concreción y aplicación dentro las actividades comerciales de la entidad prestadora.

En este sentido, los principales objetivos para establecer la medición dentro la proyección de actividades comerciales del Prestador son:

- Monitoreo del adecuado funcionamiento de los medidores
- Determinar intervalos de consumo en la aplicación de tarifas acorde con los patrones y registros de consumo, que permitan cobrar la prestación del servicio de la forma más justa posible, proporcionalmente a su utilización.
- Determinar el mecanismo correcto para el equilibrio entre una demanda y la producción para cubrirla, a través del establecimiento de un nivel adecuado de medición que garantice el cumplimiento eficiente del abastecimiento y distribución del agua potable.
- Mantener un registro actualizado del catastro a través de un procedimiento sistemático en la actividad de lectura en contacto con el usuario. Con esta práctica, se pueden obtener actualizaciones e informaciones para el mantenimiento del sistema y la determinación de pérdidas por fugas y otros aspectos relacionados con desperdicios de agua.
- Otorgar, a través de un proceso confiable, legitimidad al proceso de medición con orientación al usuario del servicio.

Todo Prestador debe contar con líneas directrices de acción para aplicar un sistema coherente de medición, estas líneas de acción deben enmarcarse en las siguientes políticas de medición:

- Procurar tecnología moderna y accesible en términos económicos y técnicos
- Selección de los medidores de acuerdo a las características del agua y a los patrones de consumo.
- Promover las condiciones tanto técnicas como económicas necesarias para incrementar paulatinamente el indicador de micromedición.
- Promover de manera sistemática las actividades propias de la gestión de la medición de consumos (planificación, monitoreo y prevención).
- Desarrollar un trabajo constante en cuanto a calidad y periodicidad en la medición, mismo que genere una imagen confiable en los usuarios en cuanto a la garantía de seriedad que otorga el Prestador.

### **3. ESQUEMA Y PROCEDIMIENTO GENERAL**

Un sistema de medición necesita información y registros precisos para alcanzar los propósitos de cuantificación de consumos y por consiguiente, de la demanda de agua.

Se plantea una gestión integral de la micromedición, que parte de los estudios para la selección de los medidores, su evaluación, el dimensionamiento, la instalación de los mismos, su mantenimiento preventivo y correctivo, y la reposición de los mismos. En todo caso, el proceso de lectura con las rutas definidas, medición de los consumos, y la crítica de los mismos, ha sido abordado en el Manual y Procedimientos de Facturación y Cobranza

#### **3.1 Fase 1. Estudio de Consumos**

Consiste en establecer el consumo por categoría de Usuario y sector o ciclo, a partir de la medición en los usuarios que cuentan con medidor operativo, o a partir de la medición a una parte representativa de los mismos y su inferencia a los usuarios no medidos.

Se procede en primera instancia a la contabilización de los consumos medidos por categoría de usuario, con ello se obtienen histogramas de consumo tanto por categoría como consolidados. Con dichos histogramas de consumo, se puede determinar el porcentaje de conexiones con consumo inferior al cupo básico, lo que indicará el grado de utilización del medidor para medición de consumo con exceso.

Para fines de consumo, se establecen:

- Categoría de Usuario: relacionado al uso del servicio, siendo las categorías principales las siguientes: doméstica, comercial, industrial y pública.
- Subcategoría de Usuario: dentro de cada categoría de usuario. Normalmente esta clasificación es efectuada dependiendo de la estructura tarifaria empleada, utilizando para ello indicadores que de una u otra forma que permiten establecer el nivel de consumo o niveles socio-económicos dentro de cada categoría. Existen por ejemplo doméstica 1, doméstica 2, en la cual una de ellas puede ser asociada a Usuarios de menores recursos económicos que el otro.
- Intervalos de consumo: correspondientes a los diferentes niveles de consumos obtenidos dentro de la distribución de consumos y seleccionados en función de consumos más frecuentes, cupo básico e Intervalos establecidos en la tarifa para cobranza. El agrupamiento de informaciones se efectúa mediante uso de una hoja electrónica.

La información contenida se puede obtener por categoría o puede ser consolidada agrupando a los usuarios mediante la suma de las diversas categorías por :

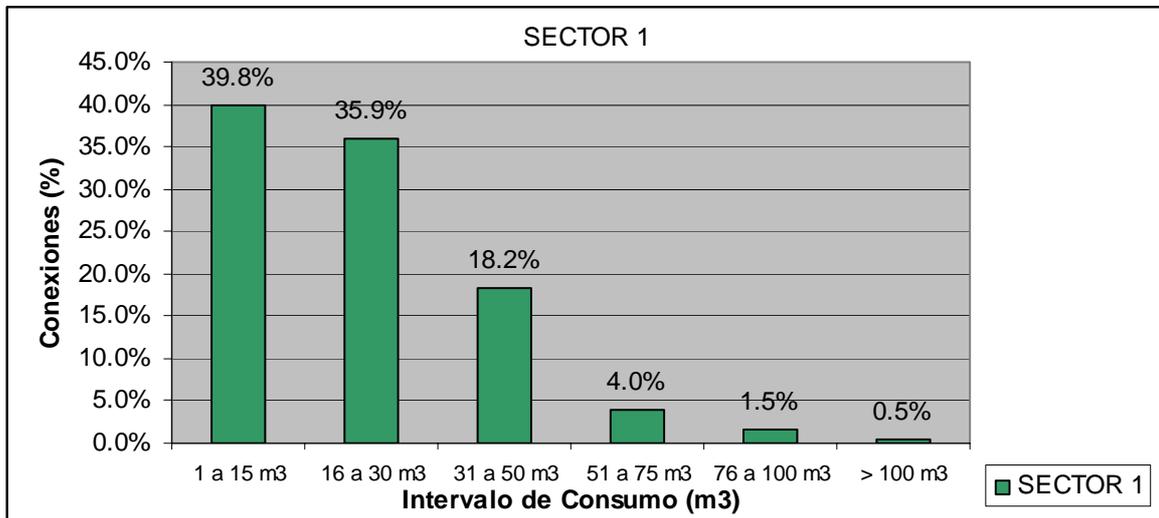
- Un ciclo o sector de una localidad
- Una localidad
- Un grupo de localidades dentro de una zonal
- Total de localidades dentro del Prestador

El Cuadro 1 muestra la información para la construcción de un histograma en una ciudad intermedia.

PRESTADOR DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE _____, HONDURAS										
	SECTOR 1				SECTOR 2				TOTAL	
	Num conexiones	Consumo (m3/mes)	Porcentaje de conexiones	Consumo unitario (m3/mes)	Num conexiones	Consumo (m3/mes)	Porcentaje de conexiones	Consumo unitario (m3/mes)	Num conexiones	Consumo (m3/mes)
<b>TOTAL Sector</b>	<b>5,082</b>	<b>119,397</b>		<b>23.49</b>	<b>4,449</b>	<b>103,474</b>		<b>23.26</b>	<b>9,531</b>	<b>222,871</b>
<b>Doméstica</b>	<b>4,693</b>	<b>108,833</b>	<b>100.0%</b>	<b>23.19</b>	<b>4,221</b>	<b>96,660</b>	<b>100.0%</b>	<b>22.90</b>	<b>8,914</b>	<b>205,494</b>
1 a 15 m3	1,870	21,225	39.8%	11.35	1,958	18,327	46.4%	9.36	3,828	39,551
16 a 30 m3	1,687	36,196	35.9%	21.46	1,268	27,107	30.0%	21.38	2,955	63,304
31 a 50 m3	856	31,986	18.2%	37.37	687	29,106	16.3%	42.37	1,543	61,092
51 a 75 m3	186	10,768	4.0%	57.89	236	15,079	5.6%	63.89	422	25,846
76 a 100 m3	72	5,945	1.5%	82.57	45	4,035	1.1%	89.67	117	9,980
> 100 m3	22	2,714	0.5%	123.35	27	3,006	0.6%	111.35	49	5,720
<b>Comercial</b>	<b>325</b>	<b>8,213</b>	<b>100.0%</b>	<b>25.27</b>	<b>179</b>	<b>4,868</b>	<b>100.0%</b>	<b>27.20</b>	<b>504</b>	<b>13,081</b>
1 a 20 m3	198	2,627	60.9%	13.27	102	1,667	57.0%	16.35	300	4,295
21 a 50 m3	93	2,552	28.6%	27.44	58	1,823	32.4%	31.44	151	4,375
más de 50 m3	34	3,034	10.5%	89.24	19	1,377	10.6%	72.49	53	4,411
<b>Industrial</b>	<b>27</b>	<b>1,027</b>	<b>100.0%</b>	<b>38.02</b>	<b>14</b>	<b>590</b>	<b>100.0%</b>	<b>42.13</b>	<b>41</b>	<b>1,616</b>
1 a 50 m3	19	564	70.4%	29.67	12	452	85.7%	37.67	31	1,016
más de 50 m3	8	463	29.6%	57.84	2	138	14.3%	68.84	10	600
<b>Pública</b>	<b>37</b>	<b>1,324</b>	<b>100.0%</b>	<b>35.78</b>	<b>35</b>	<b>1,356</b>	<b>100.0%</b>	<b>38.73</b>	<b>72</b>	<b>2,679</b>
1 a 30 m3	18	312	48.6%	17.35	12	229	34.3%	19.12	30	542
31 a 50 m3	12	536	32.4%	44.68	18	676	51.4%	37.57	30	1,212
más de 50 m3	7	475	18.9%	67.89	5	450	14.3%	89.99	12	925

Cuadro 1. Registro de consumos agrupados por sector, por categoría y por intervalo

Con base en la información del Cuadro 1, se elabora el histograma de consumo para cada categoría de usuario, tal como se muestra en la Figura 1 para la categoría doméstica.



**Figura 1. Histograma de consumo de categoría doméstica**

Este tipo de histograma se obtiene a partir de la contabilización de consumos utilizando un medio computarizado que agregue los consumos registrados mediante una planilla de salida similar a la que se presenta en la figura 2.

El conocimiento de la distribución de consumo por categoría permite también estructurar un sistema tarifario que tome en cuenta por ejemplo la cantidad de usuarios (en porcentaje) que pueden ser beneficiados con una tarifa inferior a la tarifa media, o por el contrario, la cantidad de usuarios que deberán pagar un sobreprecio que permita establecer un subsidio cruzado que alcance un equilibrio financiero en el Prestador.

TABLA DE FRECUENCIAS						
CIUDAD :				MES :		
FECHA :				AÑO :		
				CATEGORÍA: _____		
RANGOS DE CONSUMO M <sup>3</sup> / MES	NUMERO DE USUARIOS	FRECUENCIA		VOLUMENES MEDIDOS	FRECUENCIA	
		% PARCIAL	% ACUMULADA		% PARCIAL	% ACUMULADA
0 - 5						
6 - 10						
10 - 15						
16 - 20						
21 - 25						
26 - 30						
31 - 40						
41 - 60						
61 - 80						
81 - 100						
101 - 150						
151 - 200						
201 - 300						
301 - 500						
> 500						
TOTAL						

**Figura 2. Construcción de histograma de consumos**

A partir de la medición de consumos es posible proponer el volumen estimado (asignado) a los Usuarios sin medidor, que se base en criterios equitativos y transparentes. Si por ejemplo se tiene que en la ciudad:

- El 35% de los usuarios domésticos consume menos de 15 m<sup>3</sup>
- El 55% de los usuarios domésticos consume menos de 20 m<sup>3</sup>
- El 65% de los usuarios domésticos consume menos de 30 m<sup>3</sup>

Entonces el Prestador puede plantear que el volumen asignado a los usuarios no medidos sea de 30 m<sup>3</sup>/mes o de 25 m<sup>3</sup>/mes, que es utilizado para fines de cobranza y de contabilización en el volumen facturado, sin que se cuestione que el Prestador esté elevando artificialmente el volumen a ser cobrado a los usuarios.

Los estudios realizados en numerosas ciudades de Latinoamérica señalan que en realidad, los Usuarios sin medición, con características similares a otros usuarios con medidor, consumen o utilizan más agua, debido a que saben que pagan un valor fijo independientemente de que utilicen más o menos agua, lo cual conlleva en la mayoría de los casos al desperdicio del agua y en menor medida pero también existente, a la competencia desleal de los propios usuarios que interconectan a otros usuarios mediante redes de agua internas no autorizadas. Por ello, un estudio que puede realizarse es el de reducción esperada del consumo del agua debido a programas de micromedición masiva.

Sin embargo, si bien el tema de la micromedición es un asunto de justicia (pagar lo que en realidad se consume), no siempre puede ser aplicado en forma masiva si el servicio de agua adolece de problemas de continuidad frecuentes. En efecto, en ciudades con alto nivel de discontinuidad, los medidores pueden registrar aire atrapado en las tuberías como si fuera agua que fluye a la vivienda, lo cual genera elevados registros de consumo y consiguientes reclamaciones por parte de los Usuarios. En otros casos, el problema es de calidad del agua, ya que por ejemplo agua con alto nivel de dureza genera incrustaciones de carbonatos en los medidores, los cuales pierden su funcionalidad en corto tiempo. Lo mismo sucede con presencia de manganeso o fierro por ejemplo. Si bien esta alternativa puede ser mitigada con el uso de medidores volumétricos en vez de medidores de velocidad (tipo chorro único o múltiple), los medidores volumétricos son normalmente más caros que los de velocidad, lo cual impide un uso generalizado. Información reciente indica que los medidores volumétricos tienden a ser más competitivos, lo cual puede ofrecer una alternativa interesante cuando se tengan problemas de calidad del agua en las ciudades. En todo caso, la selección del medidor más adecuado será un aspecto a tratar en el presente documento.

En resumen, la micromedición ofrece ventajas y ciertas desventajas, como las siguientes:

#### *Ventajas*

- a) Permite cobrar a cada usuario del servicio, en forma proporcional a su utilización, debiendo tener cuidado de no desvirtuarla con el establecimiento de un cupo básica superior a los hábitos de consumo, lo cual podría traducirse en mayor facturación pero en distorsión del verdadero valor del agua no facturada (no contabilizada).
- b) A través de la medición se fomenta el uso racional y la conservación del agua, ya que las estructuras de tarifas son generalmente de bloque invertido, es decir, que penaliza los consumos elevados con un precio unitario más elevado por rangos de consumo.
- c) El control de la utilización del agua permite asegurar la misma calidad del servicio para todos los usuarios del sistema, especialmente cuando debido a consumos desordenados, el servicio se viene prestando de manera deficiente a los usuarios que, por su localización en el sistema, se encuentran sometidos a restricciones de orden técnico.

### *Desventajas*

- a) Genera mayor número de reclamos al Prestador, ya sea cuando el servicio tiene alta frecuencia de discontinuidad y el medidor puede registrar aire atrapado en la red, o bien por medidores inoperativos no renovados, o sencillamente cuando el usuario no cuida sus instalaciones internas y tiene alto nivel de fugas que de todos modos se facturan al usuario.
- b) Implica un costo adicional para el usuario ya que normalmente el costo de éste se cobra al usuario (por lo menos en la primera instalación).
- c) El robo de medidores ha crecido lamentablemente por el atractivo del reuso del bronce, lo cual implica que el Prestador debe llevar a cabo medidas de protección adicionales a las que estaba acostumbrado, que encarecen su instalación. Una opción es el uso de medidores plásticos pero no es de uso generalizado.

### **3.2 Fase 2: Medición Selectiva por rutas o por macrosectores**

Es necesario determinar qué tipo de medición va a ser empleada, dependiendo de los objetivos que se pretendan alcanzar con ésta.

**Medición Selectiva.** Su característica principal es alcanzar más rápidamente y con el menor costo los objetivos de la medición. Por ello, debe empezarse por los consumos mayores, los que afectan la curva de consumos acumulados .vs. los porcentajes de conexiones medidas, en su parte inicial, donde un porcentaje bajo de conexiones representa un alto volumen de consumo.

Un método práctico de aproximación es el estudio de histogramas de consumo por categorías, seleccionadas según el tipo de uso del agua. A partir del Histograma de Consumo es posible obtener el promedio de consumo para la categoría y los porcentajes de conexiones con “Consumos Inferiores a”.

De la comparación de estos resultados, se puede concluir la eficiencia de la instalación de medidores en este tipo de conexiones, siendo mejor para mayores promedios de consumo y menores porcentajes de conexiones en la parte inferior de la curva.

La selección por categoría también deberá ser complementada con las características tanto del sector donde se encuentra el edificio como las del propio edificio, con la finalidad de que, contando con estos elementos, puedan ser seleccionadas efectivamente aquellas conexiones de mayores consumos. Con relación al sector donde se localiza el edificio, debe ser analizado desde el punto de vista de calidad del servicio (altas presiones, servicio continuo, servicio de desagüe) y condiciones socio-económicas (capacidad de pago, tipos de Usuarios, hábitos de consumo, densidad de la población, altos porcentajes de conexiones factibles).

Los criterios establecidos permitirán determinar los programas de instalación de medidor, en aquellas conexiones que no cuenten con él, así como orientar su instalación en nuevas conexiones, para lo que deben ser emitidas instrucciones, con la finalidad de evitar distorsiones en su aplicación.

La selección de los Usuarios en el terreno, una vez definidos los criterios, puede ser efectuada mediante el estudio de los ciclos de facturación, con los datos del catastro de Usuarios y de acuerdo con el conocimiento del sistema y de las zonas de la localidad, pudiéndose requerir información complementaria, que se obtendrá mediante investigación en terreno, cubriendo así, gradualmente, los diferentes sectores de la localidad.

La investigación, en su condición más simple, puede ser realizada por los lecturistas en el recorrido de su ruta de lectura, seleccionando viviendas o edificios. Otra forma de ejecutarla, es mediante el desarrollo de un programa de actualización catastral continua que ha sido descrita en el Manual y Procedimientos para el Catastro de Usuarios.

