

en cada prueba multiplicando esta diferencia por 100 y dividiéndola entre la cantidad registrada por el patrón, para sumar a continuación el error correspondiente al valor indicado en su curva o tabla de errores.

La expresión algebraica que nos indica el error real en la medida es la que a continuación se indica:

$$Em = \frac{(Q_m - Q_p)}{Q_p} \times 100 \text{ Ep}$$

Donde:

Q<sub>m</sub> Cantidad de agua registrada por el medidor, en litros.

Q<sub>p</sub> Cantidad de agua registrada por el patrón, en litros.

E<sub>p</sub> Error del patrón, en %.

E<sub>m</sub> Error del medidor, en %.

El error de indicación se indicará con el signo (-) cuando la lectura del medidor es menor que la registrada por el patrón y con el signo (+) cuando el valor indicado en el medidor sea mayor que el del patrón.

#### 3.4.2.1. Promedio de errores.

A continuación se calculará el promedio de errores de indicación obtenidos en las pruebas efectuadas para gastos hidráulicos, comprendidos dentro del 10 al 100 % de gasto nominal del aparato, del 1.4 al 10% y del 1.5%.

#### 3.4.2.2. Promedio real de errores.

Se divide entre 5 la suma algebraica de los 3 errores encontrados en las pruebas realizadas, multiplicando previamente por 3 el error correspondiente a las pruebas con gastos hidráulicos comprendidos entre 10 y 100 % nominal del medidor.

El valor que se obtenga de las operaciones anteriores, deberá satisfacer las tolerancias fijadas por esta Norma.

#### 3.4.2.3. Gráficas.

Con los errores de indicación, los datos de pérdida de presión y los gastos hidráulicos obtenidos en cada una de las pruebas. Se trazarán curvas correspondientes en ejes de coordenadas rectangulares en un solo diagrama considerando en el eje de las coordenadas, una escala para representar los errores de indicación en %, y otra para representar la pérdida de presión. En

columna de agua; la escala, común en el eje de las abscisas representará los gastos hidráulicos en litros por hora. (Ver gráfica).

#### 3.5. - Prueba de Resistencia.

En el banco de pruebas se someterá el medidor a variaciones rápidas de presión entre 1 y 3 Kg. por Cm. 2, produciéndose así de 5 a 6 golpes de ariete, para lo cual se utilizará una válvula de cierre rápido que se deberá encontrar después del mecanismo de conexión del banco de prueba sin que se produzcan desajustes en el aparato.

#### 3.6. - Prueba de Duración.

Una vez practicadas las pruebas anteriores se hará funcionar el medidor 200 horas continuas, con un gasto hidráulico equivalente al 50% de su gasto nominal, al objeto de determinar los errores que resultan por desgastes o desajustes de las piezas del mecanismo. A continuación se repetirán las pruebas de sensibilidad y de exactitud. Los resultados deberán estar dentro de los límites indicados en la Tabla V para medidores nuevos instalados.

## VI. - PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE AL INSTALAR MEDIDORES DOMICILIARIOS

- 1.- Deberá inspeccionarse visualmente el medidor así como el lugar en que se vaya instalar. Los tornillos deberán estar bien apretados. El vidrio en buen estado y el sello (márchamo) en su lugar e inviolado. El sitio de instalación deberá, hasta donde sea posible, reunir ciertas condiciones de seguridad para el aparato; bien sea que el medidor se instale intramuros, o dentro de caja metálica o de concreto, deberá evitarse la proximidad de obstáculos que dificultan la lectura; también deberá evitarse que el medidor quede cerca de alguna fuente calorífica que pueda afectar su funcionamiento o acortar su vida. Si el medidor queda en las proximidades de un calentador de agua, deberá instalarse una válvula "chek" entre el medidor y el calentador a fin de evitar que regresos de agua calentada dañen el aparato. Si el agua acarrea arena o partículas sólidas en cierta cantidad, deberá instalarse un cedozo adicional o una trampa a la entrada del medidor.
- 2.- Antes de instalar el medidor, deberá purgarse la tubería de entrada a fin de eliminar rebabas de las roscas que se hubieren hecho o repasado, así como piedras o cualquier otra materia extraña que pudiera disminuir la sección de paso del colador, o que si pasara a través del mismo fuera a dañar las partes internas del medidor.
- 3.- Todos los medidores llevan marcada claramente en su exterior una flecha que indica el sentido de circulación del agua, lo que permite ubicar convenientemente los orificios de entrada y de salida. Si el medidor se instala invertido, marcará negativamente.
- 4.- El medidor deberá estar bien nivelado, tanto en el sentido axial de la tubería, como en el transversal, a fin de tener un correcto funcionamiento y evitar desgastes prematuros.
- 5.- La carátula deberá quedar en la posición óptima para el lectorista. La mayoría de los medidores permite a la carátula giros de 90° para lograr el propósito mencionado.
- 6.- El medidor deberá ser intercalado en la tubería libremente, siendo las conexiones y sus empaques las encargadas del sellado; en esta forma el cuerpo del medidor trabaja ligeramente a la tensión. Debe evitarse que el cuerpo trabaje a la compresión.

Al hacer la conexión, no deberán emplearse pinturas ni compuestos acostumbrados por los plomeros cuando instalan tuberías, ya que no son necesarios debido a que las roscas de las conexiones son cónicas, además dichos elementos extraños contaminan el agua mientras se diluyen, pudiendo además dañar el medidor.

## VII. - LECTURA DEL REGISTRO DE UN MEDIDOR.

1. - Cuando el registro es "circular", o sea a base de manecillas

La cantidad que indica cada manecilla está grabada en el exterior de cada círculo en algunos tipos de carátula dicha cantidad se refiere a una revolución completa y en otros, como en el caso de la figura, a un décimo de revolución.

Cuando la manecilla de algún círculo está muy próxima a cualquier número, obsérvese la lectura del círculo de la denominación inmediata inferior y si ha rebasado el "0", querrá decir que la primera manecilla indica el número anterior.

Las manecillas que indican M3, van pintadas de negro y las manecillas que indican submúltiples de M3 van pintadas de rojo.

Para anotar la lectura, comience con el círculo de mayor denominación que indique más de 1, escriba el dígito a la derecha del anterior y así sucesivamente hasta llegar al círculo o círculos que expresen fracciones de M3 cuyas lecturas se desperdician anotándose como cero para simplificar los cálculos del importe del consumo.

Ejemplo: La lectura que indica la carátula de la figura es:

2,954.00 M3.

Algunos fabricantes proporcionan el registro circular con manecillas que alternadamente giran en direcciones opuestas, con lo cual se dificulta la lectura así como las explicaciones al usuario en caso de aclaraciones.

b). Cuando el registro es "directo", o sea a base de cifras

tantes.

Generalmente se tiene una manecilla grande que al dar una revolución completa por cada 100 litros, sube en una unidad al número que aparece en la ventanilla, de la extrema derecha y que indica décimos de M3. Los números que aparecen a la izquierda de la ventanilla anterior, darán la lectura directa de M3.

Los números que indican m3 están pintados en negro y los que indican submúltiples de m3, así como la manecilla que indica litros, van pintados de rojo.

La lectura se hace anotándose únicamente los m3 y despreciándose los litros.

Ejemplo: La lectura de la carátula indicaba en la figura es de:

395.00 M3

El registro directo tiene menos posibilidad de errores en su lectura que al circular y por esta razón está adquiriendo mayor preferencia.

## VIII. - TALLER DE MEDIDORES.

El control de los volúmenes servidos a una población no será efectivo, si a los medidores instalados en ella no se les mantiene en buen estado.

La existencia de un taller para reparación y verificación de medidores es indispensable en todo sistema con un número considerable de ellos en operación. Cuando el número de medidores instalados, no justifica la existencia del taller, este deberá ser instalado a nivel regional, para la atención de diversos sistemas cercanos a él.

El número de medidores instalados en los sistemas controlados por la Dirección General de Operación, se estima en 390,000. Actualmente se han improvisado estación de reparación en menos de 50 sistemas, la mayoría de ellos instalados en forma rudimentaria.

Con este grupo de estaciones, en que la mayoría requieren mejoramiento en su técnica de trabajo, se atiende, aún con deficiencias aproximadamente 200,000 aparatos, quedando en la actualidad 190,000 sin atención o bien, los organismos optan por enviarlos para su reparación a las Compañías fabricantes en la ciudad de México, con los consiguientes gastos y trastornos.

Para la correcta instalación de un taller de medidores es indispensable, en primer lugar, determinar la capacidad necesaria de servicio del mismo. Esta capacidad estará en función del número de medidores por atender, y de la frecuencia con que recibirán servicio.

Solamente la experiencia puede determinar el tiempo en que un medidor se mantendrá en servicio, sin ser sometido a reparación. Esa experiencia es estrictamente local puesto que depende de condiciones específicas del Sistema en el cual el medidor está instalado, tales como:

- a) La calidad del agua suministrada.
- b) Los caudales consumidos normales.
- c) El tipo de medidor utilizado.

En consecuencia es difícil predecir cuantos medidores diarios será necesario reparar y probar en cada Estación. Sin embargo puede considerarse que cada 2 años es probable que los medidores necesiten reparación y prueba, lo cual se indica al solo efecto de fijar un lapso aproximado, que será variable en cada sistema.