Con la finalidad de llevar a cabo la medición selectiva, es posible seguir el siguiente procedimiento general.

- a) Determinar el número de conexiones sin medidor y con medidor por cada ruta de lectura (Cuadro 2).
- b) Determinar el volumen medido por cada ruta, en las conexiones con medidor y obtener el volumen promedio por conexión (Cuadro 3)
- c) Comparar el volumen medido con el volumen asignado por conexión, por ruta de lectura y desechar las rutas en las que el volumen medido promedio (Cuadro 4) sea inferior al volumen asignado.
- d) Seleccionar las rutas en las que resulta conveniente la instalación de medidores.

En el ejemplo que se muestra en los cuadros 2 al 4, la ruta 060 del sector 1 no es interesante para instalar medidores, al igual que las rutas 010 y 020 del sector y así sucesivamente.

Ciudad	Sector	Ruta	DOMESTICO			COMERCIAL			INDUSTRIAL			Total Conexiones
			Conex.	Vol.Fact.	m3/conex	Conex.	Vol.Fact.	m3/conex	Conex.	Vol.Fact.	m3/conex	
Ciudad 1	1	010	27	540	20.00	2	60	30.00				29
		020	55	1,100	20.00	4	120	30.00				59
		030	98	1,960	20.00	1	30	30.00				99
		040	102	2,040	20.00	3	90	30.00				106
		050	91	1,820	20.00	5	150	30.00	1	50	50.00	97
		060	336	6,720	20.00	1	30	30.00	1	50	50.00	339
	2	010	280	5,600	20.00	1	30	30.00	1	50	50.00	282
		020	190	3,800	20.00	42	1,260	30.00				232
		030	24	480	20.00	1	30	30.00				25
		040	25	500	20.00	11	330	30.00	2	100	50.00	38
		050	21	420	20.00	9	270	30.00				30
	3	010	212	4,240	20.00	1	30	30.00				213
		020	57	1,140	20.00							57
		030	92	1,840	20.00	1	30	30.00	1	50	50.00	94
		040	185	3,700	20.00							185
		050	116	2,320	20.00	2	60	30.00				118
		060	146	2,920	20.00	1	30	30.00				147
	4	010	170	3,400	20.00	6	180	30.00	1	50	50.00	177
		020	271	5,420	20.00	14	420	30.00	3	150	50.00	288
		030	146	2,920	20.00	32	960	30.00				178
	6	010										
		020										
	7	010	184	3,680	20.00							184
		020	1	20	20.00							1
9	010	1	20	20.00	1	60	60.00				14	
<b>TOTAL Ciudad 1</b>			<b>2,830</b>	<b>56,600</b>	<b>20.00</b>	<b>138</b>	<b>4,170</b>	<b>30.22</b>	<b>10</b>	<b>500</b>	<b>50.00</b>	<b>2,992</b>

**Cuadro 2. Conexiones sin medidor y consumos asignados (doméstico 20 m3, comercial 30 m3 e industrial 50 m3)**

Zona	Sector	Ruta	DOMESTICO			COMERCIAL			INDUSTRIAL			Total Conexion	
			Conex.	Vol.Fact.	m3/conex	Conex.	Vol.Fact.	m3/conex	Conex.	Vol.Fact.	m3/conex		
Ciudad 1	1	010	163	3,798	23.30	111	6,246	56.27	6	845	140.83	280	
		020	148	3,740	25.27	19	685	36.05	6	234	39.00	173	
		030	146	3,811	26.10	23	832	36.17	1	113	113.00	170	
		040	114	2,628	23.05	25	1,577	63.08	2	106	53.00	141	
		050	167	3,426	20.51	21	739	35.19				188	
		060	123	2,235	18.17	9	186	20.67	2	40	20.00	134	
	2	010	185	2,731	14.76	13	393	30.23				198	
		020	127	3,140	24.72	66	3,071	46.53	4	131	32.75	197	
		030	156	3,952	25.33	97	4,226	43.57	1	32	32.00	254	
		040	86	2,191	25.48	135	6,930	51.33	2	1,132	566.00	223	
		050	81	2,357	29.10	169	10,854	64.22				250	
	3	010	348	5,218	14.99	8	658	82.25				356	
		020	213	4,342	20.38	15	365	24.33				228	
		030	129	2,246	17.41	9	261	29.00	1	30	30.00	139	
		040	130	2,293	17.64	4	99	24.75				134	
		050	190	3,196	16.82	17	423	24.88	1	48	48.00	208	
		060	222	3,863	17.40	5	101	20.20	1	41	41.00	228	
	4	010	123	2,213	17.99	36	904	25.11				159	
		020	180	3,741	20.78	90	3,267	36.30	5	397	79.40	275	
		030	35	740	21.14	81	3,810	47.04				116	
	6	010											
		020											
	7	010	112	1,396	12.46	2	79	39.50				114	
		020											
	9	010	1	116	116.00	6	883	147.17	2	343	171.50	55	
	<b>TOTAL Ciudad 1</b>			<b>3,179</b>	<b>63,373</b>	<b>19.93</b>	<b>961</b>	<b>46,589</b>	<b>48.48</b>	<b>34</b>	<b>3,492</b>	<b>102.71</b>	<b>4,220</b>

**Cuadro 3. Conexiones CON medidor y consumos registrados**

Localidad	Sector	Ruta	DOMESTICO			COMERCIAL			INDUSTRIAL		
			Conex. Sin medidor	m3/conex	Vol. Por Recuperar p/ facturación	Conex. Sin medidor	m3/conex	Vol. Por Recuperar p/ facturación	Conex. Sin medidor	m3/conex	Vol. Por Recuperar p/ facturación
Ciudad 1	1	010	27	3.30	89	2	26.27	53			
		020	55	5.27	290	4	6.05	24			
		030	98	6.10	598	1	6.17	6			
		040	102	3.05	311	3	33.08	99			
		050	91	0.51	47	5	5.19	26			
		060									
	2	010				1	0.23	0			
		020	190	4.72	898	42	16.53	694			
		030	24	5.33	128	1	13.57	14			
		040	25	5.48	137	11	21.33	235	2	1,032	516.00
		050	21	9.10	191	9	34.22	308			
	3	010				1	52.25	52			
		020	57	0.38	22						
		030									
		040									
		050									
		060									
	4	010									
		020	271	0.78	212	14	6.30	88	3	88	29.40
		030	146	1.14	167	32	17.04	545			
	6	010									
		020									
	7	010									
020											
9	010	1	96.00	96	1	87.17	87				
<b>TOTAL Ciudad 1</b>			<b>1,108</b>	<b>2.88</b>	<b>3,186</b>	<b>127</b>	<b>17.57</b>	<b>2,232</b>	<b>5</b>	<b>1,120</b>	<b>224.04</b>

Cuadro 4. Selección de Rutas convenientes para instalación de medidores a partir de comparación del volumen medido y asignado

Dependiendo de los recursos financieros con que el Prestador cuente, es posible priorizar las rutas en las que resulta más conveniente la instalación de medidores. Siguiendo el ejemplo mostrado en el Cuadro 4, las rutas más atractivas son la 030 del sector 1, la ruta 050 del sector 2 y la ruta 010 del sector 9. Del otro lado, no resulta conveniente instalar medidores en los sectores 3, 6 y 7. Por su parte, en la categoría de usuarios comerciales, es muy necesario la instalación de medidores en todo el sector 1 y sector 2 por ejemplo.

Como conclusión final, el procedimiento descrito posibilita el diseño de un Programa eficaz de instalación de medidores a ser realizado. También es importante establecer, a fin de evitar un deterioro de los niveles de medición alcanzados, un seguimiento permanente a través de una rutina de análisis.

Para ello, deben ser empleadas informaciones proporcionadas por el módulo de registro de consumos, con el apoyo de gráficos y estadísticas que permitan visualizar las variaciones, en el tiempo, de cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de medición de consumo.

### **3.2.1 Grado eficiente de medición**

Existe otro procedimiento para determinar el grado eficiente y eficaz e instalación de medidores, que resulta del análisis estadístico de las frecuencias acumuladas de conexiones con medidor versus la frecuencia acumulada de volúmenes medidos. En caso de no disponer de información por no existir medición, se puede inferir a partir de la información de otra ciudad similar.

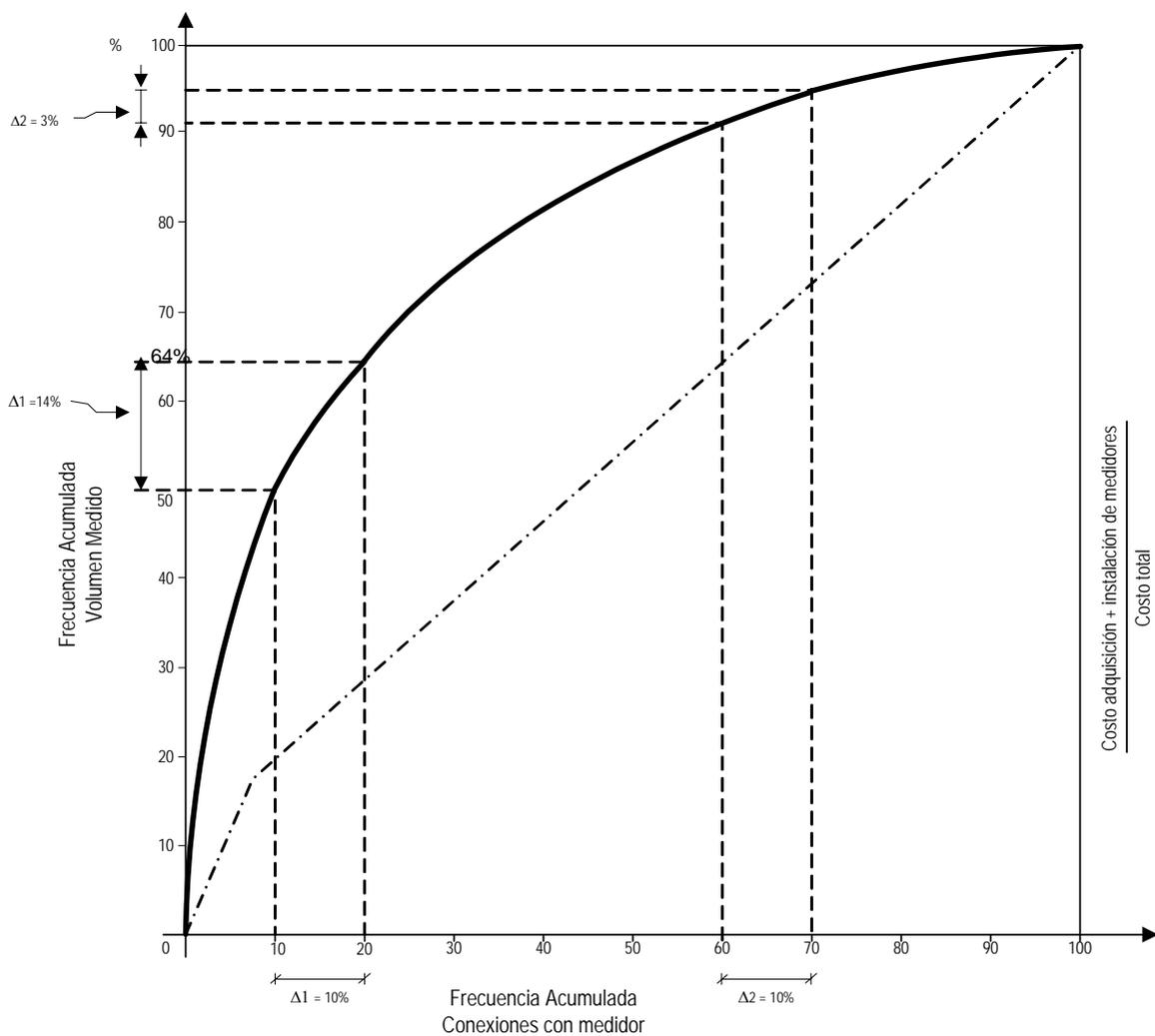
A partir de este gráfico, se puede concluir cual es la categoría de conexiones con medidor dentro de la cual se espera encontrar los mayores volúmenes medidos con un número relativamente bajo de medidores instalados, obteniéndose mayor eficiencia por medidor. Esta eficiencia va decreciendo, ya que dada la característica de la curva elaborada, a mayor número de conexiones con medidor se reduce el ritmo de crecimiento del volumen medido. A través de esta figura, es posible establecer informaciones para evaluar diferentes grados de medición.

En la Figura 3 se muestra un caso típico en la que se aprecia que para las primeras conexiones medidas (que en general deben corresponder a los usuarios con mayores consumos), la pendiente es mayor debido a que corresponde a grandes volúmenes medidos con pocos medidores. La curva cambia de pendiente conforme aumenta el número de medidores instalados ya que los volúmenes medidos no son tan significativos como los primeros. En la figura 3 se observa que en el intervalo entre 10% y 20% de las conexiones medidas, se alcanza un incremento en el volumen medido de 14% (pasa del 50% al 64%) comparado con el intervalo de 60% a 70%, cuyo incremento es también de 10% de conexiones con medidor, pero equivale a un incremento de tan sólo 3% del volumen.

Por otro lado, en la curva de costos (con línea punteada) se compara el costo de los medidores instalados versus el costo total de tener al 100% los medidores instalados; se observa que:

- Para 20% de conexiones con medidor instalado el costo representa un 27% del valor total y un 64% de volumen medido;
- Para 30% de conexiones con medidor instalado, el costo representa un 35% del valor total y un 75% de volumen medido.
- Para 60% de conexiones con medidor instalado el costo representa un 65% del valor total y se obtienen el 90% del volumen medido

Lo anterior significa que existe un mejor rendimiento de la inversión para porcentajes inferiores al 30% de conexiones con medidor, que para porcentajes mayores.



**Figura 3. Frecuencia de Conexiones con medidor y volumen medido**

## Medición Sectorial

Este tipo de medición consiste en controlar el consumo de un determinado número de Usuarios con un sólo medidor.

Su forma común es la medición del consumo de un edificio con varias viviendas, cada una de ellas con Cupo Básico asignado y cuyos consumos son calculados mediante el prorrateo del consumo total medido para la conexión.

Este criterio puede ser ampliado a un sector, subsector o zona aislada de abastecimiento. En efecto, se puede aplicar a un grupo de conexiones mediante la instalación de un medidor en la entrada de la red de distribución en el circuito o subsector que las abastece. En este caso, el consumo total medido, descontando el volumen estimado de pérdidas, será distribuido mediante prorrateo entre el total de conexiones y a cada conexión se le cobrará en función de ese consumo.

Esta solución requiere que el grupo de conexiones a ser medido tenga características homogéneas de consumo. En el caso de no existir tal homogeneidad, la distribución de los consumos se hará en función del número de viviendas y de coeficientes que ajusten las diferencias entre las categorías.

Del volumen total medido se deberá descontar el volumen estimado de pérdidas en el sistema de distribución del subsector de distribución, con el objeto de cobrar el volumen estimado a los Usuarios. Se debe obtener un promedio de consumo de varios períodos, de tal forma que se reflejen las variaciones estacionales. Después de descontadas las pérdidas en la distribución, se determina el promedio de consumo por conexión y se aplica la tarifa correspondiente. Dado que cada conexión no cuenta con medidor, no es conveniente que hayan variaciones de facturación de un mes a otro sino que se cobre el mismo valor calculado por el promedio durante al menos un período de un año.

Este método no es el más recomendado para fines de cobranza ya que se utiliza más para un programa de detección de fugas mediante la aplicación directa de macromedidores en los puntos de ingreso al subsector y la sumatoria de los volúmenes medidos, para determinar el volumen de pérdidas físicas. Sin embargo, es posible que pueda ser aplicado en lugares de alto nivel de pobreza, en los cuales no se justifique la instalación de medidores individuales, si bien podría combinarse con la instalación de medidores individuales en las viviendas que, en forma comprobada y avalada por los mismos usuarios de la zona, se justifique para no distribuir consumos excesivos entre los demás usuarios.

**Sistema Combinado de Medición.** Esta opción responde precisamente a lo comentado líneas arriba, con los dos tipos de medición mencionados anteriormente, cuyo propósito es:

- Orientado a la facturación de un conglomerado en función del promedio obtenido, pero a su vez, determinando entre ellos los posibles mayores Usuarios, para facturarlos en forma directa su consumo;
- Instalar el macromedidor en la entrada del subsector como medidor “testigo” para que, mediante análisis estadístico de los resultados de la lectura, establecer si el sector es de grandes Usuarios, procediendo entonces a la instalación directa en aquellas conexiones que cumplen con los criterios previamente establecidos.

### 3.3 Fase 3: Selección y dimensionamiento de Medidores

#### 3.3.1 Clase de medidores

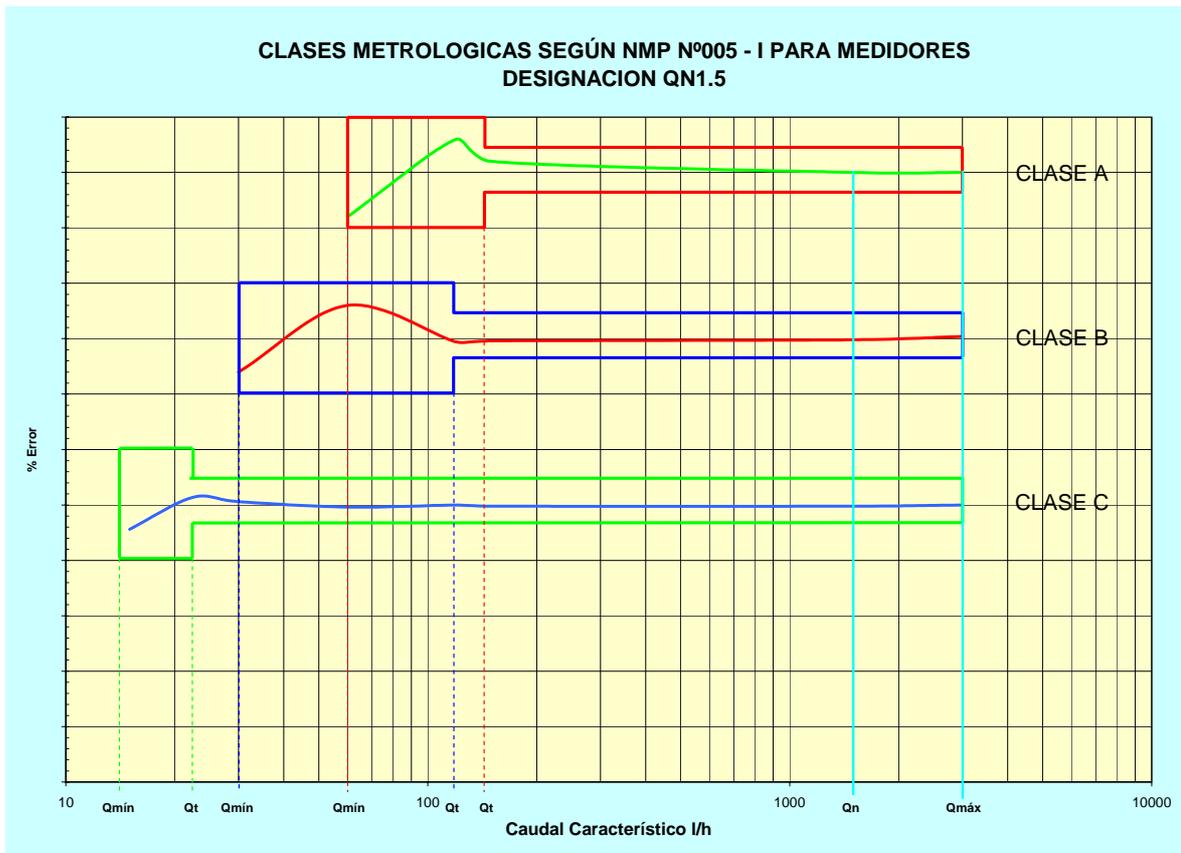
Los medidores son clasificados según la ISO - 4064 en medidores Clase A, B y C. Los medidores Clase B son más precisos y sensibles que los de la Clase A. Por lo tanto, los medidores de Clase B son calibrados con caudales menores que los de la Clase A. El Cuadro 5 ilustra esa clasificación.

Contadores de agua fría

		Clase A				Clase B		Clase C		Diámetro nominal DN
Rango	Qn en m³/h	Qmax = 2 x Qn en m³/h	Qmin = 0.04 x Qn en l/h	Qt = 0.1 x Qn en l/h	Qmin = 0.02 x Qn en l/h	Qt = 0.08 x Qn en l/h	Qmin = 0.01 x Qn en l/h	Qt = 0.015 x Qn en l/h		
Qn < 15m³/h	1.5	3	60	150	30	120	15	22.5	15	
	2.5	5	100	250	50	200	25	37.5	20	
	3.5	7	140	350	70	280	35	52.5	25	
	6	12	240	600	120	480	60	90	32	
	10	20	400	1000	200	800	100	150	40	
Rango	Qn en m³/h	Qmax = 2 x Qn en m³/h	Qmin = 0.08 x Qn en m³/h	Qt = 0.3 x Qn en m³/h	Qmin = 0.03 x Qn en m³/h	Qt = 0.2 x Qn en m³/h	Qmin = 0.006 x Qn en m³/h	Qt = 0.015 x Qn en m³/h		
Qn ≥ 15m³/h	15	30	1.2	4.5	0.45	3	0.09	0.225	50	
	25	50	2	7.5	0.75	5	0.15	0.375	65	
	40	80	3.2	12	1.2	8	0.24	0.6	80	
	60	120	4.8	18	1.8	12	0.36	0.9	100	
	150	300	12	45	4.5	30	0.9	2.25	150	
	250	500	20	75	7.5	50	1.5	3.75	200	
	400	800	32	120	12	80	2.4	6	250	
	600	1200	48	180	18	120	3.6	9	300	
	1000	2000	80	300	30	200	6	15	400	
1500	3000	120	450	45	300	9	22.5	500		

**Cuadro 5. Clase metroológica del medidor**

Para el cuadro anterior, la figura 4 muestra de forma clara la diferencia entre cada una de las clases metroológicas.



### 3.3.2 Tipo de medidores

Existen de dos tipos: los de velocidad y volumétricos. El principio de los micromedidores de velocidad es la obtención del volumen del agua a través del uso de un procedimiento mecánico y que por acción de la velocidad del agua giran un órgano móvil (turbina, hélice). La clasificación de estos micromedidores, en cuanto a su forma de actuación son:

- Chorro Unico: El flujo de agua pasa por una turbina cuyo eje está en sentido perpendicular al sentido de la agua, con el chorro actuando en único punto de la misma.
- Chorro Múltiple: El flujo de agua pasa por una turbina cuyo eje está en sentido perpendicular al sentido de la agua, pero es distribuido de forma que actúe equilibradamente en el accionamiento de la turbina.
- Woltmann Horizontal: El flujo de agua pasa por un conducto donde se encuentra una turbina con aspas de forma helicoidal, cuyo eje está en la misma dirección del flujo.
- Woltmann Vertical: La turbina con aspas de forma helicoidal se encuentra en una cámara, cuyo eje está en sentido perpendicular al flujo, con el agua actuando directamente en las aspas.
- Compuesto: Es formado por un medidor grande y un pequeño, actuando de forma combinada, de manera a obtener una medición con precisión en grandes y en

pequeños caudales. Los más comunes están formados por un medidor Woltmann Vertical asociado con un medidor Chorro Múltiple.

- Hélice: Es una hélice insertada dentro del conducto que ocupa solamente parte de la sección del mismo, y por esto representa poca resistencia para el flujo del agua.
- Proporcional: Está basado en la proporcionalidad que existe entre la cantidad de agua que pasa por un conducto principal y por una secundaria donde está el medidor.

Por su parte, el principio de los micromedidores volumétricos es la obtención del volumen de agua a través del uso de un procedimiento mecánico directo con participación de cámaras volumétricas, con una parte móvil dentro de ella que con el paso del agua adquiere un movimiento cíclico. Este desplazamiento es transmitido a un mecanismo que registra el volumen de agua.

### 3.3.3 Selección de medidores

Los principales factores que influyen en el periodo económico de intervención en el Medidor son:

- Calidad del agua: Los medidores trabajando con agua con elevado nivel de turbiedad, o con alto nivel de dureza, o presencia de carbonatos, ven afectada su precisión por la incrustación de partículas en suspensión;
- Tipo y modelo del medidor: está más ligado a la calidad y robustez constructiva del medidor;
- Caudales de consumo: las variaciones de caudales son críticas para el comportamiento del medidor, sobretodo para valores de arranque o  $Q_{min}$ ;
- Estructura tarifaria con medición: es factor importante cuando las tarifas y consiguiente recaudación se obtiene a partir de la medición de consumos, por lo cual, exige una política de mantenimiento y reposición de medidores para no verse afectado por la submedición que es frecuente cuando los medidores sobrepasan su vida útil.

Estos datos deben ser considerados en conjunto y no individualmente.

Con base en lo anterior, si se debe elegir entre un medidor volumétrico y uno de velocidad, se puede afirmar que los medidores volumétricos tienen una sensibilidad superior a los de velocidad, pero se ven afectados más frecuentemente por la calidad del agua y tienen un costo de adquisición entre 20% a 25% mayor a los de velocidad y un costo de mantenimiento superior al 50% con relación a los de velocidad.

El tema es menos complicado para los Grandes usuarios (usuarios con altos consumos), ya que la práctica generalizada es la utilización de medidores Woltmann, sean horizontales o los verticales. Al respecto, un pequeño grupo de estos medidores son generalmente responsables del 20% del volumen total medido en una ciudad y por ello, los medidores destinados loa grandes usuarios deben ser instalados y mantenidos con mayor frecuencia que los otros medidores.

En general, la selección de medidores de agua cuenta con tres etapas:

**1ª etapa:** Investigación sobre el comportamiento de los consumos de las conexiones. Para efectuar la selección de medidores domiciliarios se debe investigar un número suficiente de conexiones, de forma que el resultado refleje el comportamiento del universo en estudio.

Una de las principales dificultades que se presentan para realizar una investigación de este tipo es la necesidad de adquisición de los equipos de registro de caudal.

**2ª etapa:** Exámenes, pruebas en taller de los medidores y análisis comparativo. Se debe solicitar una muestra de medidores y verificarlos en principio mediante análisis visual, verificándose la superficie de la carcasa y el tipo de regulador. También se debe verificar la unidad de medida (debe ser en metros cúbicos) y otras características del mostrador del medidor como la medición de las dimensiones y comparación con las existentes en las especificaciones.. Se verifica la indicación mínima y máxima, tamaño de los números, indicadores de consumo y similares.

En caso de que el medidor esté de acuerdo con las especificaciones exigidas, se puede continuar con las pruebas siguientes. Se verifican las dimensiones del medidor comparándolas con las especificaciones utilizadas para cada caso.

Para garantizar la correcta selección y el control de calidad de medidores nuevos o reparados, es necesaria la realización de ensayos que permitan conocer todas las características de funcionamiento, curva de errores y resistencia. Los principales tipos de ensayos son:

- Ensayo hidrostático.
- Funcionamiento al revés.
- Determinación de la curva de errores.
- Determinación de la curva de pérdida de carga.
- Ensayo de desgaste acelerado.
- Ensayo de blindaje magnético.
- Ensayo de eficiencia de transmisión magnética.
- Ensayo de rango de reglaje.
- Ensayo de cámara de presión.

Existe también la aferición de tres caudales, que es el que predomina en los talleres de mantenimiento de medidores; la aferición es a los siguientes caudales:

$Q_n$  = Caudal Nominal. Alrededor de 50% de  $Q_{max}$   
 $Q_{tran}$  = Caudal de Transición  
 $Q_{min}$  = Caudal Mínimo

El ensayo hidrostático consiste en que los medidores se prueban a presión estática. Esta prueba refleja el período de servicio del medidor. Para esta prueba se utiliza normalmente una presión de 20 kg/cm<sup>2</sup> durante 1 minuto o 10 kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos.

Al conocerse las curvas de funcionamiento de las conexiones, se puede compararlas con las características de medición y de pérdida de presión de los medidores. Luego, se estima el volumen de agua que sería registrado por el medidor instalado en la conexión en estudio.

De acuerdo al volumen y flujos correspondientes, se estiman las pérdidas en dinero e inclusive, si fuese el caso, se comparan alternativas de varios tipos de medidores a utilizar analizando los costos y los beneficios preliminares. Sólo con las pruebas de servicio es que se puede hacer la evaluación económica definitiva.

Es probable que en esa etapa se verifique la inconveniencia patente de algunos medidores en relación al tipo de conexión a que se destinan, o en otras palabras, si tenemos un comportamiento de las conexiones, por ejemplo con 70% de los consumos ocurridos por debajo de 60 l/h, en ese caso el medidor seleccionado debe tener menos de 40 l/h.

Para la realización de la prueba de fatiga se deben destacar tres puntos:

- a) Prueba de fatiga con utilización del límite de sensibilidad
- b) Prueba de flujos continuos
- c) Prueba de flujos discontinuos

Luego de obtenidos los resultados se construyen las curvas de error ubicándolas en el mismo gráfico de la curva original.

Las condiciones de aprobación del modelo de medidor de agua son las siguientes:

1. Que no se constate en relación a la curva de error inicial, variación de medición superior a 1.5% entre  $Q_t$  y  $Q_{max}$  y superior a 3% entre  $Q_{min}$  y  $Q_t$ .
2. Que el medidor presente un error máximo de  $\pm 6\%$  entre  $Q_{min}$  y  $Q_t$  y de 2.5 entre  $Q_t$  y  $Q_{max}$ .

Luego de analizados los resultados, se decide sobre la aprobación o rechazo del lote en estudio. En las especificaciones se detallan valores límites de rechazo, que en el caso de ser sobrepasados, puede procederse a la descalificación del proveedor. Por ejemplo, los lotes que cuentan con menos de 20% de rechazo, pueden ser sustituidos por otros que se someterán también a las pruebas. En caso que los valores de rechazo sean mayores al 20%, se procederá a la descalificación del proveedor.

En la figura 5 se muestra la curva característica de un medidor, con los intervalos (rangos) con imposibilidad de medición, así como el intervalo de medición sin precisión y los intervalos con precisión en la medición.

**CURVA DE MEDIDORES PARA MEDIDORES Qn1.5**  
**RANGOS DE MEDICION NORMALMENTE ESTABLECIDOS PARA MEDIDORES NUEVOS**

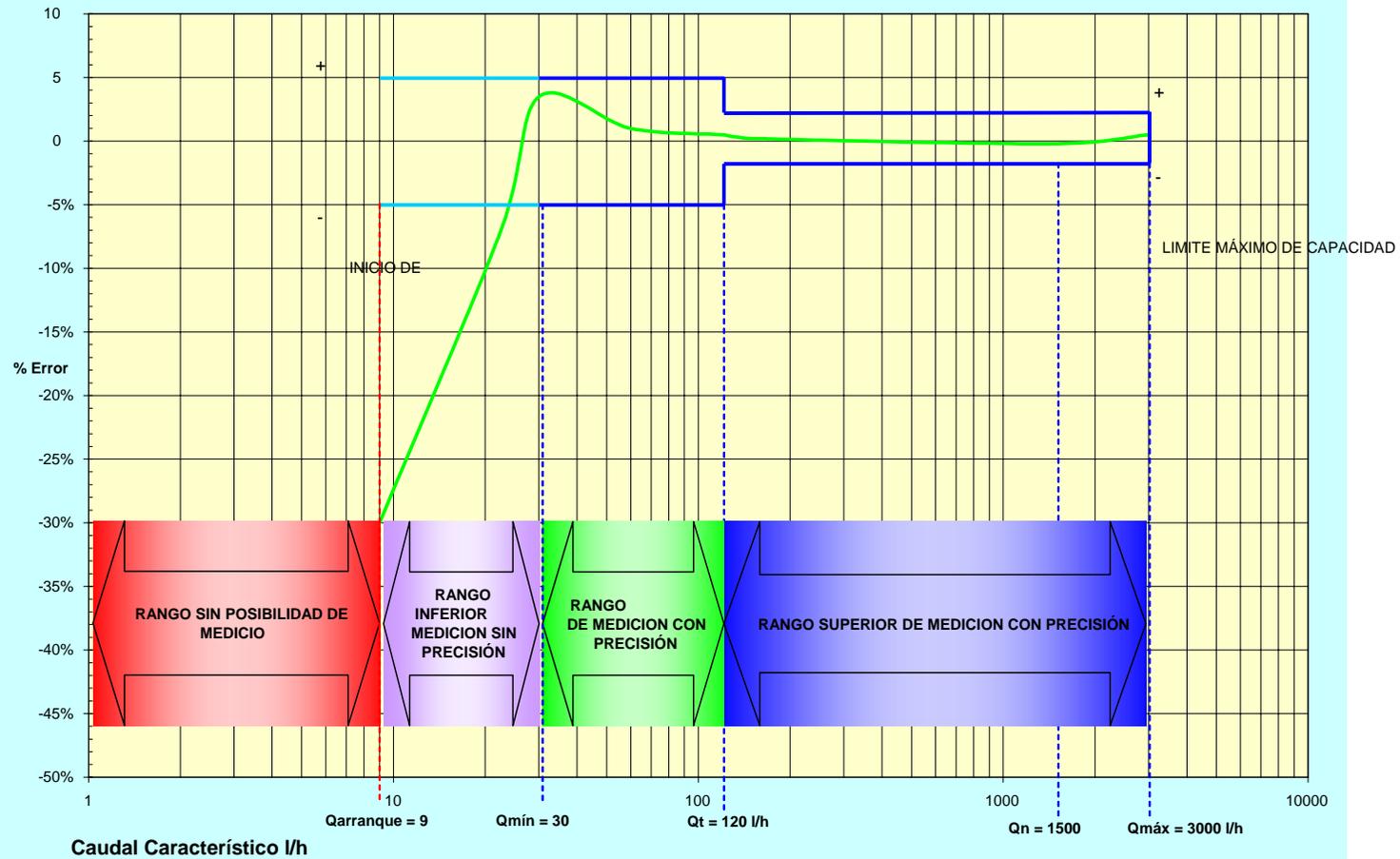


Figura 5. Curva característica de los medidores

**3a Etapa:** Investigación de los medidores en servicio, en condiciones normales de trabajo. Esta es una fase de importancia en el proceso de selección de medidores, ya que si no se ejecuta bien, puede comprometer definitivamente el resultado.

Las pruebas hechas en taller permiten verificar las características de funcionamiento del medidor en condiciones ideales. Por ello, esta etapa es la investigación en campo, sometiendo al medidor a las condiciones reales de servicio, evaluando la influencia que ejercen las condiciones hidrodinámicas.

De acuerdo a las características de diseño, un medidor puede influenciarse fácilmente por la calidad del agua. Se puede efectuar este seguimiento de dos maneras:

1° Verificación de las ocurrencias en los medidores instalados: Este seguimiento comprende la estadística de ocurrencias en el medidor, como por ejemplo:

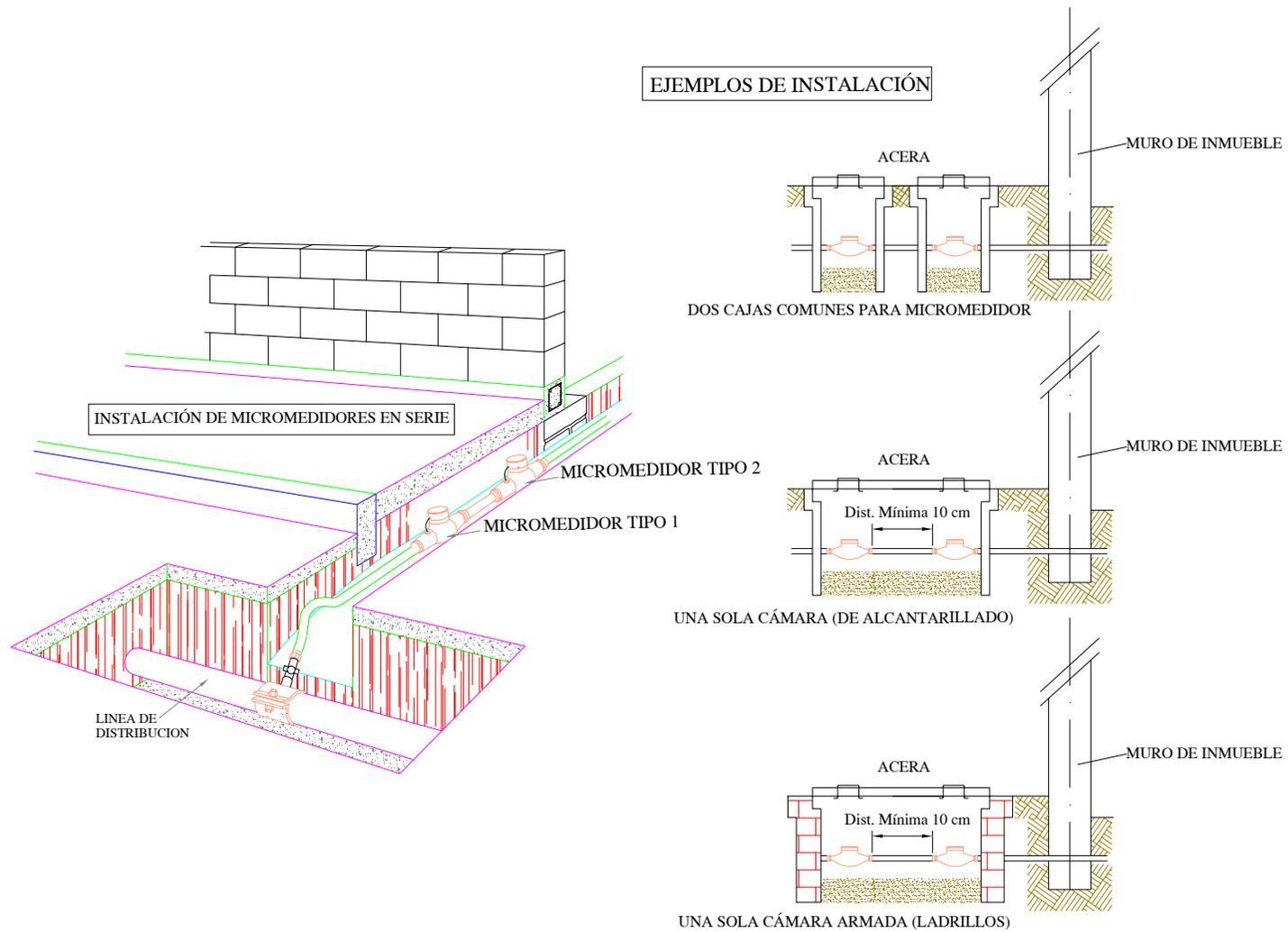
- Medidores malogrados
- Medidores parados
- Con fugas en la carcasa
- Vidrio empañado, etc.

Normalmente, este seguimiento se realiza con una computadora utilizando el proceso normal de la medición de los consumos vigente.

2° Verificación de la continuidad: Esta consiste en la precisión a lo largo del tiempo, con el fin de averiguar cómo influye el agua en la calidad de medición. Esta acción se efectúa utilizando medidores patrones (medidores testigo) o mediante el uso de transductores de presión que miden volumen y caudal, conocidos como data logger, o empleando bancos portátiles de prueba.

En la figura 6 siguiente se muestra un esquema de análisis del comportamiento de medidores utilizando dos medidores en serie, uno de los cuales puede fungir como medidor testigo. En otros caso, uno de los dos medidores puede ser clase C y el otro clase B, y comparar los registros, partir de los cuales se pueden adoptar políticas de medición.

Finalmente, otra opción es que uno de los medidores venga pre-equipado y que pueda instalarse un data logger que registre de manera continua e ininterrumpida los volúmenes de agua consumidos, y esta curva pueda ser comparada con los registros del medidor. En la figura 7 se muestra el registro típico de un data logger.



**Figura 6. Verificación del comportamiento en campo, con dos medidores en serie**

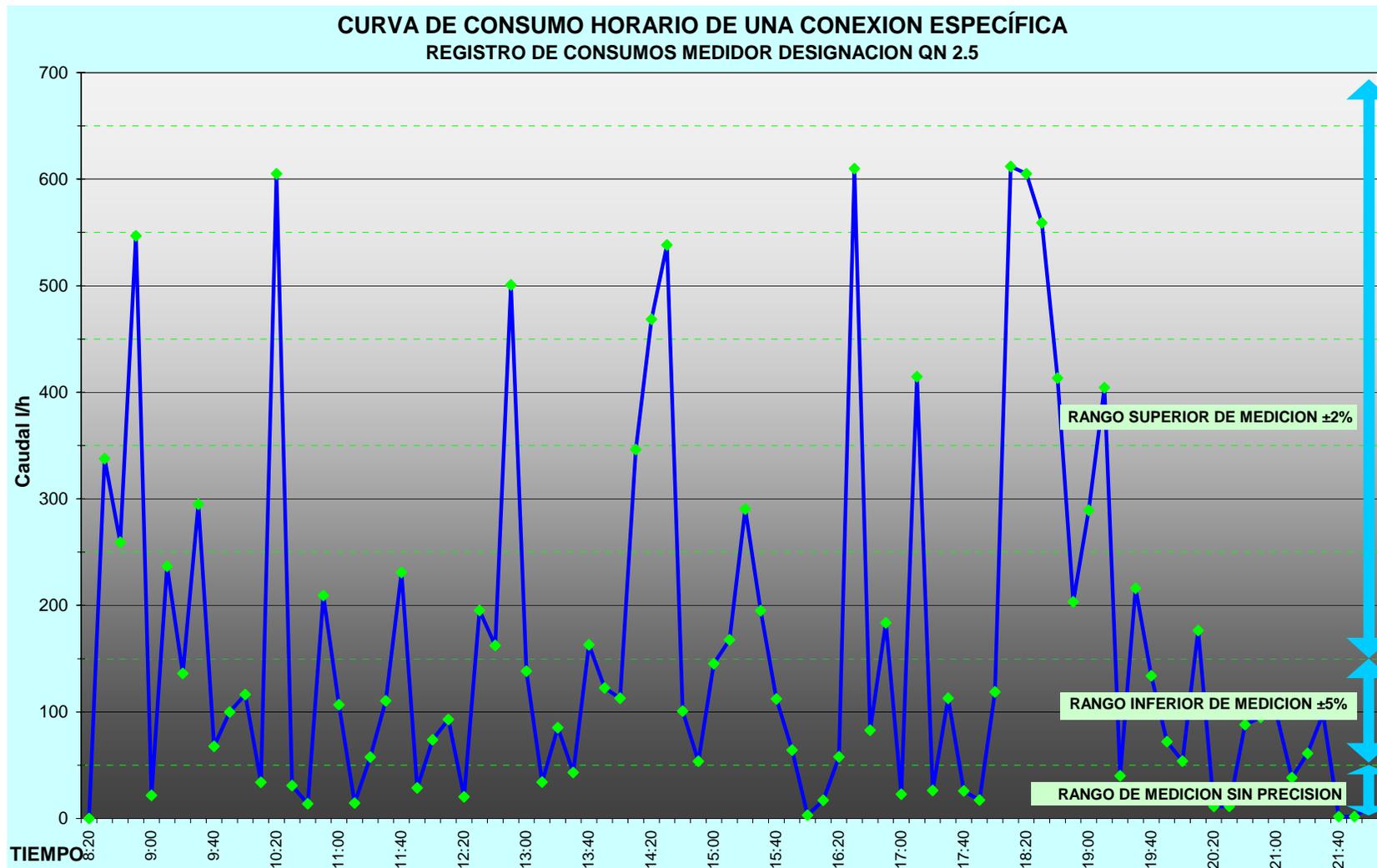


Figura 7. Curva de Consumo registrada por el data logger.

La regla básica que se busca en la selección del medidor es que se debe obtener un aparato que mida con precisión satisfactoria y en la mayor extensión posible del rango de flujo, conservando esas características por largo tiempo y asimismo, que sea el medidor de más bajo costo de adquisición y mantenimiento.

Básicamente, la selección debe obedecer a los siguientes criterios:

- El medidor debe tener un campo de medición para medir con suficiente precisión, por ejemplo debe ser capaz de medir las fugas en instalaciones domiciliarias defectuosas a partir de un registro elevado en el consumo del Usuario; debe también medir el flujo de alimentación de un reservorio cuya admisión de agua sea controlada por flotador (caso edificios), y debe ser capaz de medir con precisión cuando se produzca la operación simultánea de apertura de varias piletas sin provocar pérdida de presión excesiva.
- El medidor debe mantenerse dentro de los límites de error aceptables, durante un lapso prolongado de servicio.
- Posibilidad de obtención de repuestos, mantenimiento fácil y de bajo costo.
- Costo de adquisición de acuerdo a la capacidad de pago del Prstador.

### **3.3.3 Dimensionamiento de Medidores de Agua**

El dimensionamiento del medidor debe efectuarse de tal manera que los caudales sean registrados en los flujos más pequeños y que el medidor permita el mayor flujo previsto, garantizando las condiciones necesarias de presión para el consumo.

Para seleccionar el medidor, se adopta el medidor con mayor capacidad de registro a consumos mínimos posible, conforme a las condiciones de presión.

En el dimensionamiento de medidores destinados a conexiones domiciliarias, se utiliza principalmente el basado en el consumo diario y mensual atendido. Para tal efecto, las normas relativas a los medidores de agua establecen cuáles son los límites de caudales recomendables por tiempo para cada tipo de medidor. Estos límites están en función del diseño del aparato y de los materiales de fabricación de sus diversas piezas.

La utilización del medidor, según los valores establecidos por las normas, garantiza que los aparatos:

- Funcionen con precisión adecuada;
- Tengan una pérdida de presión satisfactoria;
- Tengan un largo período de servicio

Para la elección del medidor, cuando se va a medir una nueva conexión, es necesario que se conozca su consumo. Existen varias formas de obtener este consumo: Para los medidores domiciliarios, se pueden utilizar parámetros de consumo que, asociados a las características de ocupación del domicilio, permiten estimar los consumos con buena aproximación.

### **3.4 Fase 4: Instalación de Medidores**

Para permitir una lectura fácil y segura, el aparato debe ser ubicado de forma que el lectorista tenga fácil acceso, que el lugar tenga buena iluminación y sobre todo, que no ofrezca riesgo alguno. Se debe contemplar que el medidor recibirá mantenimiento de manera periódica, por lo cual éste debe poseer una protección que sea removible, de tal manera que los trabajos de mantenimiento sean efectuados sin necesidad de quebrar dicha protección.

Básicamente, la forma de instalación se puede clasificar de dos formas:

- a) Instalación en las acera. Es la forma más común de instalación, ya que brinda mayor facilidad de lectura; dificulta la realización de derivación fraudulenta, facilita el corte de la conexión domiciliar de agua, disminuye la no lectura de medidores cuando se encuentra dentro de la vivienda y facilita el mantenimiento del medidor. Entre sus desventajas están que es relativamente fácil de robar. Uno de los mayores problemas de la instalación del medidor en la acera es el elevado índice de daño del medidor por terceros, y de la caja de protección debido a vehículos estacionados sobre la acera (figura 8).



**Figura 8. Medidor instalado en la acera**

- b) Instalación en la pared frontal. Tiene la ventaja que la lectura más rápida; dificulta derivaciones fraudulentas; y brinda facilidad de mantenimiento del medidor. Entre sus desventajas está que es mayor el costo de la instalación y de la protección; y cuando existen fugas en éste, pueden afectar la pared y comprometer la estabilidad de la misma (figura 9).



**Figura 9. Medidor instalado en la pared**

Hoy en día existe desafortunadamente un alto nivel de robo de medidores, por lo cual el Prestador debe buscar formas de evitar el hurto de los mismos. En la figura 10 se muestran dos tipos de protección del medidor que han dado buenos resultados en algunas ciudades latinoamericanas. Si a esta protección, se complementa con tapas de medidores plásticas con visor, se ha comprobado que el nivel de hurto ha bajado en aquellas ciudades que lo han implementado, si bien el Prestador debe llevar a cabo análisis de costos para no encarecer excesivamente la protección brindada al medidor. En la figura 11 se muestra un tipo de tapa con visor y doble llave especial.



**Figura 10. Protecciones para el medidor que se instale**



**Figura 11. Tapa de medidor con visor para lectura de medidor y apertura completa para mantenimiento**

### **3.5 Fase 5: Mantenimiento de Medidores**

El medidor es un aparato de precisión que requiere cuidados especiales para funcionar con la eficiencia recomendada.

Es necesario que esté bien protegido, colocado en un lugar apropiado, y que no esté expuesto directamente a los rayos solares, ya que sus piezas internas son plásticas, por lo que no deben exponerse a temperaturas superiores a 40°C, lo que en poco tiempo produciría el colapso de la relojería del medidor.

Los objetivos principales del mantenimiento de medidores son conseguir que:

- Todos funcionen;
- Tengan precisión adecuada;
- Puedan ser leídos periódicamente;
- No tengan fugas;
- No interfieran en el suministro de agua al Usuario correspondiente.

Existen dos tipos de mantenimiento, el correctivo y el preventivo.

El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades destinadas a conseguir que todos los medidores registren, puedan ser leídos oportunamente, no tengan fugas y no interfieran en el servicio al Usuario. El desarrollo de este tipo de mantenimiento se denomina correctivo porque se ejecuta a partir de la información del lectorista o del Usuario, sin una programación previa.

El mantenimiento preventivo consiste en el conjunto de actividades destinadas a conseguir que los medidores funcionen con la precisión adecuada. Estas actividades pueden ser programadas a partir de los datos del catastro comercial del Usuario. Con este mantenimiento se necesita un cuidado especial, ya que un medidor a lo largo de varios años, pierde gradualmente la precisión, de forma que el sistema computacional no detecte este hecho, y en consecuencia, la Empresa pierda significativas porciones de ingresos.

El costo del proceso de reparación de los medidores con imprecisión es menor que las pérdidas ocurridas en caso de que dicha reparación no fuera realizada. El mantenimiento ineficiente de medidores puede comprometer la situación económico financiera del Prestador.

#### **Mantenimiento Correctivo de Medidores**

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 las informaciones anteriormente referidas, se toma la decisión de emitir de la Orden de Servicio para el cambio de los medidores dañados.

La Orden de Servicio conteniendo todas las informaciones necesarias 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.

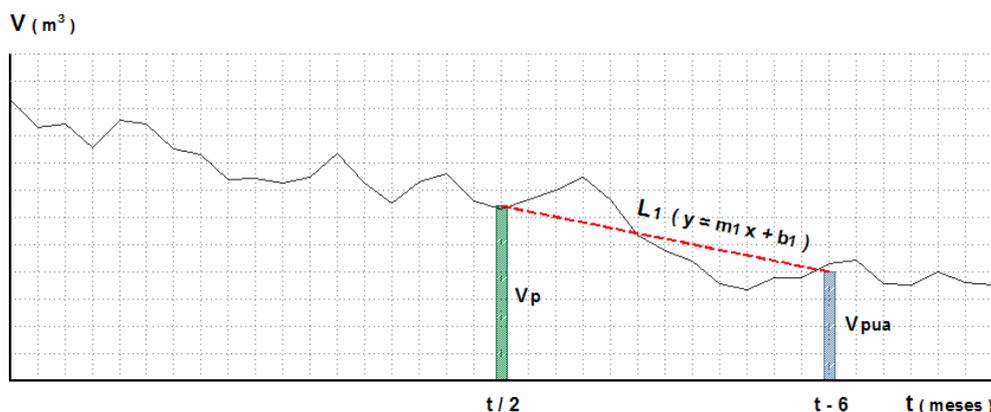
### Mantenimiento Preventivo de Medidores

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.

El establecimiento de criterios sin un estudio más profundo puede conducir a la Empresa 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 gasto versus aumento de facturación debido a la realización de ésta, es necesario establecer políticas de mantenimiento. Un claro ejemplo se muestra en la figura 12, en la cual se aprecia la disminución paulatina del registro del medidor, que amerita una revisión del mismo y su eventual reemplazo.



$V_p$  : Volumen medido promedio de un cliente

$V_{pua}$  : Volumen medido promedio del último año

$L_1$  : Línea de promedios

$m_1$  : Pendiente de la línea de promedios

$$m_1 = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(V_{pua} - V_p)}{(t/2 - 6)}$$

Figura 12. Curva que evidencia la caída de consumo

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  $14 m^3/mes$  no representa un alto impacto económico comparado con un medidor industrial que registra  $34.000 m^3/mes$ . El arreglo de este último puede representar el mantenimiento de 2.400 medidores pequeños. Siendo así, los medidores instalados en grandes Usuarios deben tener un tratamiento especial.

Por ello, los medidores del tipo industrial, por su importancia en términos de facturación, deben tener prioridad absoluta dentro del programa de mantenimiento.

Lo ideal es que este mantenimiento se realice en el terreno, utilizando vehículos especialmente preparados para el servicio de mantenimiento de medidores en el terreno. La ventaja del mantenimiento en el terreno es que, además de agilizar el proceso, permite mayor facilidad. La reparación del medidor industrial en el terreno, puede ser efectuada con el cambio del "kit".

### 3.7 Interrelación con Catastro de usuarios y facturación

Conforme se menciona en el Manual del Catastro de Usuarios, a partir de los planos de la localidad es posible preparar un "plan de rutas" conteniendo las manzanas que forman la ruta y determinar el recorrido que será seguido por el lectorista, para obtener mayor eficiencia en la medición. El trazado de la ruta se realiza a partir de la esquina de la manzana colocada en el extremo superior derecho del mapa (esquina NE) debiendo el trazado del camino seguir siempre alrededor de la cuadra hasta el punto en que convenga pasar a otra, a fin de evitar pasar dos veces por el mismo lugar. En general, se hace formando una "U", ya que el último trazo deberá terminar en el punto de partida. Es conveniente que el plano de ruta, debidamente protegido mediante un plastificado, acompañe al lectorista para orientar y garantizar la ejecución de la tarea correctamente.

Cada ruta de medición debe corresponder al número de medidores que el lectorista puede leer por día.

A continuación se presentan la forma de lectura por ruta más utilizada.

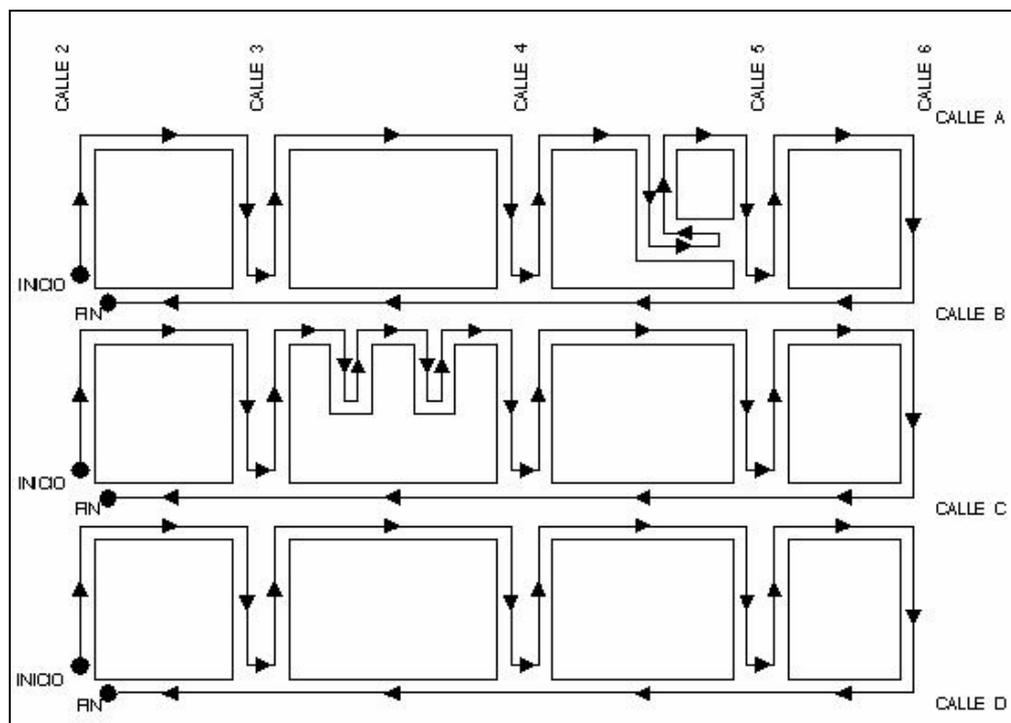


Figura 13. Trazado de Rutas tradicional

### **3.8 Lectura de Medidores**

#### **3.8.1. Código y formulario**

Para la ejecución de la medición de medidores existen la ejecución de las mediciones se realiza a través de un listado emitido periódicamente por el área de informática con base en los datos del área de facturación y cobranzas.

En dicho listado de medición (o modelo pre-impreso) deberán constar solamente las conexiones con medidor y ser clasificadas y agrupadas por rutas de medición para facilitar el proceso de registro de las mediciones.

Las informaciones que debe contener son las siguientes:

- Lecturista: Código que identifique al lectorista
- Número de Lote: Código correspondiente a la inscripción del Usuario
- Recorrido (ruta)
- Nombre del Usuario y su dirección
- Categoría de Usuario (doméstica, comercial,...)
- N° del Medidor: Número del medidor, para facilitar la identificación de la conexión
- Lectura actual: Espacio reservado para registrar la medición
- Estado del medidor: Espacio reservado para registrar el estado del medidor, así como otra situación.
- Hora.

En la Figura 14 se muestra el formulario típico para esta actividad.

REPORTE DE LECTURAS								
Nombre del lector:						Periodo:		
Número de lote:								
No	Recorrido	Cliente	Dirección	CAT	Medidor	Lectura actual	Estado del Medidor	HORA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

**Figura 14. Modelo de reporte de lectura de medidores**

**Código del estado del medidor.** Con la finalidad de clasificar los tipos de ocurrencias posibles y más comunes, encontradas por los lecturistas, a continuación se da un ejemplo de una tabla de códigos donde se identifican los problemas encontrados en el medidor, en la conexión y en el inmueble.

CODIGO	ESTADO DEL MEDIDOR	MEDICION	
		SI	NO
00	MEDICION NORMAL	x	
01	MEDICION INICIAL	x	
02	MEDIDOR AVERIADO		x
03	MEDIDOR CAMBIADO	x	
04	MEDIDOR DESAPARECIDO		x
05	SIN MEDIDOR (RETIRADO)		x
06	MEDIDOR INVERTIDO		x
07	MEDIDOR OPACO	x	x
08	SUPERFICIE RAYADA	x	x
09	PROTECCION DURA/BLOQUEADA		x
10	SIN HABITANTE	x	x
11	MEDIDOR INACCESIBLE		x
12	VIDRIO QUEBRADO	x	x
13	MEDIDOR ENTERRADO		x
14	MEDIDOR CON IMPEDIMENTO TEMPORAL		x
15	NUMERO DEL MEDIDOR DIFERENTE	x	
16	DIRECCION ALTERADA	x	x
17	NUMERO NO UBICADO		x
18	CALLE NO UBICADA		x
19	FUGA EN LA INSTALACION DEL MEDIDOR	x	
20	NO CORRESPONDE LA CLASE	x	
21	NO CORRESPONDE EL N° DE VIVIENDAS	x	
22			x
23	ACCESO NO PERMITIDO		x

#### Cuadro 6. Código del estado del medidor instalado

Así, por ejemplo, el código 00 indicará que la medición fue efectuada y será procesada directamente.

El código 01 genera en el procesamiento de la facturación, el cálculo del consumo proporcional a la fecha de la instalación del medidor.

El código 02, indica que el cálculo del consumo deberá hacerse por promedio y accionará una orden de servicio para mantenimiento del medidor.

El código 03 indica que el cálculo del consumo sea proporcional a la fecha de la instalación del medidor.

El código 04 indica que el cálculo del consumo se hace por promedio y acciona una orden de servicio para instalar de un nuevo medidor e identificar a los responsables por la desaparición del anterior.

El código 05 indica que el consumo a ser considerado será el básico de la categoría.

El código 06 indica que el consumo a ser considerado es el promedio y accionará una orden de servicio para corrección del posicionamiento del medidor.

Los códigos 07 y 08 indican que el consumo a ser considerado en caso de que no sea posible la obtención de la medición, es el promedio y generará una orden de servicio para mantenimiento del medidor.

El código 09 indica que el consumo a ser considerado es el promedio y generará una orden de servicio para mantenimiento o comunicación al Usuario para sus providencias.

El código 10 indica, en caso de que no sea posible la obtención de medición, que el cálculo del consumo es el promedio.

El código 11 indica que el consumo a ser adoptado será el consumo básico y generará una orden de servicio para regularización del acceso al medidor.

El código 12 indica en caso de que no sea posible la obtención de medición, que el consumo a ser adoptado será el promedio y generará una orden de servicio para el mantenimiento del medidor.

Los códigos 13 y 14 indican que el consumo a ser adoptado será el promedio y generarán una orden de servicio para el mantenimiento del medidor.

El código 15 indica que el consumo a ser considerado será el consumo básico, generando una orden de servicio para verificar el medidor y confirmar si hay diferencia en la numeración registrada en el catastro o si por engaño el lectorista efectuó la medición de otro medidor.

El código 16 indica, en caso de que no sea posible la obtención de la medición, que el consumo a ser considerado será el promedio, generando una orden de servicio al área de Medición de Consumos para verificar y confirmar la dirección del inmueble.

Los códigos 17 y 18 indican que el consumo a ser considerado es el promedio, generando una orden de servicio al área de Medición de Consumos para verificar y confirmar la dirección del inmueble.

El código 19 indica que se debe emitir una orden de servicio para corrección de la fuga informada.

Los códigos 20, 21 y 23 indican que se debe emitir Orden de servicio al área de Medición, para proceder a la inspección y las modificaciones necesarias.

### **3.8.2 Organización de las lecturas**

Para ejecución de la medición, se deben preparar los listados, separándolos por rutas para permitir la distribución a los lectoristas en el día determinado del ciclo de Facturación. Esta preparación debe tomar en cuenta la distribución de las rutas entre los lectoristas, incluyendo una rotación periódica de rutas, evitándose así que un mismo lectorista lea consecutivamente la misma ruta en tres períodos.

Para facilitar la ejecución de los servicios de medición de medidores, se debe anexar la ruta que será distribuida a los lectoristas de forma que facilite orientar el recorrido lectorista.

Durante la distribución de los servicios se debe exigir al lectorista antes de salir a recorrer la ruta, que verifique el listado de medición para aclarar las dudas y/o corregir posibles errores.

Es conveniente, para asegurar la exactitud de la medición, así como el cumplimiento de las rutas, realizar una supervisión de la actividad de los lecturistas. Esta podrá ser de dos tipos:

- La primera mediante fiscalización del inspector por el sector que está siendo leído, siguiendo las diferentes rutas de medición, verificando el desempeño de los lecturistas y el cumplimiento de la ruta;
- La segunda, mediante la selección de un grupo de medidores por muestreo, de los cuales se efectúa nuevamente la lectura. Dicho proceso deberá ser ejecutado inmediatamente, antes o después del paso del lectorista, a fin de que no se presenten diferencias considerables en los resultados. Posteriormente, serán confrontadas las dos lecturas, y ante la existencia de errores cometidos por los lecturistas se procederá a la corrección del listado de medición.

A nivel de control de la actividad, después de la ejecución de la lectura, se debe efectuar una comparación a fin de identificar los casos donde no fueron registradas las lecturas, principalmente seleccionando los códigos de ocurrencia 10, 17 y 18.

Después de la identificación de tales casos, los mismos deben ser relacionados y encaminados hacia los lecturistas que retornan al campo, a fin de, en una última tentativa, obtener la lectura del medidor de forma que los listados de medición sean enviados al centro de informática con el menor número posible de lecturas no registradas.

Para control de productividad de los lecturistas, deben ser obtenidos resúmenes mensuales que permitan determinar la productividad promedio por día de lecturas efectivamente realizadas y otros indicadores que orienten la optimización del proceso de medición, así como el establecimiento de otros medios de supervisión y control.

Para el dimensionamiento del equipo de lecturistas, dependiendo del tamaño de cada Prestador, se considera la necesidad 1 Supervisor, y el rendimiento aceptable para lectura de medidores es la siguiente:

- Lectoristas: 300 lecturas de medidores por día de trabajo
- Inspectores: 2 personas por cada 10 lecturistas

### 3.8.3 Crítica de la Medición

Los casos que se sigan el comportamiento del cuadro 7, deben ser relacionados en un listado "Crítica de Medición" donde deben constar los datos de identificación del inmueble y los datos de medición, es decir, los seis últimos consumos, promedio, lectura anterior, lectura actual, consumo del mes. Con este listado será posible hacer un análisis crítico de ocurrencia anotada.

CONSISTENCIA	OCURRENCIA
$C < 2 \text{ m}^3$	Consumo Bajo

C < 0.5 M	Consumo Reducido
L < LA	Lectura Menor
C > 2.M	Exceso de Consumo
C > 4.M	Exceso Elevado de Consumo

**Cuadro 7. Crítica a la medición**

En donde:

- C = Consumo
- M = Promedio (6 últimos consumos)
- L = Lectura Actual
- LA = Lectura Anterior

En los casos especificados en e Cuadro, se debe emitir un listado semejante al listado de medición o formulario pre-impreso, dentro de la misma clasificación que posibilite la revisión de las lecturas y eventuales correcciones antes de la facturación.

En base al análisis de la lectura, también se deben emitir las “Solicitud de Servicio” correspondientes a las ocurrencias presentadas y un listado clasificado por tipo de ocurrencia para un seguimiento.

La revisión de las lecturas consiste en el acto de confirmación de la lectura obtenida en condiciones normales, actividad que debe ser ejecutada y corregida, en caso de que haya error de lectura, antes de la facturación, para asegurar que el consumo facturado sea real y revisado por el Prestador.

Con ocasión de la revisión de la lectura referente a “Exceso de Consumo” y “Exceso Elevado de Consumo”, confirmándose la lectura inicial, el lectorista debe informar al usuario y prevenirlo con respecto al exceso de consumo, dejando en el acto de la confirmación de la lectura un “Aviso de Consumo Elevado”.

### 3.8.4 Lectura mediante sistema electrónico

Existen equipos portátiles que son usados por los lectoristas en substitución del listado de medición utilizado en la forma convencional. Dichos equipos son conocidos como equipos portátiles “walk-by” que utilizan a su vez un “software” que permite la preparación de la información de los usuarios, el registro, el análisis, la revisión y el control de las lecturas en el acto de su toma.

La utilización de este equipo permite reducir de forma significativa el tiempo entre la toma de la lectura y la facturación, reduciendo también la mano de obra empleada en los procesos de revisión y análisis, garantizando un grado de eficiencia y confiabilidad de la actividad.

La adopción de la forma informatizada de medición de consumo requiere que el Prestador lleve a cabo un estudio de costo/beneficio, para evaluar la aplicabilidad de este sistema. Las condiciones mínimas para el Prestador al optar por una medición informatizada son:

- Tamaño del Prestador
- Catastro de Usuarios confiable

- Rutas definidas
- Alto índice de medición

En la figura 15 se muestra un modelo de estos lectores de medidores.



**Figura 15. Modelo para lectura inalámbrica de medidores**

Las informaciones de las conexiones con medidor instalado que deben ser transferidas a los son las que se describen a continuación:

- Número de la ruta;
- Número del sector;
- Fecha prevista para ejecución de la lectura;
- Código de inscripción;
- Código de ubicación;
- Dirección del inmueble;
- Número oficial del inmueble;
- Complemento;
- Número del medidor;
- Unidades de uso;
- Consumo medio del inmueble;
- Última lectura válida.

### **3.8.5 Determinación del Consumo**

Se presenta las reglas básicas para determinar el consumo medido.

MEDICION	CONDICIONES	CONSUMO
0	- Conexión nueva	0
	- Conexión antigua • 1ª lectura después del cambio del medidor	0
Diferente de 0	- Conexión nueva	Consumo igual a la lectura
	- Conexión antigua • 1ª lectura después de la colocación del medidor, anteriormente sin medidor • 1ª lectura después del cambio del medidor por falla • Lectura anterior < lectura actual • Lectura anterior > lectura actual • Lectura anterior > lectura actual y código de ocurrencia = 03	Proporcional  Proporcional Normal 0  Rotación

**Cuadro 8. Reglas básicas para medir el consumo**

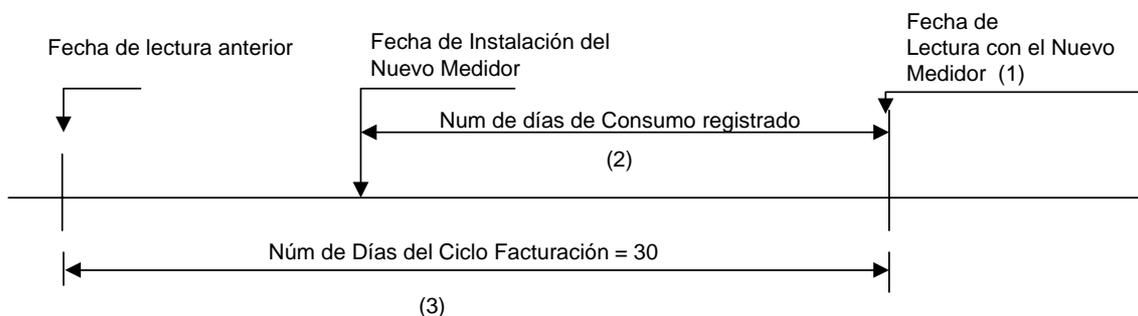
Para las conexiones que no poseen medidor instalado, el sistema de informática del área Comercial adoptará el Consumo Asignado” de la categoría u otra fórmula determinada por el prestador según su Reglamento de Servicios.

El cálculo del consumo se hace de varias formas, es decir:

*a) Consumo Normal*

$\text{Lectura Actual} - \text{Lectura anterior} = \text{Consumo}$
--

*b) Consumo Proporcional ante cambio de medidor*



$\frac{\text{Lectura con nuevo medidor (1)}}{\text{Num de días de Consumo registrado (2)}} \times \text{Num de Días del Ciclo Fact (3)} = \text{Consumo}$
---

*c) Cuando el Medidor dio un giro en la numeración*

$(9.999 - \text{Lectura anterior}) + \text{Lectura actual} = \text{Consumo}$

En donde 9.999 es el límite máximo de m<sup>3</sup> que el medidor es capaz de medir.

Como la medición de los grandes usuarios se refleja directamente en la facturación del Prestador, se debe acompañar sus consumos de una forma diferenciada y en períodos más cortos, de forma que se pueda acompañar no sólo el consumo, sino también el comportamiento del medidor. La medición de los grandes Usuarios se debe hacer el día determinado por el programa de medición de consumo y entre una medición y otra, se debe efectuar una medición de seguimiento cada diez días.

## **4. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDICIÓN**

### **4.1 Instalación de Medidores**

#### **Objetivo:**

Establecer un Programa de Instalación de Medidores atendiendo a las necesidades locales.

#### **Metas:**

1. Determinación de las necesidades de medición de la localidad
2. Adecuación de la capacidad del Taller para reparar medidores
3. Adquisición de medidores, repuestos, herramientas y equipos para las necesidades del Área de Micromedición
4. Preparación de Recursos Técnicos (Humanos y Materiales) suficientes y capacitados para instalar y mantener los medidores
5. Instalación de medidores

#### **Actividades y Tareas**

1. Determinación de las necesidades y grado de cobertura de la medición
  - a) Obtención de la cantidad de medidores instalados por marca y capacidad
  - b) Levantamiento del número de medidores dañados en la red (instalados) y en el taller
  - c) Obtención del número de medidores y repuestos en el taller y almacén, por marca y capacidad
  - d) Estados de consumos y determinación del grado de cobertura de medición
2. Adecuación del Taller de medidores
  - a) Evaluación del taller existente
  - b) Elaboración de Diseño para la adecuación del taller existente o construcción de un nuevo taller
  - c) Licitación para construcción de nuevo taller
3. Adquisición de Medidores y Accesorios para el Area de Micromedición
  - a) Selección, evaluación y dimensionamiento de nuevos medidores
  - b) Elaboración de especificaciones técnicas para adquisición de medidores, herramientas y repuestos
  - c) Licitación para adquisición de medidores y repuestos
4. Preparación de Recursos
  - a) Evaluar recursos humanos en cuanto a cantidad y calidad
  - b) Dimensionamiento del equipo necesario para las actividades de micromedición

- c) Capacitación y entrenamiento del equipo
5. Instalación de Medidores
- a) Definición de la forma más adecuada de instalación de medidores a partir de un estudio de Criterios de Instalación de Medidores.
  - b) Licitación para adquisición de accesorios y cajas de protección para instalación de medidores
  - c) Ejecución de la instalación de medidores

## **4.2 Medición de Consumos**

### **Objetivo:**

Establecer un sistema de lectura y revisión previa, que proporcione información confiable sobre el valor registrado por el medidor.

### **Metas:**

1. Análisis y reformulación del Subsistema de Medición de Consumo
2. Preparación de recursos
3. Implantación

### **Actividades y Tareas:**

1. Análisis del sistema actual y determinación de la medición.
  - a) Revisión de los procedimientos actuales.
  - b) Evaluación de los resultados (productividad, oportunidad, efectividad y eventos).
2. Ajuste, aprobación y adecuación de normas y procedimientos.
  - a) Determinar informaciones necesarias.
  - b) Elaboración de rutinas de lectura.
  - c) Elaboración de rutinas de revisión previa.
  - d) Aprobación de rutinas.
3. Preparación de recursos
  - a) Programa de lectura.
  - b) Rutinas y Mapas de lectura.
  - c) Destinación de recursos.
  - d) Entrenamiento.
  - e) Programación con recursos de informática.
4. Implantación
  - a) Implantación de normas y procedimientos.
  - b) Ejecución y control de programa de lecturas.
  - c) Evaluación de los resultados.

### **4.3 Mantenimiento de Medidores**

#### **Objetivo:**

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.

#### **Metas:**

1. Identificación de necesidades y recursos
2. Elaboración y ejecución de un Programa de Mantenimiento Correctivo de medidores
3. Elaboración de normas y rutinas de selección, compra e instalación de medidores
4. Determinación de la viabilidad técnico-económica del mantenimiento preventivo
5. Elaboración de un Programa de Mantenimiento preventivo de medidores
6. Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo

#### **Actividades y Tareas:**

1. Identificación de necesidades y recursos
  - a) Obtención de las informaciones básicas para el análisis de la situación
  - b) Revisión de procedimientos de coordinación y operación de la gestión de cambio
  - c) Determinación de medidores dañados
  - d) Determinación de recursos disponibles en la gestión de cambio
  - e) Establecimiento de metas en número de medidores a reparar
  - f) Dimensionamiento de recursos adicionales necesarios para el programa
  - g) Aprobación de Metas y Recursos
2. Elaboración y ejecución de un Programa de Mantenimiento correctivo
  - a) Elaboración de estadísticas e indicadores y preparación de tipos de Informes
  - b) Análisis del stock de medidores
  - c) Informaciones del catastro de Usuarios
  - d) Elaboración de normas
  - e) Elaboración de rutinas y procedimientos para el mantenimiento correctivo
  - f) Adecuación y preparación de recursos - talleres y otros
  - g) Programación de las actividades de mantenimiento correctivo
3. Elaboración de normas y rutinas de selección, compra e instalación de medidores
  - a) Implantación de normas, procedimientos y rutinas
  - b) Actualización del catastro de Usuarios
  - c) Implantación de las actividades de operación y mantenimiento correctivo
  - d) Evaluación de resultados
  - e) Elaboración e implantación de normas y rutinas de adquisición, selección e instalación de medidores

4. Determinación de la viabilidad técnico-económica del mantenimiento preventivo
  - a) Investigaciones especiales y pesquisas
  - b) Análisis de los datos estadísticos
  - c) Análisis de costo/beneficio
  
5. Elaboración de un Programa de Mantenimiento preventivo de medidores
  - a) Establecimiento de criterios para el mantenimiento
  - b) Cuantificación de los medidores por tipo, por período
  - c) Elaboración del programa de actividades
  - d) Determinación de recursos
  - e) Adecuación de recursos
  - f) Elaboración de rutinas y procedimientos de ejecución
  
6. Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo
  - a) Ejecución del mantenimiento preventivo de medidores pequeños
  - b) Ejecución del mantenimiento preventivo de medidores grandes

## 5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y FUNCIONAL

### 5.1 Departamento de Catastro y Medición

Dentro de la estructura organizacional de la Empresa, la medición de consumos debe operar en el área Comercial, y tiene como responsabilidad la determinación de los consumos en procura de una equitativa facturación.

Para este propósito la estructura organizacional debe generar dentro de su estructura compatibilidad con las funciones de medición dentro los diferentes niveles de la entidad.

Se presenta el modelo organizacional.

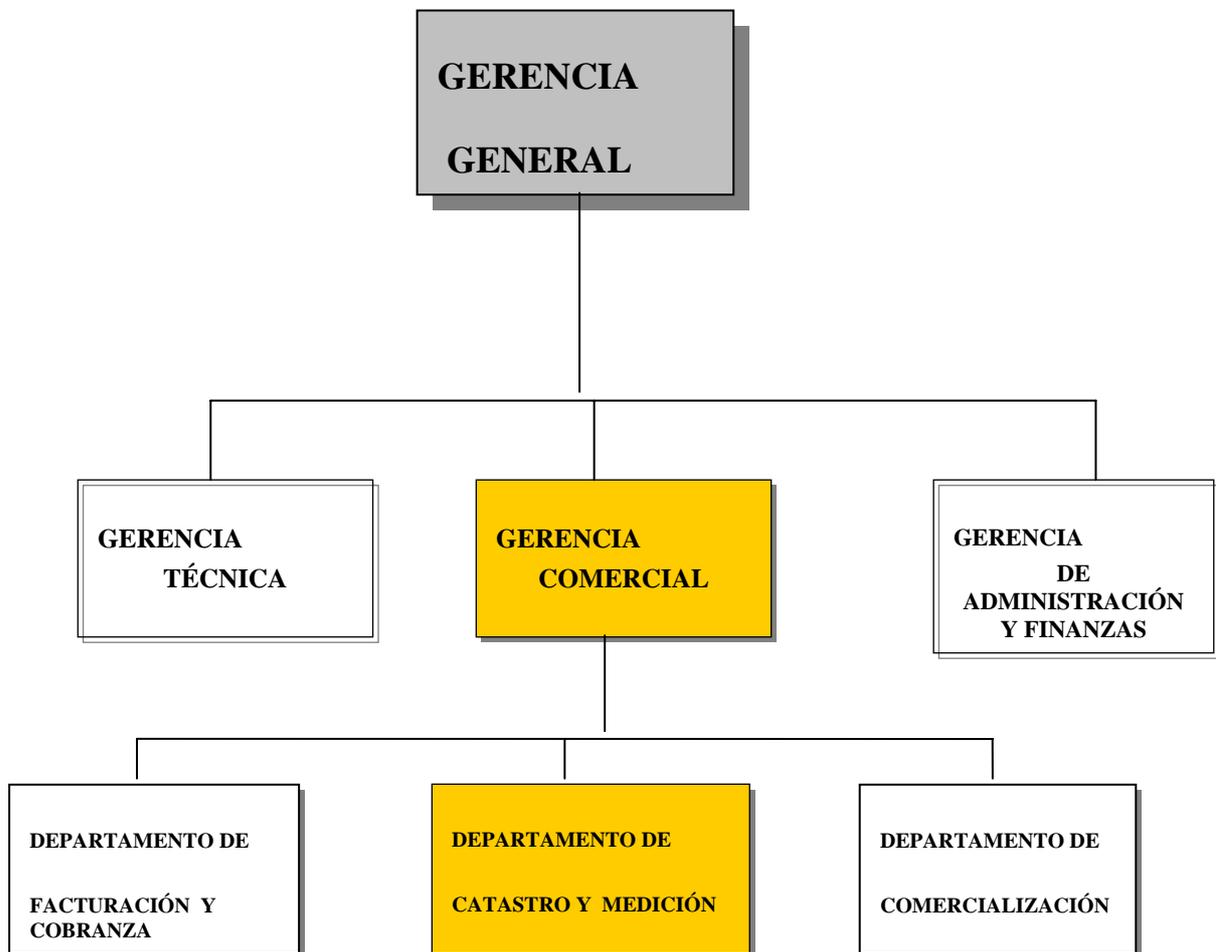


Figura 16. Estructura Organizacional del Prestador

#### 5.1.1 Función General

Organizar, coordinar y controlar el registro catastral de los Usuarios reales, factibles e identificar los Usuarios potenciales de todas las localidades con servicio a cargo de la empresa, así como efectuar una optima gestión de la medición del consumo.

### 5.1.2 Líneas de Interrelación

#### a. **Autoridad**

El Departamento de Catastro y Medición ejerce una relación de autoridad lineal respecto a sus órganos inmediatamente subordinados:

- Área de catastro de usuarios
- Área de conexiones y reconexiones,
- Área de micromedición.

#### b. **Responsabilidad**

Es responsable del desempeño de las funciones de las unidades a su cargo con el fin de cumplir las metas y objetivos establecidos, además cada jefe de área es responsable de las funciones a su cargo.

#### c. **Coordinación**

Mantiene una relación de carácter funcional con la Gerencia Comercial y todas las unidades subordinadas a su cargo, en los aspectos propios de su alcance funcional, proponiendo políticas normas y procedimientos, así como cautelando su cumplimiento.

## 5.2 **Área de Micromedición**

### 5.2.1 Funciones Específicas

- a) Efectuar la toma de lectura de acuerdo a las rutas establecidas en forma periódica.
- b) Informar oportunamente de las ocurrencias detectadas en el trabajo de campo, permitiendo el cruce de información.
- c) Efectuar la crítica a la medición
- d) Dar solución a todas las solicitudes de servicios recibidas de la Oficina de Atención al Usuario.
- e) Controlar la operatividad de los medidores solicitando su mantenimiento al área encargada del taller de medidores.
- f) Otras funciones que le asigne el jefe inmediato superior de su competencia.

### 5.2.2 Personal integrante

*Jefe del área de Micromedición, cuyas tareas son las siguientes:*

- Mantener intercambio de información con el área de Facturación y Cobranza, sobre la medición.
- Mantener datos estadísticos de las revisiones e inspecciones realizadas.
- Mantener intercambio de informaciones con el Area Técnica/Operacional, sobre la micromedición.
- Coordinar y programar la utilización y manejo de los medidores.
- Registrar los datos de los medidores proponiendo políticas y medidas para el mejor control de los volúmenes físicos facturados.
- Actualización de rutas (adecuación de rutas)
- Control de ocurrencias observadas por los lecturistas

- Planificar la instalación de medidores en localidades atendidas por el Prestador

*Supervisor*, cuyas tareas son las siguientes:

- Definir las rutas de lectura de medidores.
- Crear y mantener controles sobre la lectura de medidores.
- Analizar y dar solución a todas las solicitudes de revisión de consumo recibidas.

*Lectorista de medidores*, cuyas tareas son las siguientes:

- Ejecutar la lectura de medidores.
- Detección de ocurrencias definidas en el procedimiento.

*Analista*, cuyas tareas son las siguientes:

- Consistencia de consumo y revisión de consumo
- Ejecutar revisión de lecturas de consumos anormales (altos o bajos) de los medidores.
- Ejecutar revisión de consumos y confirmar la lectura de los medidores.
- Analizar y controlar las ocurrencias que surgen durante la lectura de los medidores.

### **5.3 Número de Personal**

El personal que puede ser asignado para labores de medición, en un Prestador de tamaño intermedio, es el siguiente:

- Jefe de Departamento de catastro y medición (1)
- Jefe de área de Medición (1)
- Supervisor de medición (1)
- Analista de medición (1 a 2)
- Repartidores/Lectoristas (3 a 4) \*

(\*) En empresas de tamaño intermedio, los lectorsistas de medidores son a la vez los repartidores de facturas, por lo que son personal compartido con el Departamento de Facturación y Cobranza.

Cabe destacar que el banco de medidores con el personal correspondiente (3 a 4 empleados) está propuesto, en el Manual de Organización y Funciones, para formar parte del Departamento de Mantenimiento, perteneciente a la Gerencia Operacional. Este Departamento cuenta con un Área de Mantenimiento Electromecánico y Medidores en el cual, se encuentra precisamente, el banco de medidores.

### **5.4 Interacción con otras áreas funcionales**

La medición tiene relación con otras áreas como: Facturación, Catastro, área técnica-operacional, y la Oficina de Atención a Usuarios, con la siguiente interrelación.

AREA	Funciones realizadas por dicha área respecto a la medición
FACTURACION	- Determina y registra los consumos

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectúa la cobranza por el suministro de los servicios.</li> <li>- Recibe datos del consumo facturado por categoría.</li> <li>- Estudia los histogramas de consumos para determinar grandes Usuarios y políticas tarifarias.</li> </ul>
CATASTRO		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lleva a cabo actualizaciones de las mediciones y promedios</li> <li>- Información sobre datos de las conexiones y medidores instalados y operativos</li> <li>- Ubicación de fugas en las conexiones, detección de daños, cambios y otras alteraciones del medidor.</li> <li>- Elabora información actualizada de ubicación de los medidores, con las rutas y sectores.</li> </ul>
ATENCIÓN USUARIO:	AL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro referente al comportamiento de la demanda</li> <li>- Información sobre la población atendida</li> <li>- Registro de anomalías para retroalimentación al área de medición.</li> </ul>
SISTEMA OPERACIONAL:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determina el volumen consumido y con ello compara con el volumen suministrado.</li> <li>- Conoce sobre la Calidad de agua a partir de reportes de incrustaciones u otros en los medidores.</li> <li>- Relación con los datos de macromedición y determinación de fugas</li> <li>- Mejor conocimiento de las pérdidas físicas (fugas)</li> <li>- Permite cuantificar las pérdidas para dimensionar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo</li> </ul>

**Cuadro 9. Funciones de otras áreas a partir del trabajo de medición**

## 6. PROCEDIMIENTOS

A continuación se describen los procedimientos requeridos para un sistema de medición, son fundamentos para la definición de responsabilidades y entendimiento de las tareas

Procedimientos	
6.1 Planeación para la Instalación de Medidores	CM 01
6.2 Planeación para el Mantenimiento de Medidores	CM 02
6.3 Medición y crítica del consumo por sistema convencional	CM 03
6.4 Medición del consumo por lectura electrónica	CM 04
6.5 Consistencia en la medición	CM 05
6.6. Determinación del consumo	CM 06
6.7. Análisis de consumos	CM 07
6.8. Revisión de consumos elevados	CM 08

Se presenta a continuación la relación de los procedimientos.

<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>			
	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
	XXXX-XXXXX-XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Planeación para la Instalación de medidores</b>			PÁGINA

## **6.1 Planeación para la Instalación de medidores**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos que serán utilizados para el planeamiento y control de instalación de medidores.

### **2. ALCANCE**

La instalación de medidores requiere contar con un plan que compatibilice la demanda o necesidades de micromedición con los recursos financieros y humanos disponibles llevar a cabo dicha instalación, del cual se definirá si se lleva a cabo la micromedición selectiva, la sectorizada o una combinación de ellas.

Requiere de información relativa con:

- Determinación de las necesidades de medición por localidad
- Información de la cantidad de medidores instalados por clase y capacidad
- Estado del taller de medidores o la necesidad de construir uno
- Recursos para adquisición de medidores: repuestos y equipos
- Recursos técnicos suficientes y capacitados para instalar y mantener los medidores

Por su parte, con dicha información se definen las siguientes actividades:

- Análisis de la situación actual y determinación del grado de medición
- Levantamiento del número de medidores malogrados instalados y en el taller
- Estudios de consumo y determinación del grado de cobertura de la medición
- Definición de instalación masiva, selectiva, sectorizada o una combinación de ellas (ver punto 3.2)

### **3. DEFINICIONES**

Clase de medidor: Los medidores son clasificados según la ISO - 4064 en medidores Clase A, B y C. Los medidores Clase C son más precisos que los de clase B, y éstos son más precisos y sensibles que los de la Clase A, si bien están en relación directa con el precio.

Tipo de medidor: Existen de dos tipos: los de velocidad y volumétricos. En los de velocidad el volumen se obtiene a través del uso de un procedimiento mecánico mediante el giro de un órgano móvil (turbina, hélice). Los más conocidos son los de chorro único, los de chorro múltiple y para grandes volúmenes, los Woltmann Horizontal o vertical. Por su parte, los micromedidores volumétricos utilizan un procedimiento mecánico directo con una parte móvil que adquiere un movimiento cíclico con el paso del agua.

### **4. RESPONSABILIDADES**

Las actividades y tareas descritas son ejecutadas por el área de medición que forma parte del Departamento de Catastro de Usuarios y Medición, dependiente de la Gerencia Comercial.

	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Planeación para el Mantenimiento de medidores</b>			PÁGINA	

## **6.2 Planeación para el mantenimiento de medidores**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento tiene el objetivo de determinar las actividades necesarias para la planeación y monitoreo en el Mantenimiento de Medidores.

### **2. ALCANCE**

La planeación del mantenimiento de medidores debe ser efectuado mediante dos programas: el de mantenimiento correctivo y el de mantenimiento preventivo. El primero es urgente y mandatorio, el segundo es deseable en función a los recursos disponibles y a estudios de definición óptima del nivel de ejecución.

#### **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades destinadas a conseguir que todos los medidores registren, puedan ser leídos oportunamente, no tengan fugas y no interfieran en el servicio al Usuario. El desarrollo de este tipo de mantenimiento se denomina correctivo porque se ejecuta a partir de la información del lectorista o del Usuario, sin una programación previa. La información necesaria para una adecuada planeación es la siguiente:

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

#### **Mantenimiento Preventivo**

El proceso de mantenimiento preventivo se debe iniciar al tomar conocimiento de la existencia de un medidor dañado y con esta información tomar la decisión del cambio del medidor. El mantenimiento preventivo consiste en el conjunto de actividades destinadas a conseguir que los medidores funcionen con la precisión adecuada. Estas actividades pueden ser programadas a partir de los datos del catastro comercial del Usuario. Con este mantenimiento se necesita un cuidado especial, ya que un medidor a lo largo de varios años, pierde gradualmente la precisión, de forma que el sistema computacional no detecte este hecho, y en consecuencia, el Prestador pierda significativos ingresos. 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 Usuarios

### **3. DEFINICIONES**

Capacidad del Medidor: Valor que identifica el medidor en función del caudal característico o de la capacidad nominal.

Clase de medidor: Los medidores son clasificados según la ISO - 4064 en medidores Clase A, B y C. Los medidores Clase C son más precisos que los de clase B, y éstos son más precisos y sensibles que los de la Clase A, si bien están en relación directa con el precio.

Tipo de medidor: Existen de dos tipos: los de velocidad y volumétricos. En los de velocidad el volumen se obtiene a través del uso de un procedimiento mecánico mediante el giro de un órgano móvil (turbina, hélice). Los más conocidos son los de chorro único, los de chorro múltiple y para grandes volúmenes, los Woltmann Horizontal o vertical. Por su parte, los micromedidores volumétricos utilizan un procedimiento mecánico directo con una parte móvil que adquiere un movimiento cíclico con el paso del agua.

#### **4. RESPONSABILIDADES**

Las actividades y tareas de planeación son realizadas por el área de medición que forma parte del Departamento de Catastro de Usuarios y Medición, dependiente de la Gerencia Comercial

Las actividades y tareas de mantenimiento y reparación de medidores, corresponde al área responsable del banco de medidores con el personal correspondiente (3 a 4 empleados), que forma parte del Departamento de Mantenimiento, perteneciente a la Gerencia Operacional. Este Departamento cuenta con un Área de Mantenimiento Electromecánico y Medidores en el cual, se encuentra precisamente, el banco de medidores.

	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Medición y crítica del Consumo por sistema convencional</b>			PÁGINA	

### **6.3 Medición y crítica del consumo por sistema convencional**

#### **1. OBJETIVO**

Estos procedimientos fueron establecidos para definir los elementos que serán utilizados para la tarea de medición y crítica del consumo por el sistema convencional.

#### **2. ALCANCE**

Cubre la definición de actividades y tareas para la lectura de los medidores, así como la crítica a la medición y la entrega de notificaciones a los usuarios con consumo elevado.

La secuencia de actividades es la siguiente:

- a) El equipo de Facturación emite el listado de medición y entrega los formularios de lecturas con la siguiente información:
  - Lecturista: Código que identifique al lectorista
  - Número de Lote: Código correspondiente a la inscripción del Usuario
  - Recorrido (ruta)
  - Nombre del Usuario y su dirección
  - Categoría de Usuario (doméstica, comercial,...)
  - N° del Medidor: Número del medidor, para facilitar la identificación de la conexión
  - Lectura actual: Espacio reservado para registrar la medición
  - Estado del medidor: Espacio reservado para registrar el estado del medidor, así como otra situación.
  - Hora.

La clasificación del listado de medición se hace por ruta de medición conforme al formulario típico para esta actividad que se encuentra a final del procedimiento.

- b) El equipo de medición separa los listados por ruta y prepara en forma aleatoria un lote de monitoreo que represente entre el 4%-5% de cada ruta de medición.
- c) Distribuye las rutas a los lectoristas y el lote de monitoreo a los inspectores para la ejecución de la lectura. Se inicia el proceso la lectura obedeciendo las fechas previstas en el cronograma general de actividades del Sistema Comercial, conforme a los ciclos de lectura.
- d) Los lectoristas efectúan las mediciones conforme las instrucciones e informan la medición y el código de ocurrencia verificado con ocasión de la medición, de acuerdo al siguiente cuadro.

CODIGO	ESTADO DEL MEDIDOR	MEDICION	
		SI	NO
00	MEDICION NORMAL	x	
01	MEDICION INICIAL	x	
02	MEDIDOR AVERIADO		x
03	MEDIDOR CAMBIADO	x	
04	MEDIDOR DESAPARECIDO		x
05	SIN MEDIDOR (RETIRADO)		x
06	MEDIDOR INVERTIDO		x
07	MEDIDOR OPACO	x	x
08	SUPERFICIE RAYADA	x	x
09	PROTECCION DURA/BLOQUEADA		x
10	SIN HABITANTE	x	x
11	MEDIDOR INACCESIBLE		x
12	VIDRIO QUEBRADO	x	x
13	MEDIDOR ENTERRADO		x
14	MEDIDOR CON IMPEDIMENTO TEMPORAL		x
15	NUMERO DEL MEDIDOR DIFERENTE	x	
16	DIRECCION ALTERADA	x	x
17	NUMERO NO UBICADO		x
18	CALLE NO UBICADA		x
19	FUGA EN LA INSTALACION DEL MEDIDOR	x	
20	NO CORRESPONDE LA CLASE	x	
21	NO CORRESPONDE EL N° DE VIVIENDAS	x	
22			x
23	ACCESO NO PERMITIDO		x

- e) Los inspectores, el mismo día de la ejecución de la medición, efectúan la lectura de los medidores de los inmuebles según el listado de monitoreo, informando la lectura y el código del estado del medidor, utilizando el mismo cuadro.
- f) El equipo de medición efectúa la comparación de los servicios ejecutados haciendo un análisis comparativo entre la lectura efectuada y el lote de fiscalización, anotando las inconsistencias.
- g) Selecciona los códigos de medición 10, 17, 18 y los distribuye entre los lecturistas para que éstos vuelvan al campo para intentar nuevamente de efectuar una lectura.
- h) El jefe el área de medición recibe del equipo de facturación que procesó las lecturas, el listado denominado "crítica de la facturación y medición " para revisión previa, indicando a los lecturistas las revisiones de lecturas que deben ser confirmadas.
- i) El responsable del área de medición distribuye el listado "crítica de facturación y medición" para que los inspectores efectúen la confirmación de la lectura en campo. Esta crítica se efectúa según políticas establecidas por el Prestador, en varios casos comprobados, el prestador ha establecido un porcentaje de +-30%
- j) En caso de que se verifique la existencia de un consumo elevado por medio de la crítica a la facturación y medición y que los inspectores hayan verificado en campo dicho registro de consumo elevado, el inspector debe entregar al usuario el formulario de "Aviso de Consumo Elevado", después de llenar el código del inmueble, la fecha, dirección y firma en el comprobante. Posteriormente, debe solicitar del Usuario la firma del comprobante de y la fecha.

### **3. DEFINICIONES**

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Crítica de la Facturación y Medición: Análisis y consistencia de las lecturas de medidores que están fuera del promedio normal por exceso, sea por un bajo consumo o por defecto del medidor, que genera un Consumo muy Superior o Inferior al promedio normal, que en general se establece entre +- 30%.

Ruta: Itinerario para los servicios de lectura de medidores y entrega de recibos.

### **4. RESPONSABILIDADES**

Cada lectrista es responsable de la adecuada lectura de los medidores.

Los inspectores tiene por objeto el monitoreo de las lecturas efectuadas y en caso de comprobarse consumos elevados, notificar al Usuario con el aviso de consumo elevado.

### **5. FLUJOGRAMA**

Para la ejecución del procedimiento de medición convencional se presenta a continuación el flujo de la actividad.

### **6. FORMULARIOS**

Se adjuntan dos formularios:

- a) El formulario para el reporte de lecturas
- b) El formulario de notificación al usuario "Aviso de Consumo Elevado"

**REPORTE DE LECTURAS**

Nombre del lector:

Periodo:

Número de lote:

No	Recorrido	Cilente	Dirección	CAT	Medidor	Leitura actual	Estado del Medidor	HORA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

**LOGO DEL  
PRESTADOR**

**AVISO DE CONSUMO ELEVADO**

SEÑOR USUARIO:

CUMPLIENDO NORMAS Y REGLAMENTOS EN VIGENCIA, COMUNICAMOS A UD. REGISTRA UN CONSUMO ELEVADO RESPECTO A SU CONSUMO HISTÓRICO.

PARA EVITARLE MOLESTIAS E INCREMENTO EN SU FACTURA, LE RECOMENDAMOS REVISAR SUS INSTALACIONES INTERNAS CON UN FONTANERO CAPACITADO.

LE RECORDAMOS QUE EL MANTENIMIENTO DE SUS INSTALACIONES INTERNAS SON DE SU RESPONSABILIDAD. AYUDEMOS A CONSERVAR EL AGUA.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

POR EL PRESTADOR \_\_\_\_\_  
Inspector de Medición

**COMPROBANTE DE RECIBO DE AVISO DE CONSUMO ELEVADO N°**

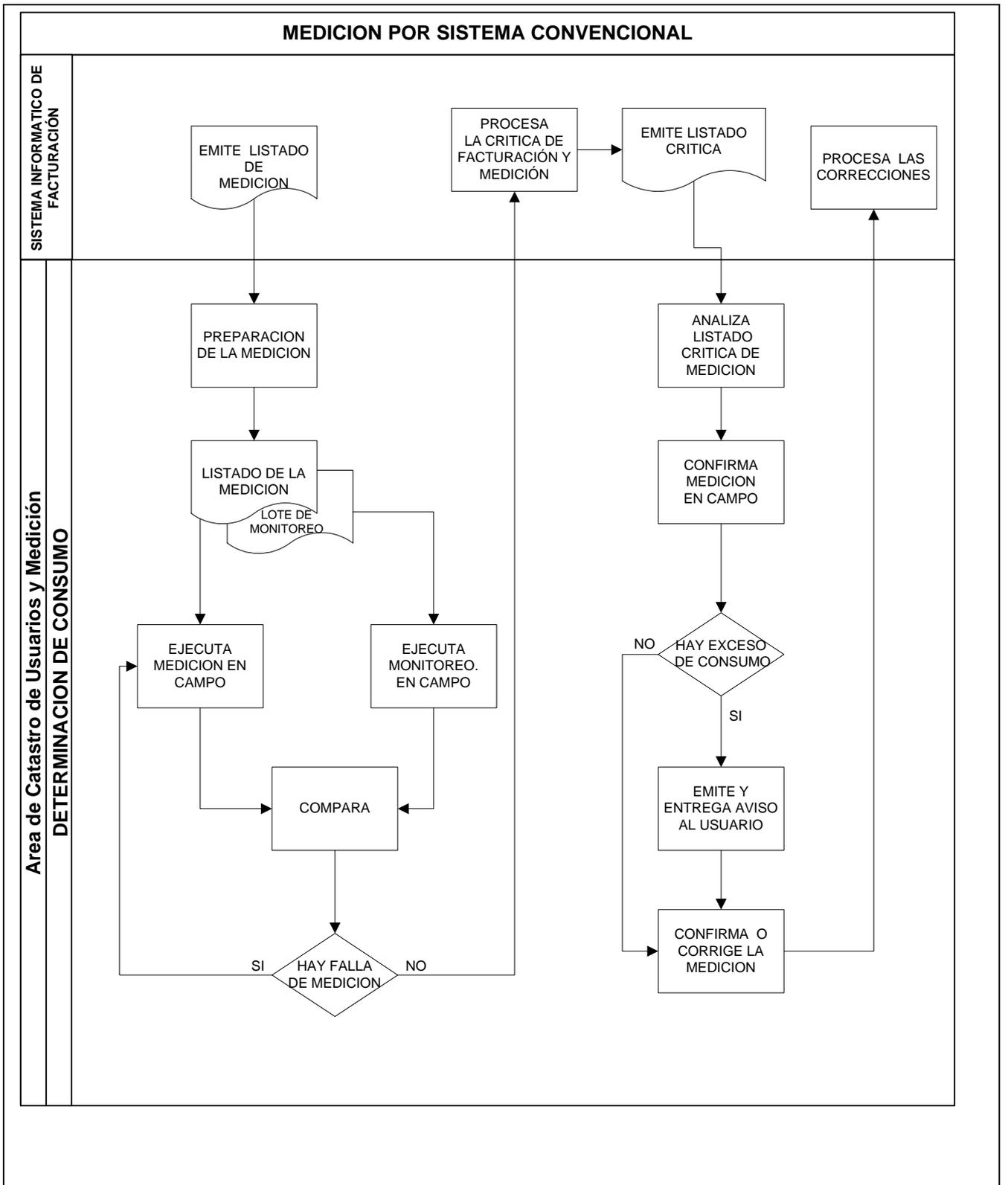
DECLARO HABER RECIBIDO, EN LA FECHA , EL AVISO DE CONSUMO ELEVADO DEL INMUEBLE SITUADO

EN LA \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ COMPLEMENTO

\_\_\_\_\_ CODIGO INMUEBLE \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
USUARIO



	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Medición y crítica del Consumo por lectura electrónica</b>			PÁGINA	

## **6.4 Medición del consumo por lectura electrónica**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos que serán utilizados para la ejecución de la tarea de medición de consumo mediante lectura electrónica.

### **2. ALCANCE**

Cubre la definición de actividades y tareas para la lectura de los medidores por medios electrónicos, así como la crítica a la medición y la entrega de notificaciones a los usuarios con consumo elevado.

La secuencia de actividades es la siguiente:

a) cada "Lector electrónico" debe cargarse con la tarea del día de acuerdo con el cronograma general de actividades del Sistema Comercial. En cada lector electrónico deberá ser cargada una ruta, con las siguientes informaciones:

- Número de la ruta
- Número del sector
- Fecha prevista para la ejecución de la lectura
- Código de Inscripción
- Código de Localización
- Dirección del inmueble
- Número oficial del inmueble
- Complemento
- Número del medidor
- Unidades de uso
- Consumo promedio del inmueble
- Última lectura válida

b) El equipo de medición distribuye los equipos a los lectorsistas entregando a cada uno un "lector electrónico" acompañado del mapa de la ruta.

c) Los lectorsistas efectuarán la lectura conforme a instrucciones y digitarán las siguientes informaciones:

- Código del lectorsista
- Fecha de la ejecución
- Lectura del medidor
- Código de ocurrencias

Los códigos de lectura que serán utilizados por los lectorsistas serán los establecidos en la tabla siguiente:

CODIGO	ESTADO DEL MEDIDOR	MEDICION	
		SI	NO
00	MEDICION NORMAL	X	
01	MEDICION INICIAL	X	
02	MEDIDOR AVERIADO		X
03	MEDIDOR CAMBIADO	X	
04	MEDIDOR DESAPARECIDO		X
05	SIN MEDIDOR (RETIRADO)		X
06	MEDIDOR INVERTIDO		X
07	MEDIDOR OPACO	X	X
08	SUPERFICIE RAYADA	X	X
09	PROTECCION DURA/BLOQUEADA		X
10	SIN HABITANTE	X	X
11	MEDIDOR INACCESIBLE		X
12	VIDRIO QUEBRADO	X	X
13	MEDIDOR ENTERRADO		X
14	MEDIDOR CON IMPEDIMENTO TEMPORAL		X
15	NUMERO DEL MEDIDOR DIFERENTE	X	
16	DIRECCION ALTERADA	X	X
17	NUMERO NO UBICADO		X
18	CALLE NO UBICADA		X
19	FUGA EN LA INSTALACION DEL MEDIDOR	X	
20	NO CORRESPONDE LA CLASE	X	
21	NO CORRESPONDE EL N° DE VIVIENDAS	X	
22			X
23	ACCESO NO PERMITIDO		X

d) Al final del día transferir, del microlector a la computadora, las siguientes informaciones:

- Código del lectorista
- Número de la ruta
- Número del sector
- Fecha de ejecución de la lectura
- Código de Inscripción
- Código de Localización

### 3. DEFINICIONES

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Crítica de la Facturación y Medición: Análisis y consistencia de las lecturas de medidores que están fuera del promedio normal por exceso, sea por un bajo consumo o por defecto del medidor, que genera un Consumo muy Superior o Inferior al promedio normal, que en general se establece entre +- 30%.

Ruta: Itinerario para los servicios de lectura de medidores y entrega de recibos.

#### 4. RESPONSABILIDADES

Cada lectrista es responsable de la adecuada lectura de los medidores. Los inspectores tiene por objeto el monitoreo de las lecturas efectuadas y en caso de comprobarse consumos elevados, notificar al Usuario con el aviso de consumo elevado.

Con la información anteriormente citada será emitido el listado de control de la actividad de medición y productividad de cada lectrista, para que el equipo de medición proceda al análisis y seguimiento.

#### 5. FLUJOGRAMA

Para la ejecución del procedimiento de medición de consumo de la forma informatizada se presenta a continuación el flujo de la actividad.

#### 6. FORMULARIO

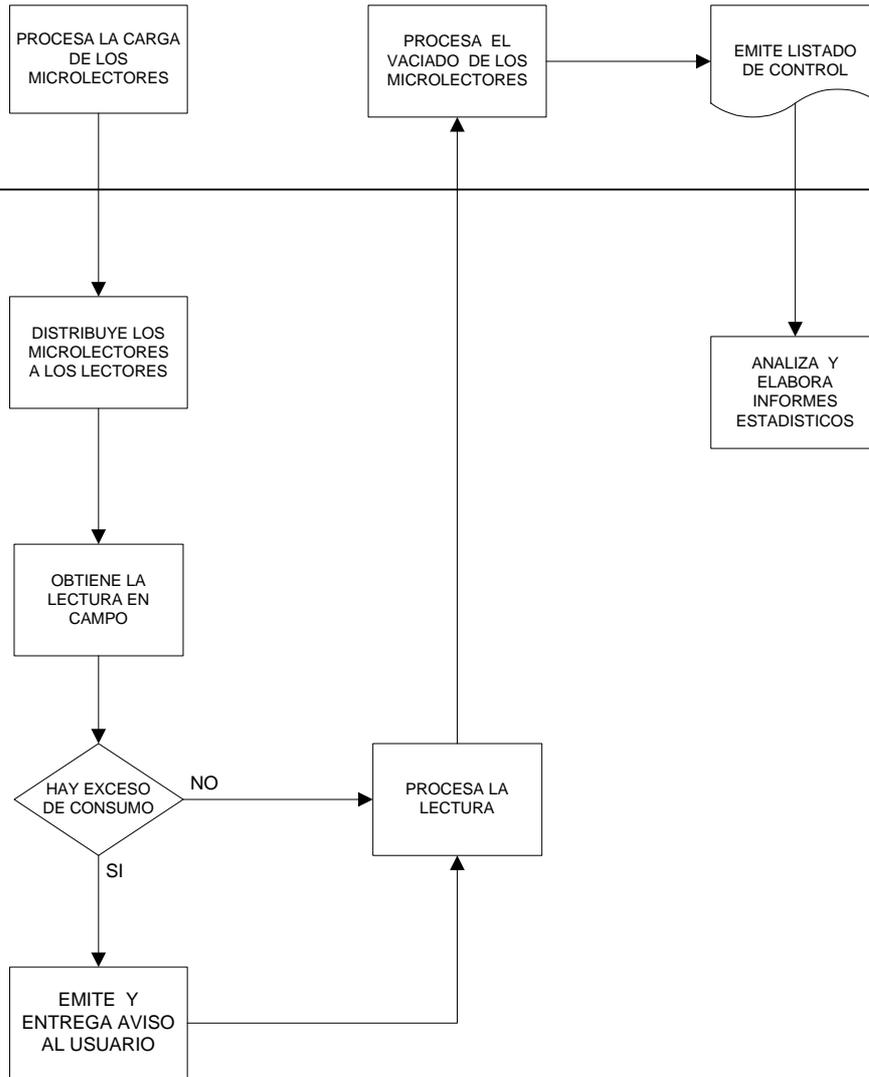
El formulario que será utilizado para esta actividad es el "AVISO DE CONSUMO ELEVADO"

LOGO DEL PRESTADOR	AVISO DE CONSUMO ELEVADO
<p>SEÑOR USUARIO:</p> <p>CUMPLIENDO NORMAS Y REGLAMENTOS EN VIGENCIA, COMUNICAMOS A UD. REGISTRA UN CONSUMO ELEVADO RESPECTO A SU CONSUMO HISTÓRICO.</p> <p>PARA EVITARLE MOLESTIAS E INCREMENTO EN SU FACTURA, LE RECOMENDAMOS REVISAR SUS INSTALACIONES INTERNAS CON UN FONTANERO CAPACITADO.</p> <p>LE RECORDAMOS QUE EL MANTENIMIENTO DE SUS INSTALACIONES INTERNAS SON DE SU RESPONSABILIDAD. AYUDEMOS A CONSERVAR EL AGUA.</p> <p>_____, ____ de _____ de _____</p> <p>POR EL PRESTADOR _____ Inspector de Medición</p>	
<p style="text-align: center;"><b>COMPROBANTE DE RECIBO DE AVISO DE CONSUMO ELEVADO      N°</b></p>	
<p>DECLARO HABER RECIBIDO, EN LA FECHA , EL AVISO DE CONSUMO ELEVADO DEL INMUEBLE SITUADO EN LA _____ N° _____ COMPLEMENTO _____ CODIGO INMUEBLE _____</p> <p>_____, ____ de _____ de _____</p> <p>_____ USUARIO</p>	

## MEDICION POR LECTURA ELECTRÓNICA

SISTEMA DE FACTURACIÓN  
DEL AREA COMERCIAL

DEPARTAMENTO DE CATASTRO DE USUARIOS Y MEDICIÓN  
DETERMINACION DE CONSUMOS



	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Consistencia en la medición</b>			PÁGINA	

## 6.5 Consistencia en la medición

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos necesarios que serán utilizados para la consistencia de la medición de consumo.

### 2. ALCANCE

Cubre la definición de actividades y tareas para evaluar la consistencia de la medición.

La secuencia de actividades es la siguiente:

a) El software instalado en los microlectores deberá evaluar la consistencia de la medición de los medidores conforme se determina a continuación:

Los equipos son programados para cubrir una ruta de lectura diariamente.

Estas rutas implican una secuencia y un orden de medición. Para dar inicio a las mediciones, el lectorista deberá digitar la fecha de la ejecución de la lectura y el código del lectorista, en seguida acudir a la primera conexión de la ruta para desarrollar su trabajo eficientemente. Solamente los códigos de lectoristas programados permitirán habilitar el acceso al programa.

Al digitar la lectura el "software" calculará el consumo del inmueble y efectuará la consistencia de la medición conforme a la regla a continuación:

CONSISTENCIA	OCURRENCIA
$C < 2 \text{ m}^3$	Consumo Bajo
$C < 0.5 \text{ M}$	Consumo Reducido
$L < LA$	Lectura Menor
$C > 2.M$	Exceso de Consumo
$C > 4.M$	Exceso Elevado de Consumo

En donde : C = Consumo  
M = Promedio (seis últimos consumos)  
L = Lectura Actual  
LA = Lectura Anterior

### 3. DEFINICIONES

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Crítica de la Facturación y Medición: Análisis y consistencia de las lecturas de medidores que están fuera del promedio normal por exceso, sea por un bajo consumo o por defecto del medidor, que genera un Consumo muy Superior o Inferior al promedio normal, que en general se establece entre +- 30%.

Ruta: Itinerario para los servicios de lectura de medidores y entrega de recibos.

#### **4. RESPONSABILIDADES**

En el caso de confirmarse la anormalidad, el equipo no aceptará la medición y solicitará al lectorista su confirmación. Sólo acepta la medición en la segunda digitación.

En el caso de lectura convencional, la regla para efectuar la consistencia es la misma presentada anteriormente, sin embargo, es ejecutada por la computadora, que indica a través de la misión del listado de crítica, las inconsistencias encontradas para el análisis del equipo de medición de consumo.

Cada lectorista es responsable de la adecuada lectura de los medidores.

Los inspectores tiene por objeto el monitoreo de las lecturas efectuadas y en caso de comprobarse consumos elevados, notificar al Usuario con el aviso de consumo elevado.

<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>			
	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
	XXXX-XXXXX-XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Determinación del Consumo</b>			PÁGINA

## 6.6 Determinación del consumo

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos que serán utilizados para la determinación del consumo para conexiones con medidor y sin medidor.

### 2. ALCANCE

Cubre la definición de actividades y tareas para la determinación del Consumo. La secuencia de actividades se divide para las conexiones con medidor y para las conexiones sin medidor.

#### Conexiones Con Medidor

La determinación del consumo es procesada por el software del microlector cuando la medición es informatizada y por el computador cuando la medición fuera convencional, obedeciendo la siguiente regla.

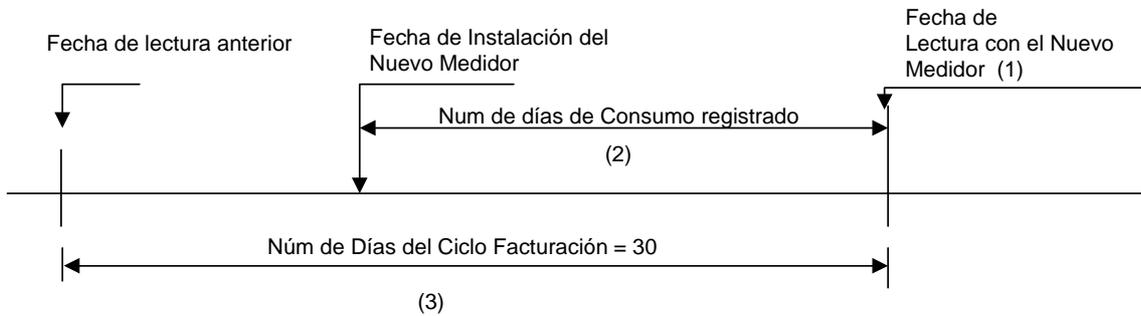
MEDICION	CONDICIONES	CONSUMO
0	- Conexión nueva	0
	- Conexión antigua • 1ª lectura después del cambio del medidor	0
Diferente de 0	- Conexión nueva	Consumo igual a la lectura
	- Conexión antigua • 1ª lectura después de la colocación del medidor, anteriormente sin medidor • 1ª lectura después del cambio del medidor por falla • Lectura anterior < lectura actual • Lectura anterior > lectura actual • Lectura anterior > lectura actual y código de ocurrencia = 03	Proporcional  Proporcional Normal 0  Rotación

El cálculo del consumo, sea en forma electrónica o en forma tradicional, se hace de varias formas, es decir:

#### 1) Consumo Normal

$$\text{Lectura Actual} - \text{Lectura anterior} = \text{Consumo}$$

## 2) Consumo Proporcional ante cambio de medidor



$\frac{\text{Lectura con nuevo medidor (1)}}{\text{Num de días de Consumo registrado (2)}} \times \text{Num de Días del Ciclo Fact (3)} = \text{Consumo}$
---

## 3) Cuando el Medidor dio un giro en la numeración

$$(9.999 - \text{Lectura anterior}) + \text{Lectura actual} = \text{Consumo}$$

En donde 9.999 es el límite máximo de  $\text{m}^3$  que el medidor es capaz de medir.

En la determinación del consumo, se deben seguir los siguientes criterios:

- Cuando hubiera error de lectura en los meses anteriores, cobrar el consumo igual a cero, cancelando la lectura anterior y recomponiendo el promedio utilizando la última lectura confiable y la lectura actual.
- Cuando la lectura actual esta errada sin que haya consistencia, esta situación sólo es detectada a través del reclamo después de la emisión de los recibos. Corregir la lectura actual y proceder conforme al ítem anterior.
- Cuando existiera imposibilidad de lectura se aplicará el consumo promedio o el básico, lo que fuera mayor.
- Cuando hubiera defecto en el medidor que imposibilite la lectura se determina el consumo promedio o el básico, lo que fuera mayor.

### Conexiones Sin Medidor

Para las conexiones que no poseen medidor instalado, el sistema de informática del área Comercial adoptará un Consumo Asignado de la categoría u otra fórmula determinada por el prestador según su Reglamento de Servicios.

## 3. DEFINICIONES

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Asignado: Volumen que resulta del Consumo Estimado, utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios sin Medición.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Crítica de la Facturación y Medición: Análisis y consistencia de las lecturas de medidores que están fuera del promedio normal por exceso, sea por un bajo consumo o por defecto del medidor, que genera un Consumo muy Superior o Inferior al promedio normal, que en general se establece entre +- 30%.

Cupo Básico: Volumen utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios.

Ruta: Itinerario para los servicios de lectura de medidores y entrega de recibos.

#### **4. RESPONSABILIDADES**

Las actividades y tareas de planeación son realizadas por el área de medición que forma parte del Departamento de Catastro de Usuarios y Medición, dependiente de la Gerencia Comercial

	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Análisis del Consumo</b>			PÁGINA	

## **6.7 Análisis de consumos**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos que serán utilizados para efectuar el análisis de los consumos.

### **2. ALCANCE**

Cubre la definición de actividades y tareas para el análisis del Consumo. Para efectuar análisis de consumo en sus diferentes propósitos, es preciso contar básicamente con dos elementos principales que son: "Resúmenes de consumo por categoría de uso" e "histograma de consumo".

- a) Para cada categoría, se elaboran los histogramas de consumo empleando los intervalos de consumo y las conexiones con medición.
- b) Del histograma acumulado, se puede determinar, en cada categoría, el porcentaje de conexiones con consumo inferior al Cupo Básico, que indicará el grado de utilización de los medidores para medición de consumo de exceso.
- c) Cuando en el proceso de facturación se establece un Cupo Básico, en los histogramas también deberán ser preparados empleando las frecuencias de las viviendas.
- d) Mediante el establecimiento de tres o cuatro límites de consumo dentro del histograma, se comparan los consumos por conexión de los usuarios medidos con el consumo por conexión de los NO medidos, y se obtienen una diferencia de m<sup>3</sup>/conexión/mes por ruta de lectura.
- e) Con base en dichas diferencias se procede a establecer un programa de medición selectiva.
- f) Otra alternativa de utilización de los histogramas de consumo se realiza cuando se definen otros intervalos para el estudio de la eficiencia de la medición respecto al Cupo Básico para el análisis de facturación y tarifa. Para tal efecto, se puede definir un histograma con los criterios de l siguiente cuadro.

% DE USUARIOS CON CONSUMO INFERIOR A:	CATEGORIA			
	DOM	COM	IND.	PUB
% INFERIOR AL CUPO BÁSICO				
% INFERIOR A ..... m <sup>3</sup>				
% INFERIOR A ..... m <sup>3</sup>				
% INFERIOR A ..... m <sup>3</sup>				

### 3. DEFINICIONES

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Asignado: Volumen que resulta del Consumo Estimado, utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios sin Medición.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Cupo Básico: Volumen utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios.

### 4. RESPONSABILIDADES

Las actividades y tareas de planeación son realizadas por el área de medición que forma parte del Departamento de Catastro de Usuarios y Medición, dependiente de la Gerencia Comercial

	<b>FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS</b>	DOCUMENTO	VERSIÓN	VIGENCIA
		XXXX-XXXXX- XXX	0	
<b>PROCEDIMIENTO: Revisión de Consumos elevados</b>			PÁGINA	

## **6.8 Revisión de consumos elevados**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento fue establecido para definir los elementos que serán utilizados para la revisión de consumos elevados.

### **2. ALCANCE**

Cubre la definición de actividades y tareas para la revisión de consumos elevados. La solicitud de revisión de consumo es provocada por la existencia de un consumo elevado. La solicitud tiene origen a través de un reclamo del Usuario en la Oficina de Atención al Usuario o en otra área del Prestador y por lo tanto, este procedimiento es complementario al de Medición de consumos por el sistema convencional o por medios electrónicos.

La revisión del consumo es procesada a través de la verificación del histórico de consumo y a través de las mediciones anteriores, para verificar cual es el comportamiento anterior del consumo del inmueble. Dependiendo de la situación verificada en el archivo del Sistema Comercial, deberá ser hecha una inspección en el local para obtener la medición actual del medidor para complemento del análisis.

### **3. DEFINICIONES**

Consumo Medido: Diferencia entre dos lecturas del medidor.

Consumo Estimado: Volumen presumido de agua consumida, establecido en las Normas y Reglamento del Sistema Comercial de el Prestador para conexiones desprovistas de medidor.

Consumo Asignado: Volumen que resulta del Consumo Estimado, utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios sin Medición.

Consumo Promedio: Promedio aritmético de consumos medidos por período de facturación, para una conexión. Deberá ser obtenido, siempre que sea posible, con un mínimo de seis consumos medidos.

Cupo Básico: Volumen utilizado en la estructura tarifaria de varios Prestadores, mediante el cual se efectúa el cálculo de la factura y cobranza a los Usuarios.

Consumo elevado: Consumo superior al promedio histórico normal del Usuario, que para el Prestador se cataloga como tal en función a su política de medición (normalmente +

30%). Este consumo elevado puede ser reportado a partir de la inspección realizada o por reclamación del Usuario.

#### **4. RESPONSABILIDADES**

Las actividades y tareas de planeación son realizadas por el área de medición que forma parte del Departamento de Catastro de Usuarios y Medición, dependiente de la Gerencia Comercial

#### **5. FLUJOGRAMA**

Para ejecución del procedimiento de análisis de consumo se presenta a continuación el flujo de la actividad.