La vida útil de un medidor debería de ser igual a la menor de cada una de sus partes. Sin embargo debemos aceptar que la mala calidad del agua proporcionada, en la mayoría de los sistemas en la República, impide que así

sea, debiéndose dar servicio a los medidores de poblaciones con aguas muy incrustantes, en períodos no mayores de un año.

El proceso para la reparación de medidores es el siguiente:

Después de retirarlos de la instalación domiciliar se entregan al taller (lámina IX.1) en donde pasan al almacén de entrada, posteriormente se les clasifica para pasar al taller de reparación en el caso de ser necesario o a verificación cuando solamente se trata de ajustar su exactitud. Posteriormente pasan al taller de verificación, cuando se ha logrado la tolerancia exigida, pasan al almacén de salida de donde se enviarán nuevamente para su instalación.

Toda estación debe tener los dispositivos necesarios para la prueba de los medidores, así como las facilidades imprescindibles para reparación de los mismos.

Para la prueba de aparatos, es menester medir caudales de diversa magnitud y compararlos con los registrados por los medidores. El conjunto de la instalación para prueba, que comprende el caballete de sostenimiento de los medidores, las tuberías, válvulas y los dispositivos de medida en sí, en sucesivo lo llamaremos Banco de Prueba. (lámina IX.2).

Además de este banco, debe procurarse que haya las facilidades necesarias para desarme, limpieza y armado de los medidores. Los procesos de desarme y armado se realizan en los bancos de reparación. El equipo de la pieza incluye un sitio para lavar los medidores y un cepillo eléctrico de alambre de acero. Además debe contarse con estanterías para la recepción de medidores, gabinetes de registro, escritorios y banco móvil para traslado de los aparatos de un sitio a otro, en grupos.

La distribución de todos estos equipos puede ser la siguiente: (lámina IX.3).

Con esta distribución se logra que exista fluidez en el paso de los medidores de uno a otro sitio, hasta su salida del taller.

El banco de prueba puede ser de 2, 4, 6 u 8 medidores y deberá ser el adecuado para ensayar aparatos desde 1/2" hasta 1". Estos bancos son normalmente proporcionados por los fabricantes de medidores, y vienen dotados de válvulas de cierre rápido, así como las derivaciones necesarias: para mandar el agua a un tanque aforado, para la instalación de un rotámetro calibrado y para la instalación de manómetros a la entrada y salida del banco.

El taller contará con las instalaciones necesarias para proporcionar el agua suficiente: para las pruebas, para la limpieza de los medidores y para los servicios sanitarios de los empleados.

Antiguamente se usaban para la limpieza de medidores los llamados baños de ácidos. Actualmente no son recomendados por los fabricantes, por el desgaste excesivo que imponen a las diferentes piezas del medidor.

Los fabricantes de medidores proporcionan adiestramiento gratuito a los operadores de los talleres, por lo cual se considera que todos ellos deberán estar perfectamente entrenados para la reparación y verificación de medidores.

El proceso de la reparación de medidores puede resumirse de acuerdo lo indicado en la lámina IX.4.

a) El medidor llega del terreno con una tarjeta en la cual el que lo ha retirado anotó marca, número y tamaño (diámetro) del aparato; dirección y número de instalación, causa del retiro (reclamo, daño, revisión rutinaria). Se coloca en la estantería de medidores dañados.

b) El medidor pasa a la oficina, donde se constatan los datos de la tarjeta, se hacen las anotaciones correspondientes en la hoja de vida del medidor y se le abre una Hoja de Registro.

c) Se le somete a la prueba inicial en el banco correspondiente y los resultados se anotan en la Hoja de Registro.

d) Pasa el banco de desarmado, en el cual se le desmonta.

e) Se lleva al lavadero y se somete a la limpieza total y completa.

f) Una vez limpio, se lleva el medidor al banco de reparación, en el cual se revisan todas sus piezas, se cambian las dañadas y se vuelve a armar.

g) Regresa al banco de pruebas para las finales, si éstas no dan resultado satisfactorio, el aparato pasa al banco de ajuste para nueva reparación, y regresa nuevamente al de pruebas.

h) Cuando las pruebas indiquen que el medidor se halla listo para trabajar de nuevo, vuelve al banco de reparación para sellado y, si es el caso, pintura.

i) Finalmente se coloca en la estantería a medidores nuevos y reparados. El operario lleva entonces la Hoja de Registro a la oficina para las anotaciones en la Hoja de Vida del Medidor.

El taller de reparación puede funcionar con 3 personas para la reparación de 20 a 25 medidores diarios o sea de 500 a 600 medidores por mes, esta cantidad depende de las condiciones en que se encuentren estos medidores, se sugiere que este personal tenga las siguientes categorías: