



12/
2es.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN.**

**"CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES
(EMPRESAS E INSTITUCIONES)
LA CALIDAD Y EFICIENCIA DE LOS
METODOS DE MEDICION EN AGUA
POTABLE EN BLOQUE"**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

JOSE CUPERTINO BETANCOURT LINARES

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO.. DE MEXICO. 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

264506.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES

Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:
Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones).

La Calidad y Eficiencia de los Métodos de Medición en Agua Potable en Bloque.

que presenta el pasante: José Cupertino Betancourt Linares
con número de cuenta: 7706467 - 3 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 22 de Junio de 19 98.

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zanuncio</u>	
<u>II</u>	<u>Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez</u>	
<u>IV</u>	<u>Ing. Jorge de la Cruz Trejo</u>	

Dedicado a mis Padres : Concepción Betancourt Ramirez

Ma. Cleofas Linares Soto

Que con su esfuerzo y cariño supieron guiarme

A mis Hermanos: Por su amistad y apoyo
incondicional

A mi esposa: Angelica

Por Apoyarme, comprenderme y su cariño

A mis hijos : Rodrigo y Roberto

Por ser lo más valioso
que tengo

A mi compañero: Ing. Guillermo Acosta del Aguila
Por su valiosa cooperación

A mi escuela y maestros: Que me formaron como
profesionista y en
especial :

Al Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio:
Por sus enseñanzas

Al Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez:
Por su apreciable ayuda

Contenido

I.-	Introducción	1
II.-	Diferentes Métodos de Medición para agua potable en bloque....	4
II.1.-	Métodos de Aforo a Fuentes de Abastecimiento	
II.1.A.-	Método Volumen - Tiempo.....	6
II.1.B.-	Vertedor.....	7
II.1.C.-	Método de Sección y Velocidad.....	9
II.2.-	Métodos de Aforo en Líneas de Conducción	
II.2.A.-	Método del Orificio Calibrado.....	16
II.2.B.-	Método Moderno en la Medición de Conductos Cerrados (Aforo Pitométrico).....	20
II.3.-	Métodos con Medidores.....	27
II.3.1.-	Medidor de Gasto tipo Velocidad - Propela.....	27
II.3.1.A.-	Formas de instalación.....	29
II.3.1.B.-	Mantenimiento.....	31
II.3.1.C.-	Lectura : circular con agujas y directa digital.....	34
II.3.1.D.-	Cálculo de volúmenes de agua en bloque:directo(de- lectura)Indirectos(de gráficas,de aforos).....	36
II.3.2.-	Medidor de gasto tipo Presión Diferencial,sensor de múltiples entradas " Annubar ".....	41
II.3.2.A.-	Pasos a seguir para una instalación detallada.....	43
II.3.2.B.-	Selección y verificación del Sensor.....	49
III.-	Normas y Organismos que Certifican los Equipos que se uti- lizan en los Métodos de Medición.....	50
IV.-	Operación de los Equipos.....	54
V.-	Apéndice.....	73
VI.-	Conclusiones.....	75
VII.-	Bibliografía	76

INTRODUCCION

EL AGUA, ELEMENTO VITAL

El agua juega un papel fundamental en los procesos que tienen lugar en la tierra y por ello no es de extrañar que los griegos la consideraran uno de los cuatro elementos que formaban el universo junto al fuego, el aire y la tierra.

Es en el agua donde se originó la vida animal que puebla nuestro mundo y es gracias a ella que dicha vida se mantiene y se transforma.

No cabe duda que para nosotros es el componente más importante, tanto biológicamente como industrialmente.

En el presente los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México viven su más grande reto frente a la naturaleza para encontrar la forma de lograr que éste elemento no falte, ante el crecimiento de la población.

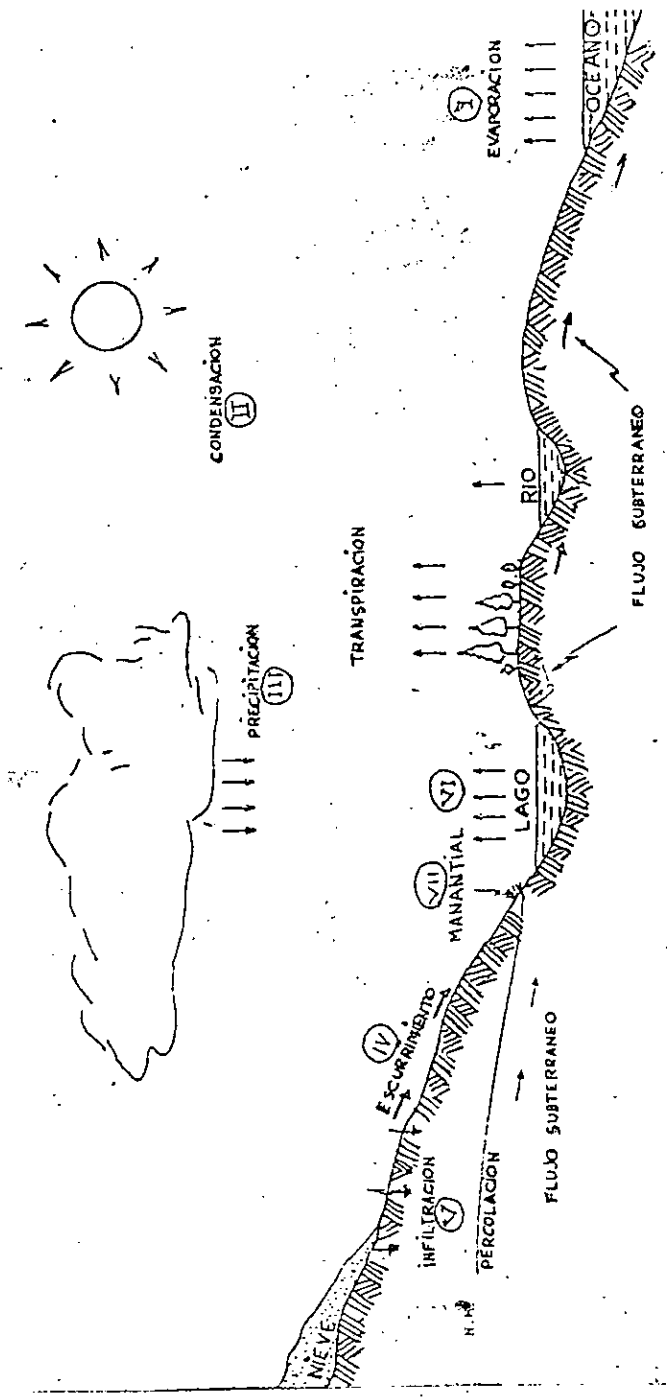
El agua es un recurso esencial para el crecimiento económico y social de la entidad, de su adecuada administración dependen las actividades estratégicas para su desarrollo.

El agua permite asegurar la alimentación y salud de la población; la producción agropecuaria; la generación de energía eléctrica y el desarrollo de la actividad industrial. En este sentido, el agua representa un recurso vital en el proceso de desarrollo sustentable, y su aprovechamiento integral y programado a largo plazo, es condición básica para el avance del país, por tal motivo el Ejecutivo Federal y Estatal considera fundamental protegerlo, conservarlo, mejorarlo y aprovecharlo racionalmente con el apoyo y la participación de todos los sectores de la sociedad.

El Gobierno de la República, por su parte, debe emprender y coordinar acciones para satisfacer las demandas del recurso y disminuir la sobre explotación de los acuíferos de los Valles de México y Lerma- Ixtlahuaca.

Para ello, ha sido necesario buscar y conducir el recurso de más allá de las fronteras del propio Valle, pues la solución al abastecimiento perforando pozos en los acuíferos locales, desde hace mucho tiempo dejó de serlo.

Así la historia de la Ciudad de México, ha sido la historia de la lucha por el agua y contra el agua. Hoy en día, la Comisión Nacional del Agua, a través de la Gerencia de Aguas del Valle de México (G.A.V.M.), realizó la mayor y más compleja obra de captación y potabilización: EL SISTEMA CUTZAMALA, cuya finalidad es introducir a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 19 m³ por segundo, y al Estado de México 7 m³ por segundo para beneficiar aproximadamente 8,000,000 de habitantes. Estos caudales habrán de ser distribuidos en relación a los incrementos poblacionales de la Zona Metropolitana y los Municipios conurbados del Estado de México.



EL CICLO HIDROLOGICO

II.-DIFERENTES MÉTODOS DE MEDICION PARA AGUA POTABLE EN BLOQUE

Para hablar de los diferentes Métodos de Aforo, hablare primero de la Hidrología ya que ésta ciencia estudia el ciclo del agua en la naturaleza, y su evolución en la superficie de la tierra y en el suelo, bajo sus tres estados físicos: gaseoso, líquido y sólido.

La hidrología necesita del auxilio de numerosas ciencias como la metereología, la climatología, la geología, la oceanografía, etc., y de otras ciencias mas generales como la agronomía, la hidráulica, la mecánica de suelos, la estadística matemática, etc.

En resumen, la hidrología es el estudio de la fase del ciclo del agua que comienza con la llegada del agua a la superficie de la tierra; origina por consiguiente: las precipitaciones, las aguas superficiales, la evapotranspiración, la infiltración y las aguas subterráneas.

La hidrología como rama de la geología, basa sus determinaciones en datos estadísticos, por lo que cuanto mayor es la información disponible, se obtendrá mayor precisión en los resultado. Conociendo que ésta ciencia está relacionada con fenómenos naturales, muchas veces complejos, es lógico que sus resultados sean considerados como probables ó posibles.

Aplicaciones de la Hidrología.

En la Ingeniería: En casi toda obra de ingeniería existe siempre un Problema hidrológico.

En los Abastecimientos: Es indispensable conocer el origen y la calidad del agua que se va a proporcionar a los usuarios. La fuente puede ser un río, manantial, pozo profundo, etc.

Es la hidrología quien resuelve mejor el problema basada siempre en los factores que integran el ciclo hidrológico.

En la Agricultura: Como en toda forma de vida orgánica, ésta no puede subsistir si no cuenta con la cantidad de agua adecuada.

En la Obras Hidroeléctricas: La cantidad de energía que pueda obtenerse está sujeta a los factores: volumen de agua y altura de la caída. La primera se puede conocer mediante el estudio hidrológico.

NOTA: Los diferentes métodos que se analizarán en fuentes de Abastecimiento son: Volúmen-Tiempo, Vertedor , Sección y Velocidad.

II. I. A.- Método Volúmen Tiempo:

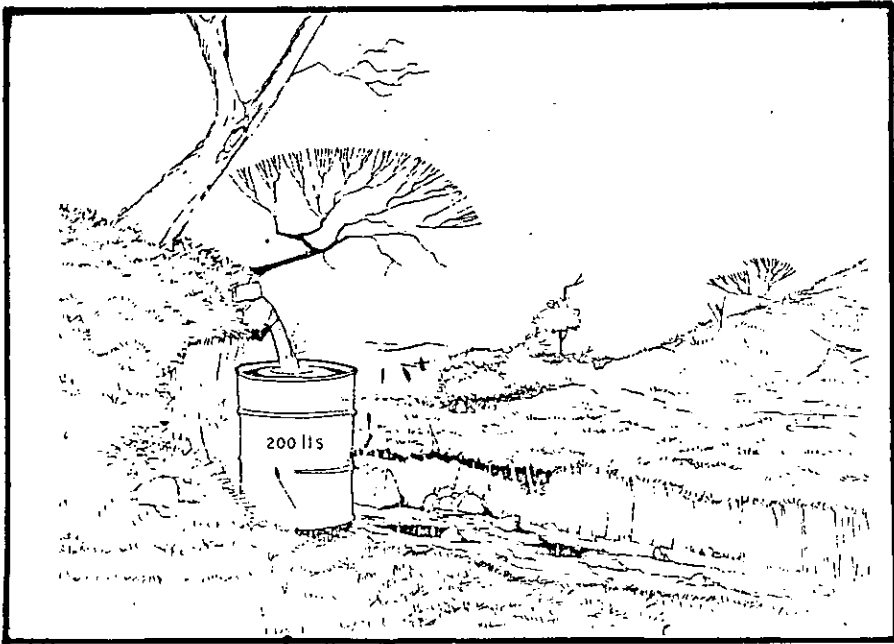
Consiste en hacer llegar la corriente a un receptáculo impermeable de capacidad suficiente, en el que pueda medirse fácilmente el volumen de agua reunido en un tiempo determinado.

El método más simple es:

1).-Recibir el agua en un recipiente de volúmen conocido(tambo, barril, bote alcoholero,etc.)

2).-Tomar el tiempo en segundos que tarda el recipiente en llenarse totalmente.

Cálculo : Si un tambo de 200 lts.,de capacidad se llena en 50 segundos,el gasto (Q) será = $200 \text{ lts}/50 \text{ seg.} = 4.0 \text{ lts/s}$

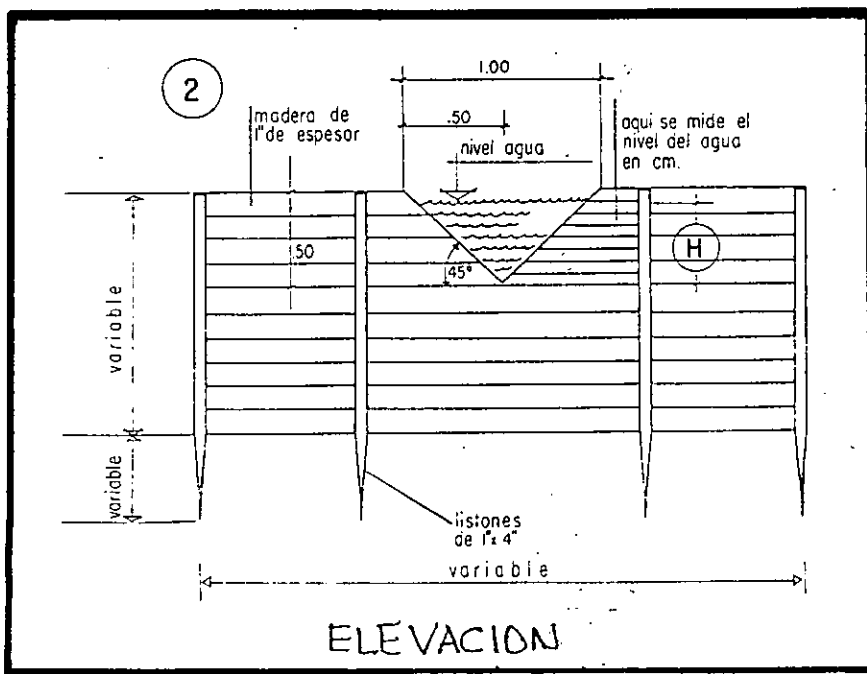


II. I. B. - Vertedor

Este método puede utilizarse en corrientes hasta de 3 m. de ancho. El vertedor se encaja perpendicular al sentido de la corriente la corriente formando una represa, obligando al agua a pasar a través del vertedor triangular. En uno de los lados del vertedor se marca una escala dividida en centímetros sobre la cual se lee la altura que alcanza el nivel del agua.

Para conocer el gasto que lleva la corriente: hágase la lectura en la escala y consulte la tabla que se muestra, ó bien utilícese la siguiente fórmula: $Q = 1.4 H^{5/2}$.

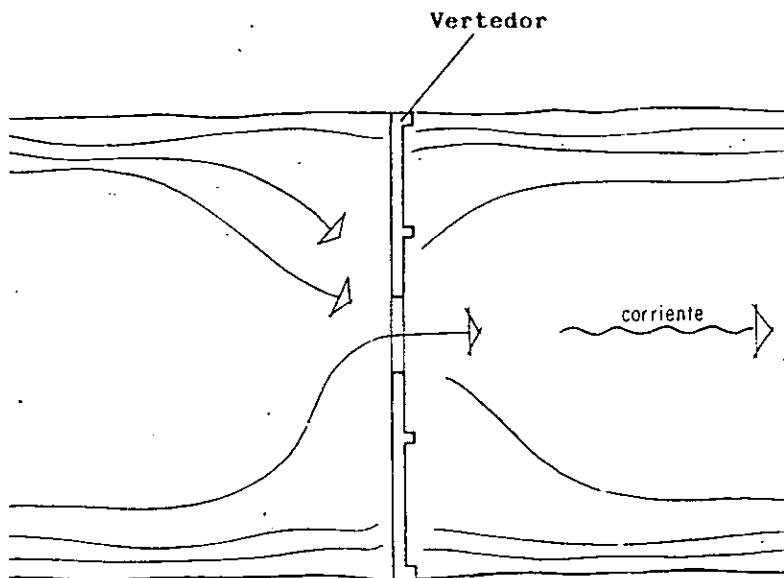
(Sin tomar en cuenta la velocidad de llegada). Para gastos mayores es recomendable el vertedor rectangular, debido a que el triangular es más sensible a cualquier cambio de la rugosidad de la placa, la que además de ser lisa se requiere mayor exactitud en la medición de la carga, en virtud de que el gasto varía con la potencia de $5/2 h$.



**TABLA DEL VERTEDOR PARA CALCULAR GASTOS POR MEDIO DE LA ALTURA
QUE MARCA EL VERTEDOR Y VISTA EN PLANTA DEL VERTEDOR**

TABLA DEL VERTEDOR

H	Q en M ³ /seg.	Q en lbs./seg.
4 cms.	0.0004	0.4
5 cms.	0.0008	0.8
6 cms.	0.0012	1.2
7 cms.	0.0018	1.8
8 cms.	0.0025	2.5
9 cms.	0.0033	3.3
10 cms.	0.0043	4.3
11 cms.	0.0056	5.6
12 cms.	0.0069	6.9
13 cms.	0.0085	8.5
14 cms.	0.0110	11.0
15 cms.	0.0120	12.0
16 cms.	0.0140	14.0
17 cms.	0.0160	16.0
18 cms.	0.0100	10.0
19 cms.	0.0210	21.0
20 cms.	0.0240	24.0
21 cms.	0.0270	27.0
22 cms.	0.0320	32.0
23 cms.	0.0340	34.0
24 cms.	0.0380	38.0
25 cms.	0.0420	42.0
26 cms.	0.0470	47.0
27 cms.	0.0520	52.0
28 cms.	0.0560	56.0
29 cms.	0.0640	64.0
30 cms.	0.0670	67.0
31 cms.	0.0730	73.0
32 cms.	0.0780	78.0
33 cms.	0.0830	83.0
34 cms.	0.0910	91.0
35 cms.	0.0980	98.0
36 cms.	0.1060	106.0
37 cms.	0.1130	113.0
38 cms.	0.1210	121.0
39 cms.	0.1280	128.0
40 cms.	0.1380	138.0
41 cms.	0.1460	146.0
42 cms.	0.1560	156.0
43 cms.	0.1620	162.0
44 cms.	0.1780	178.0
45 cms.	0.1840	184.0
46 cms.	0.1940	194.0
47 cms.	0.2060	206.0
48 cms.	0.2160	216.0
49 cms.	0.2280	228.0
50 cms.	0.2300	239.0



P L A N T A

II. I. C. - Métodos de Sección y Velocidad

Se determinan separadamente la sección y la velocidad; la sección por medio de sondeos y la velocidad por cualquiera de los métodos que a continuación se indican:

Flotadores:

Son cuerpos conducidos en suspensión por la corriente a una velocidad que resulta más o menos igual a la de aquella, según la clase de flotadores empleados, los cuales pueden ser superficiales o sumergibles. La observación se hace tomando el tiempo que emplean en recorrer un tramo de longitud conocida, su velocidad será el cociente de dividir dicha longitud entre el tiempo empleado en recorrerla.

Molinete:

Es un aparato formado por una hélice o una rueda de aspas o de copas, que accionadas por la corriente giran alrededor de un eje montado en un dispositivo de suspensión, transmitiendo su movimiento a un sistema registrador que permite conocer el número de vueltas que da la hélice en un tiempo determinado. En cada aparato, la relación entre el número de revoluciones en determinado tiempo y la velocidad de la corriente, se conoce por observaciones hechas en laboratorio. (ver tabla de velocidades en mts/seg. para molinetes).

Determinación de la Velocidad :

Sobre una de las orillas de la corriente se marcan a una distancia fija, dos puntos de referencia A y B. Se suelta un flotador (tapón de corcho, pelota de hule, taquete de madera, etc.), a la altura del punto A, aproximadamente en la mitad de la corriente y se toma el tiempo que tarda el flotador en llegar desde A hasta B.

EJEMPLO: Si la distancia entre A y B es de 10 mts., y el tiempo empleado por el flotador en recorrerla, fue de 20 segundos

Velocidad = distancia / tiempo: $V = 10 \text{ mts.} / 20 \text{ seg.} = 0.50 \text{ m. seg}$

Determinación del Area Transversal:

En corrientes regulares tanto en anchura como en profundidad se procede de la siguiente forma: Se escoge una sección (F-F), intermedia entre los puntos A y B midiéndose el ancho de la corriente en dicha sección.

Se efectúa un sondeo a lo largo de la sección (F-F), introduciéndose en diferentes puntos : varas, palos o escalas con divisiones métricas.

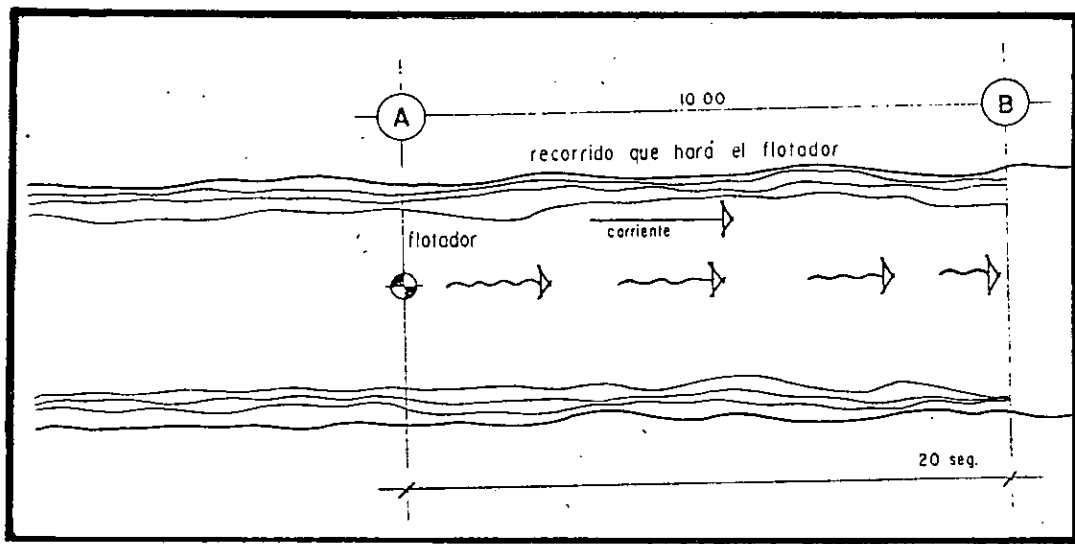
EJEMPLO: Supongamos que los datos son: Ancho de la corriente en F-F = 4.00, Profundidad media = $1.0\text{m} + 1.20\text{m} + 0.80\text{m} / 3$

El área transversal media será: $A_m = 4.00\text{m} \times 1.00\text{m} = 4.00 \text{ m}^2$ finalmente el gasto de la corriente será :

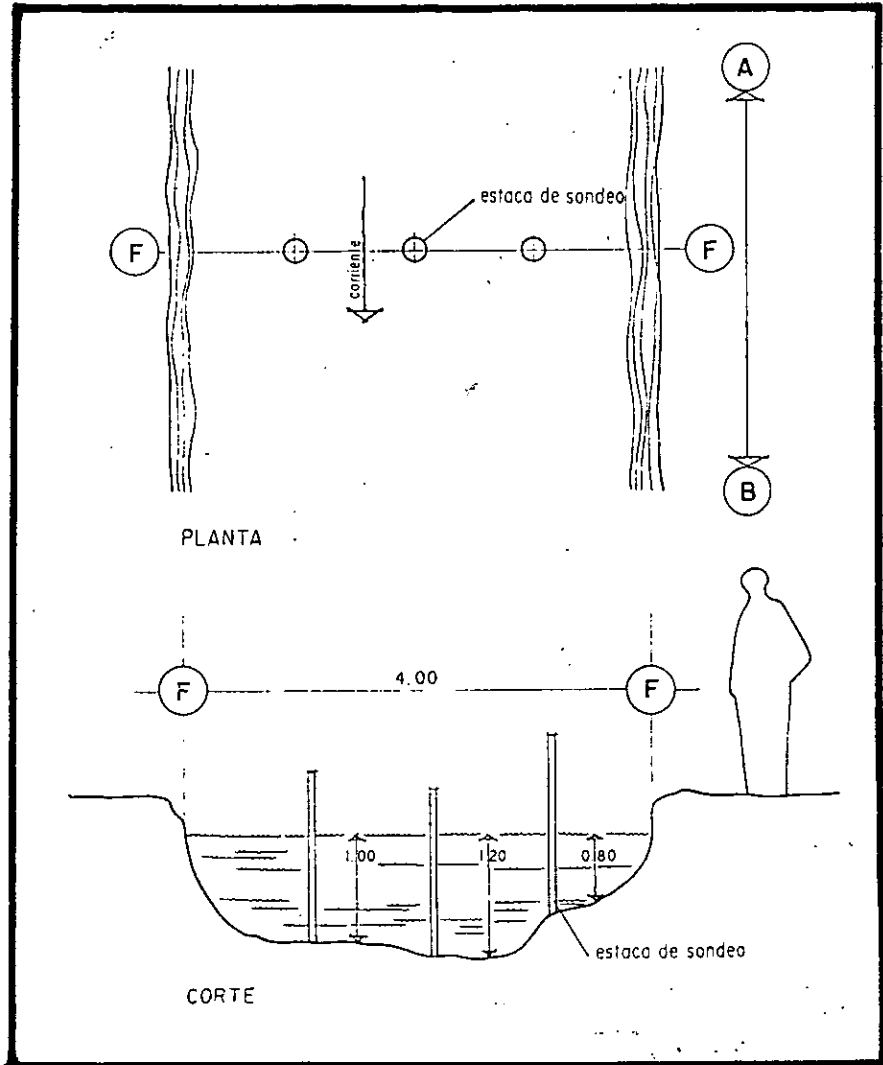
$$Q = A \times V ; Q = 4.00\text{m}^2 \times 0.50\text{m} / \text{seg} = 2 \text{ m}^3 / \text{seg} = 2000 \text{ lps.}$$

nota: En corrientes irregulares, el área transversal media empleada en el cálculo del gasto, se obtiene promediando las áreas transversales determinadas en las Secciones A-A y B-B.

DETERMINACION DE LA VELOCIDAD POR MEDIO DE UN FLOTADOR



DETERMINACION DEL AREA TRANSVERSAL POR MEDIO DE SONDEO CON UNA ESTACA



II.2.-METODOS DE AFORO EN LINEAS DE CONDUCCION

Principios básicos sobre Conducción de Líquidos en Tuberías.

Número de REYNOLDS.

Se aplica el término "tubo " a un conducto por el cual circula un líquido a presión. Generalmente se construye de sección circular por facilidad de construcción, resistencia estructural y es la que tiene el menor perímetro, y en consecuencia es menor la resistencia por fricción que presenta a la circulación de los líquidos.

El escurrimiento de líquidos en conductos a presión se presenta de dos formas, de acuerdo a estudios realizados por el inglés OSBORNE REYNOLDS y que las denomino: Movimiento Laminar y Movimiento Turbulento.

REYNOLDS encontro que esta caracterización depende del valor de la expresión siguiente, a la que denomino: NUMERO DE REYNOLDS:

$$NR = D \times V / P$$

Donde :

D = Diámetro Interior del tubo (m)

V = Velocidad Media en la Sección (m/seg.)

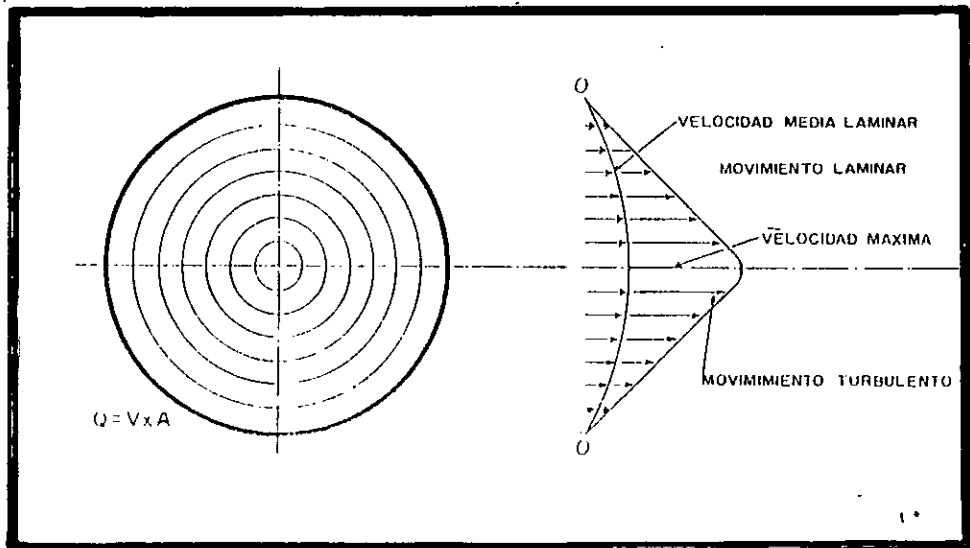
P = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

VELOCIDAD DEL FLUJO EN TUBERIAS

Para valores del número de REYNOLDS (NR) menores de 2100 se dice que el escurrimiento es con "Movimiento Laminar" y cuando NR es mayor de 3000 el escurrimiento es con "Movimiento Turbulento".

En el caso de tener un movimiento turbulento, las posiciones relativas de las partículas dentro del tubo, van cambiando, a pesar de que la velocidad en cada una de ellas es la misma.

En una corriente con régimen laminar, las velocidades de las partículas en una sección recta transversal no son las mismas, una variación es en forma de círculos concéntricos y según ordenadas de un paraboloides de revolución; siendo cero en las paredes y el máximo en el eje de la tubería y es del doble de la velocidad medio en la sección.



Por experimentos realizados se ha visto que la variación de la velocidad en la sección transversal de un conducto es proporcional al número de Reynolds y a la velocidad media en movimiento turbulento.

$$\frac{\text{Velocidad Media}}{\text{Velocidad Máxima}} = C$$

Valores de :

NR	C	REGIMEN
2000	0.55	Turbulento
3000	0.71	Turbulento
5000	0.76	Turbulento
10000	0.78	Turbulento
100000	0.81	Turbulento

Régimen Permanente --- donde el flujo conserva características constantes -- Velocidad, Area, Presión, entonces tenemos :

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_m$$

II.2.A.- Aforo con Orificio Calibrado

Este método es el que con más frecuencia se usa para medir el gasto en la descarga de bombas centrífuga o de turbina. Consiste en una placa circular de metal cuyo espesor es de $1/16''$ y con un orificio perfectamente circular, centrado y de menor diámetro que la tubería de descarga y con las aristas del orificio bien definidas y sin rebabas; esta placa se coloca en el extremo de la tubería y se sujeta por medio de un tapón capa al que se le ha hecho un orificio mayor. La tubería de descarga debe tener un tramo recto de por lo menos 1.85mts, entre la boca de descarga y cualquier conexión o válvula. A 0.61 mts., del extremo libre al que se le puso la placa circular se debe hacer una inserción a 90° y al nivel medio de la tubería para atornillar en ella un niple de $1/8''$ de diámetro. Este niple debe quedar a paño con la parte interior de la tubería y sin asperezas.

Al extremo exterior del niple, se acopla un tubo piezométrico el cual consiste, normalmente de un tubo de hule de 1.50 mts. de la longitud que lleva en su extremo libre un tramo de tubo de vidrio, midiendo con una cinta métrica la distancia entre el nivel del agua en el tubo de vidrio y el centro del tubo, para facilidad de operación se pone, en lugar del tubo de hule, uno de plástico transparente y se tenga sujeto a un pie derecho al que se le pega una cinta métrica. En esta forma se podrá estar observando continuamente el nivel del agua sin necesidad de estar subiendo o bajando el piezómetro.

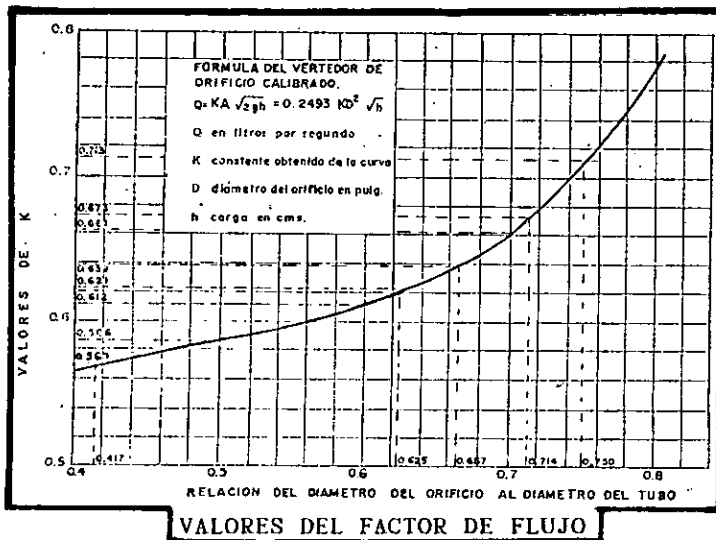
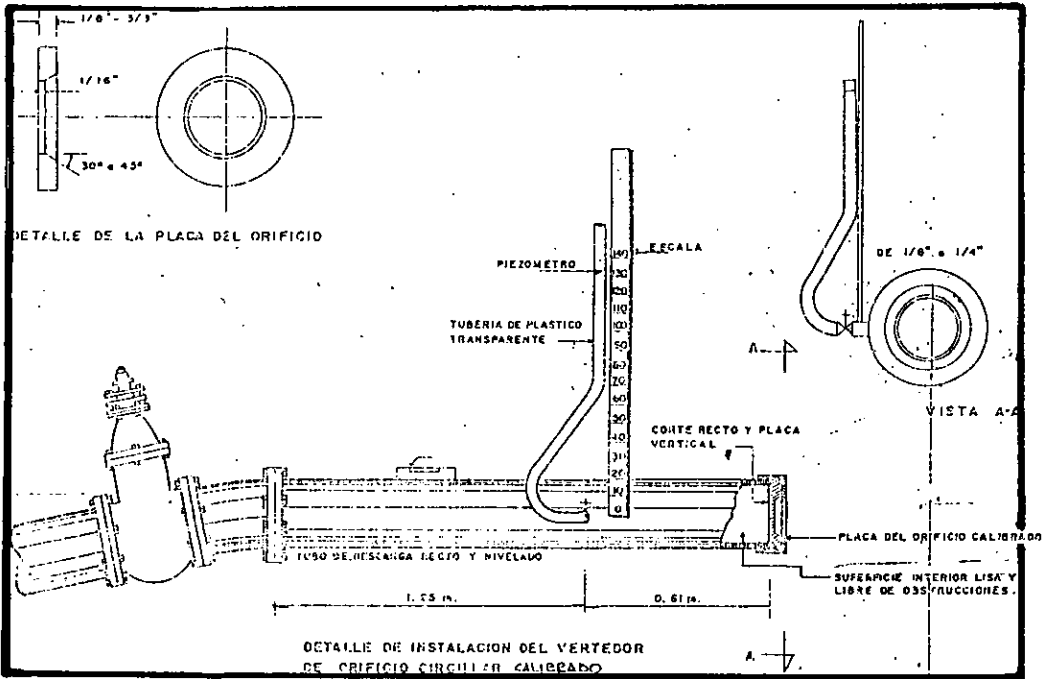
La tubería de descarga debe estar perfectamente horizontal para lo cual es conveniente usar un nivel de mano.

La carga de presión en el orificio es la distancia vertical entre el nivel del agua en el piezómetro y el centro de la inserción.

El extremo libre del piezómetro no debe tener ninguna obstrucción con el objeto de que el agua pueda salir libremente por él, eliminándose así cualquier obstrucción como: arena, burbujas de aire u otras materias extrañas (ver figura)

La frecuencia de las observaciones y la cantidad de datos por registrar, varía de acuerdo con la precisión deseada, en los resultados, el personal disponible y el pozo.

DETALLE DE LA INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION PARA REALIZAR UN AFORO CON DIAMETRO CALIBRADO



**TABULACION DE GASTO
AFORO CON ORIFICIO CALIBRADO**

$K = 0.612$

$C = 0.24.93 \times 0.612 \times 6^2 = 5.493$

TUBO DE 234 mm (10") ORIFICIO DE 152 mm. (6")

$Q = C \sqrt{H}$

H Cm.	Q Lps.	H Cm.	Q Lps.	H Cm.	Q Lps.	H Cm.	Q Lps.	H Cm.	Q Lps.
1	5.49	31	30.58	61	42.90	91	52.40	121	60.42
2	7.77	32	31.07	62	43.25	92	52.68	122	60.67
3	9.51	33	31.55	63	43.60	93	52.97	123	60.92
4	10.98	34	32.02	64	43.94	94	53.25	124	61.16
5	12.28	35	32.50	65	44.28	95	53.54	125	61.41
6	13.45	36	32.96	66	44.63	96	53.81	126	61.65
7	14.53	37	33.41	67	44.96	97	54.10	127	61.90
8	15.53	38	33.86	68	45.30	98	54.38	128	62.14
9	16.48	39	34.30	69	45.62	99	54.65	129	62.38
10	17.37	40	34.74	70	45.95	100	54.93	130	62.63
11	18.21	41	35.17	71	46.28	101	55.20	131	62.84
12	19.03	42	35.63	72	46.61	102	55.48	132	63.11
13	19.80	43	36.02	73	46.93	103	55.74	133	63.35
14	20.55	44	36.44	74	47.25	104	56.02	134	63.61
15	21.38	45	36.85	75	47.57	105	56.28	135	63.82
16	21.97	46	37.25	76	47.88	106	56.55	136	64.05
17	22.65	47	37.65	77	48.20	107	56.82	137	64.29
18	23.30	48	38.06	78	48.51	108	57.08	138	64.53
19	23.94	49	38.45	79	48.82	109	57.35	139	64.76
20	24.56	50	38.84	80	49.13	110	57.61	140	64.99
21	25.17	51	39.23	81	49.44	111	57.87	141	65.22
22	25.76	52	39.61	82	49.74	112	58.13	142	65.45
23	26.34	53	39.99	83	50.04	113	58.40	143	65.68
24	26.90	54	40.36	84	50.34	114	58.65	144	65.92
25	27.47	55	40.74	85	50.64	115	58.90	145	66.14
26	28.01	56	41.10	86	50.94	116	59.16	146	66.37
27	28.54	57	41.47	87	51.23	117	59.30	147	66.60
28	29.06	58	41.83	88	51.52	118	59.56	148	66.82
29	29.58	59	42.19	89	51.82	119	59.92	149	67.05
30	30.09	60	42.54	90	52.11	120	60.17	150	67.28

II.2.B.- Método Moderno en la Medición de Conductos Cerrados " Aforo Pitométrico" :

Este método es el más moderno para medir en conductos cerrados. Se obtiene el mayor porcentaje de exactitud, con respecto a la medición de los volúmenes que fluyen en los sistemas de tuberías a presión, tanto en las líneas de conducción como en las redes de distribución, de un sistema de agua potable usando para ello el tubo Pitot y un manómetro diferencial. Para realizar este tipo de aforo:

1).- Se tiene que colocar una válvula de inserción con rosca de 37 mm (1 1/2") de salida, 12 hilos por cada 25 mm (1") con 25 mm de diámetro libre. Con una máquina especial que por su diseño y operabilidad, nos ha dado mejores resultados, es la máquina "Mueller", pues lo hace sobre tuberías con presión es decir en condiciones normales de trabajo y además es muy versátil pues por medio de ella se logra la perforación del tubo, roscado del mismo y colocación de la válvula de inserción especial para tubo pitot, retiro de la misma y colocación de un tapón macho especial, lográndose efectuar el cambio del tapón macho por la válvula de inserción cuando se requiere.

2).- Se coloca en la válvula de inserción una varilla de calibración con la finalidad de calibrar el diámetro interno de la tubería, se abre la válvula, se gira la varilla 180°, deslizarla hasta el fondo, se aprieta el tornillo de seguridad de la varilla, después subiría hasta que el gancho pegue contra el tubo, se mide la distancia, más 25 mm de altura del gancho.

3).- Se coloca el Tubo Pitot, de tal manera que el orificio de impacto quede de acuerdo al sentido del flujo.

4).- Se le coloca al manómetro diferencial el líquido que puede ser: Tetracloruro de Carbono, Bromoformo o Mercurio con P.Específico de 1.60, 2.90, 13.58, según la velocidad central

5).- Se colocan las mangueras del manómetro diferencial

6).- Se desliza el tubo pitot al centro de la tubería y se procede a purgar el manómetro diferencial.

7).- Posteriormente se toma la lectura de la velocidad central y se desliza el tubo pitot tomando las lecturas de las velocidades a lo ancho de la tubería.

8).- Dichas lecturas se llevan a un formato donde se realizan los cálculos correspondientes y se grafican. (ver formato de cálculos)

9).- Se retira el manómetro diferencial y se toma la presión estática en Kg./cm² ó en lb/pul².

En la siguiente hoja se muestra un ejemplo de un Aforo realizado en un pozo municipal, perteneciente al Organismo Operador de Tultitlán y le distribuye agua potable en bloque a la población de Buena Vista en el municipio de Tultitlán, Estado de México.

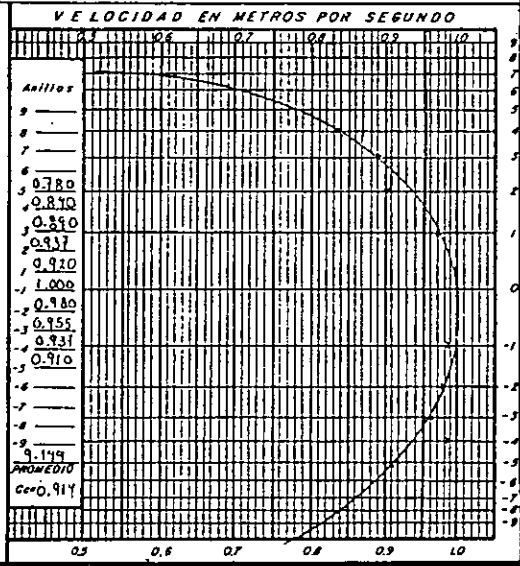
FORMATO DE LOS CALCULOS QUE SE REALIZAN EN EL METODO MODERNO DE MEDICION (AFORO PITOMETRICO):ASI COMO LAS FORMULAS UTILIZADAS

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

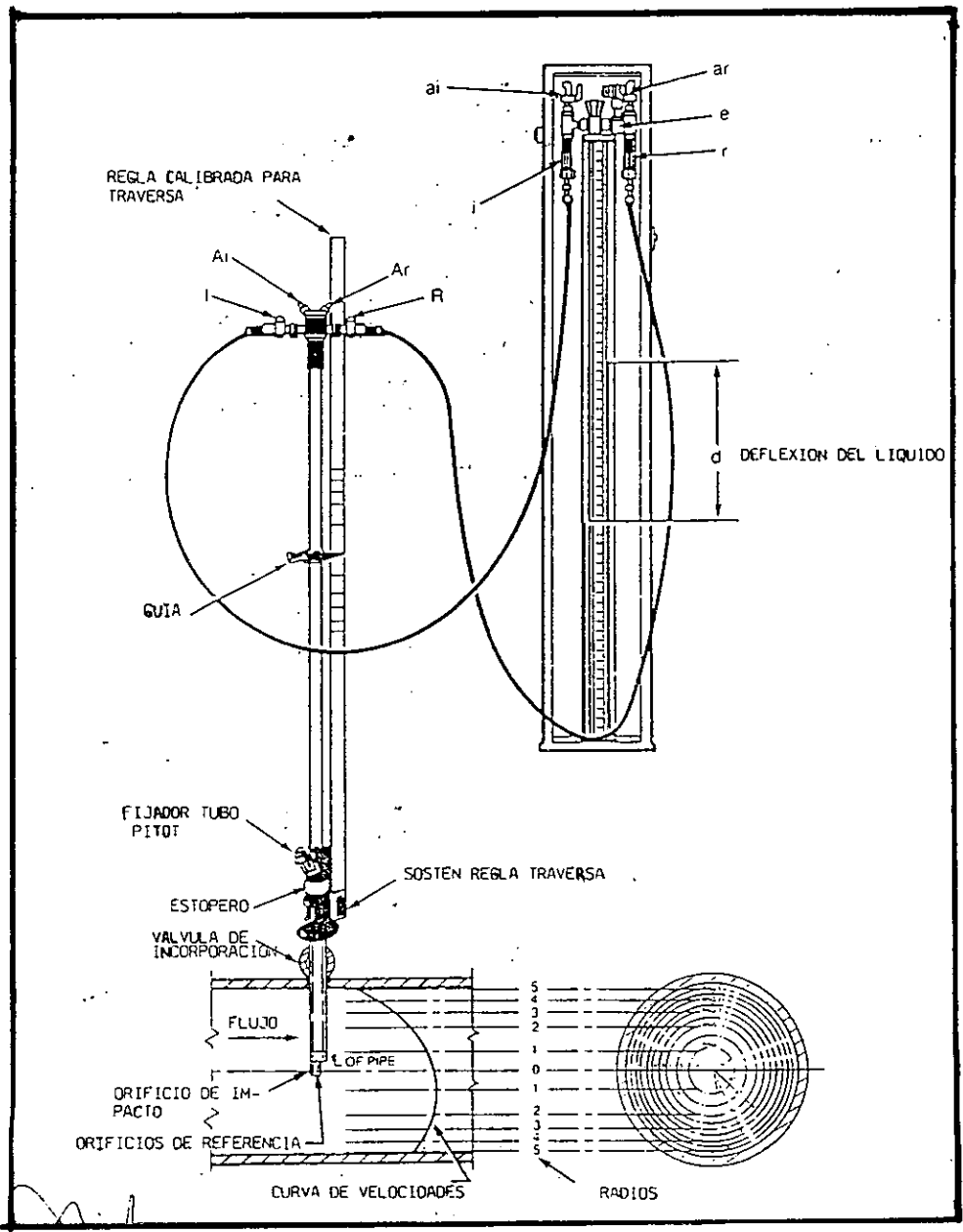
DIRECCION DE OPERACION
 GERENCIA DE CONTROL HIDRAULICO

GERENCIA: Pozo Municipal POZO N° <input type="checkbox"/> LOCALIZACION: Buena Vista MUNICIPIO: Tuxtla	DIAMETRO NOMINAL: 8" DIAMETRO CAL.: 8 1/8" AREA: 0.0337 m ² RE. LIQUIDO: S= 1.6	$V = 3.352 \sqrt{S - V_c}$ $V = K \sqrt{S}$ $C = V_m / V_c$ Cc =	FECHA: 05-12-95 HORA: 14:30 R.E. HORA: 14:30 M.D. OPERADOR: Ing. Attoyú
---	---	---	--

n	R	d	dc	Vm	Vc	VALORES DE Vc en m/s
5						
4						
3						
2						
1						
0						
-1						
-2						
-3						
-4						
-5						
-6						
-7						
-8						
-9						
SUMAS						
PROMED.						
MEDIDOR: LEC. INICIAL:		LEC. FINAL:				
TIEMPO:		GASTO DEL MEDIDOR:		L.P.S.		
OBSERVACIONES:						
sin medidor.						
Q = 41.95		L.P.S.		P = 7.000 KG/CM ²		



DETALLE DE LA INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION UTILIZADO EN LA
 REALIZACION DE UN AFORO PITOMETRICO
 (Conexión del Tubo Pitot y Manómetro diferencial)



Procedimiento y Desarrollo de los Cálculos del Aforo Pitométrico:

Después de haber obtenido los datos de, el diámetro calibrado y que líquido se utilizará (tetracloruro de carbono,benzeno,mercurio) o una combinación de ellos,más un colorante para el tetra y benzeno,con la finalidad de poder definir el cambio de altura de las deflexiones,que se nos presenten en el tubo "U",del manómetro se procede a:

a).-La colocación del tubo pitot,con el orificio de impacto de frente al flujo

b).-La colocación del manómetro diferencial,conectando las mangueras de hule a las válvulas del tubo pitot,tomando en cuenta que la manguera de impacto coincida con la de impacto del tubo pitot.

c).-Se debe desalojar el aire del tubo pitot y del tubo "U", abriendo primero la llave de paso de la manguera de impacto,teniendo abierto el by-pass y cerrada la llave de referencia,con ésto se logra desalojar el aire de la manguera de impacto,se hace el mismo procedimiento con la de referencia,una vez libre de aire en impacto y referencia del equipo (pitot y manómetro),se cierran las llaves de purga y el by-pass,quedando listo el maómetro diferencial.

d).-Se comienza a leer las deflexiones,primero la del punto central,que es la que nos indicará si el líquido es el correcto.

e).-Se continúa,tomando las deflexiones en el diámetro interno de la línea,pudiendo ser del centro hacia abajo,hacia arriba o bien del extremo inferior hacia el extremo superior pasando por el centro.

Al abarcar cada rango o división del tubo, se irán anotando en la hoja de registros.

Estos valores se indican con raya continua, quedando intercalados los valores de los anillos de área equivalente, paralelamente al eje horizontal con rayas punteadas, su valor y posición en el eje vertical. Se tendrá de forma algebraica bajo la fórmula :

$$R_n = R \sqrt{(2n - 1) / 2N}$$

donde : N = El número de anillos contados a partir del centro a los extremos

R_n = Radio medio del anillo.

R = Radio del tubo analizado .

En el sistema Cole la velocidad de cada punto es proporcional a la raíz cuadrada de su deflexión, de ahí que :

$$V = K \sqrt{d}$$

Para el valor de cada punto de las divisiones del diámetro nominal, se tendrán una serie de puntos de valor diferente para cada deflexión, los cuales uniéndose nos darán una curva, posteriormente suavisándola se obtendrán los valores correspondientes de los anillos, mediante el cruce de las líneas punteadas con el valor del rango de la deflexión.

Estos valores se pondrán cada uno en su correspondiente casilla al anillo equivalente, los cuales son 5, a partir del centro, por tanto se obtendrán 10 valores.

El sistema Cole considera la igualdad anterior para cada punto, sumando cada uno se tendrá:

$$V = K \sqrt{d}$$

Si N es el número de anillos, la velocidad media será:

$$V_m = K \sqrt{d / N}$$

Por otra parte, si el tubo pitot se coloca en el centro se obtendrá la velocidad central la cual es equivalente a:

$$V_c = K \sqrt{dc}$$

Y la relación entre la velocidad media y la velocidad central, nos dará el coeficiente de la estación o factor de tubo:

$$V_m / V_c = F.T. = \sqrt{d} / N / \sqrt{dc}$$

El valor de F.T., es el segundo coeficiente que afecta al cálculo del gasto, dependiendo del líquido indicador que se use se dan a continuación las ecuaciones que se ocupan para el cálculo del F.T.

$$V = C \sqrt{(s - 1) d} \quad \text{donde:}$$

C = constante del tubo pitot según su diseño para uno tipo plano vale 0.795

g = aceleración de la gravedad en m/seg.2

s = gravedad o peso específico del líquido indicador

d = deflexión en mm.

La ecuación anterior nos puede quedar :

$$V = C \sqrt{(s - 1) d} \sqrt{d}$$

Si $C \sqrt{s - 1} \sqrt{2g} = K$ por tanto :

$$V = k \sqrt{d} \quad \text{ecuación general}$$

Gravedad o Peso Específicos :

Tetra cloruro de carbono	= 1.60
Benzeno	= 2.90
Mercurio	= 13.58

II.3.-METODO CON MEDIDORES :

En la medición del flujo en los conductos que trabajan a presión mediante un sistema de tuberías, se emplean los medidores, sin lugar a dudas es el método más importante sin menospreciar los anteriores, que utilizan las diferentes dependencias involucradas con el agua (CNA, DGCOH, CEAS, ETC.), para llevar un control permanente de los volúmenes que son suministrados a los Ayuntamientos y Organismos Operadores, para fines de facturación, instrumentos de medición de tipo Velocidad -Propela, tipo Presión Diferencial, etc.

II.3.1.- Medidor de Gasto Tipo Velocidad-Propela

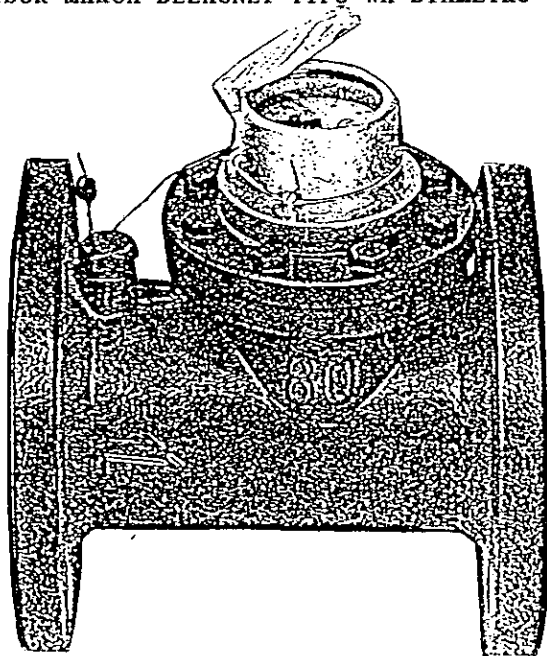
Son aquellos que registran el consumo deduciéndolo de la velocidad, que adquiere el agua en el interior del medidor; al impulsar una turbina o propela que puede ser accionada por un chorro múltiple, que se logra por medio de toberas de entrada y salida en la cámara o bien por un chorro único.

El desplazamiento de la turbina se traduce en movimiento del registro, siendo éste de esfera húmeda o bien de esfera seca, según esté trabajando fuera o dentro del agua, a través de un engrane intermedio que actúa como reductor.

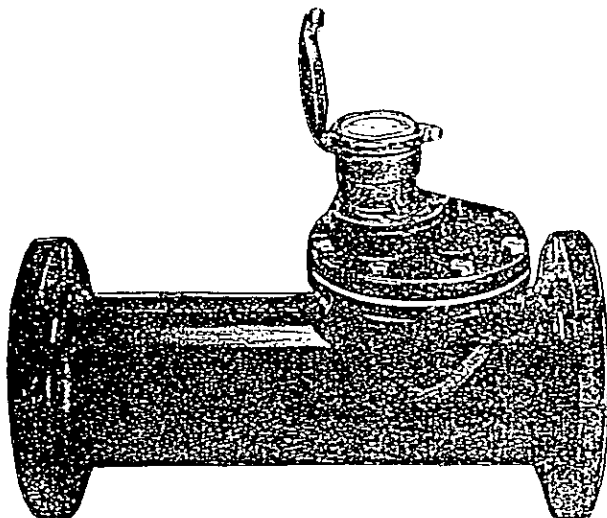
Los medidores de velocidad pueden ser de transmisión mecánica y de transmisión magnética, ya sea que el movimiento se realice por medios mecánico o por medios de imanes permanentes. El registro puede ser de lectura directa y de registro circular.

MEDIDORES DE GASTO TIPO VELOCIDAD PROPELA

MEDIDOR MARCA DELAUNET TIPO WH DIAMETRO 2" -6"



MEDIDOR MARCA AZTECA BADGER DIAMETROS 2"-14"



II.3.I.A.-Formas de Instalación.

Para la instalación de los medidores tipo velocidad-propela, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1).- Seleccionar el medidor adecuado. Es muy frecuente realizar esto, de acuerdo con el diámetro de la tubería en que se va a instalar, este procedimiento es sólo admisible, cuando no se dispone de ningún otro dato y solamente a título provisional, hasta tener más elementos de juicio como son:

a).- Material de la tubería

b).- Presión estática del agua en el punto de la instalación

c).- Gasto máximo, medio y mínimo en lts/seg.

d).- Consumo mensual en m³

e).- Clase de agua (dura, blanda, etc.).

2).- El medidor deberá ser instalado, de tal manera que el sentido del paso del agua coincida con la indicación del sentido de la flecha, que aparece en el cuerpo del aparato.

3).- El medidor deberá ser instalado con el eje de la turbina en posición vertical, para garantizar un largo período de vida útil, ya que los desgastes, en esas condiciones son mínimos.

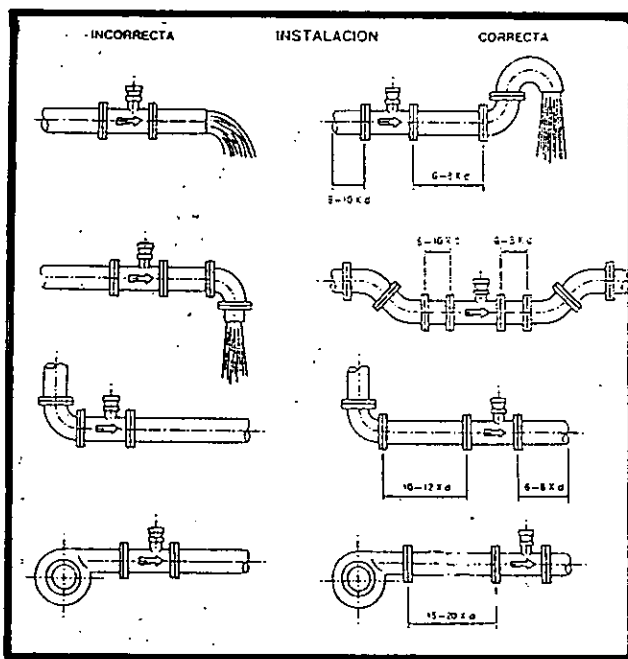
4).- Debe procurarse que el medidor esté siempre situado en una zona baja de la distribución, con objeto de que permanezca siempre lleno de agua; de esta forma se evita la formación de bolsas de aire.

5).- Los espacios libres que queden alrededor del medidor una vez instalado, deben ser suficientes como para permitir el manejo cómodo, de las habituales herramientas de desmontado y la lectura del totalizador del aparato

6).- No son necesarios aprietes excesivos sobre las tuercas de las conexiones, para lograr la estanqueidad en la instalación.

7).-En general, no son aconsejables las exageradas disminuciones bruscas del tamaño de la tubería en las proximidades del medidor, cambios de dirección e instalación de válvulas de seccionamiento y equipos de bombeo que pueden ocasionar flujo turbulento y por lo tanto, mediciones erróneas.

En el dibujo se muestra la representación gráfica, que señala las formas de instalación de un medidor.



II.3.1.B.-Mantenimiento:

En los medidores tipo Velocidad-Propela se deben de tomar en cuenta dos aspectos: el Preventivo y el Correctivo.

1).- Mantenimiento Preventivo: Como su nombre lo indica, se debe llevar a cabo periódicamente, de acuerdo con la experiencia, desarmando el medidor para su limpieza e inspección de las partes más sujetas a desgaste; no siempre hay que desarmar el medidor en su totalidad, basta tener acceso visual a las partes críticas, para concluir si necesitan ser cambiadas. Además se debe observar el grado de azolve y corrosión que se presenta en las partes o grupos de partes que trabajan sumergidas en agua, para establecer el tiempo que estuvo el medidor bajo condiciones severas de funcionamiento sin necesidad de una revisión.

Si el medidor sólo necesita limpieza, se deberá hacer con el mayor cuidado, utilizando agua y jabón u otro líquido que no ataque las piezas, cepillando todas las partes o conjuntos para dejar limpias todas las superficies.

Si hay que sustituir alguna pieza que se encuentra muy desgastada y que con su deterioro produzca mal funcionamiento o detención del medidor, conviene emplear siempre las herramientas adecuadas.

2).- Mantenimiento Correctivo o Reparación General: Se presenta cuando el medidor ha dejado de funcionar, en ésta situación es necesario desarmar el medidor, localizar la causa de la o las averías y sustituir las partes dañadas cuidando de desarmar totalmente el aparato, analizando cuidadosamente cada parte o grupo de partes por separado.

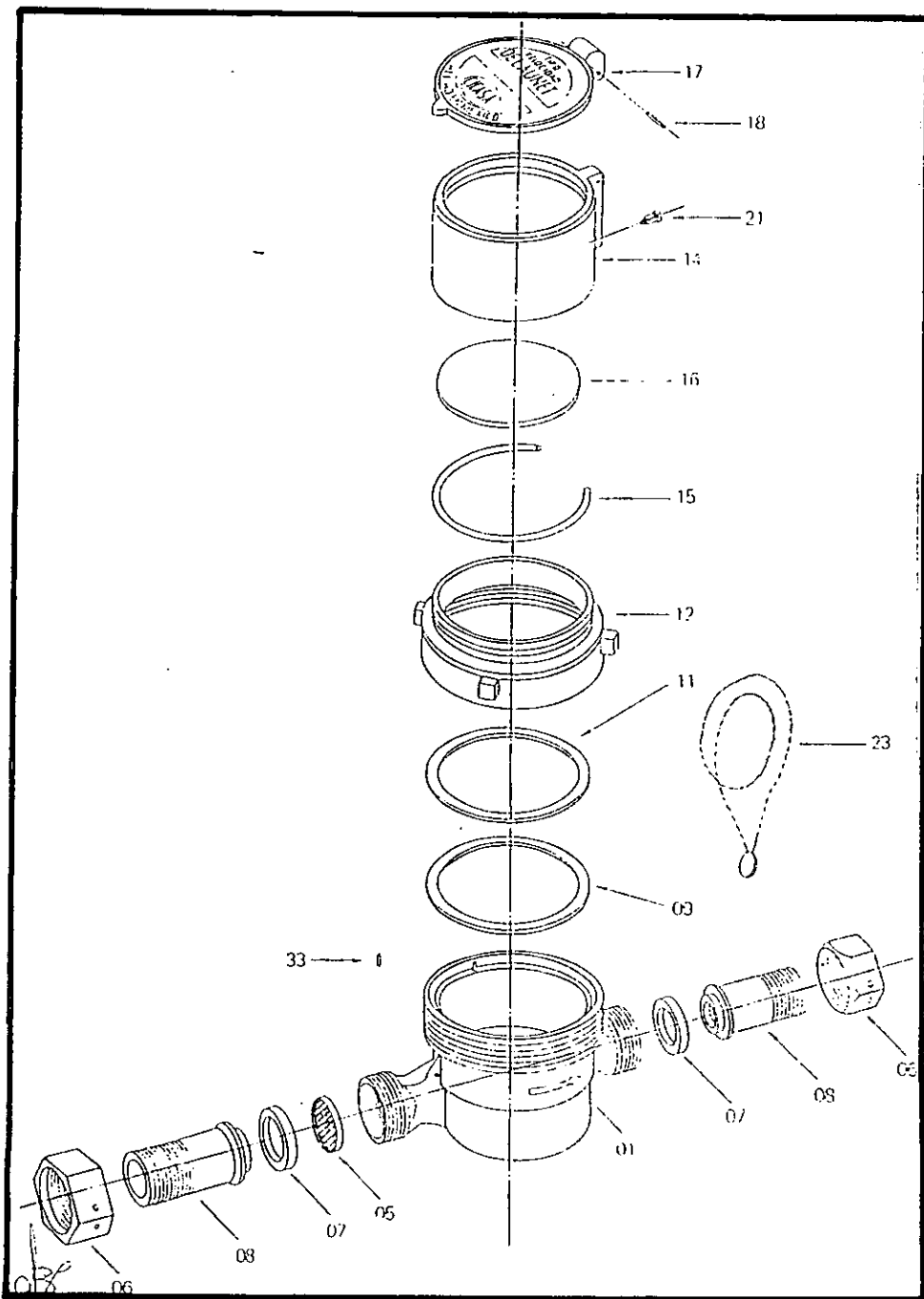
Se debe efectuar una limpieza cuidadosa y concluir la causa de falla, para evitar que se vuelva a presentar; por ello es necesario observar en qué condiciones está instalado y las características del gasto hidráulico que está soportando comparándolo con el recomendado por el fabricante.

SECUENCIA A SEGUIR PARA LA REPARACION DE MEDIDORES

TIPO VELOCIDAD - PROPELA

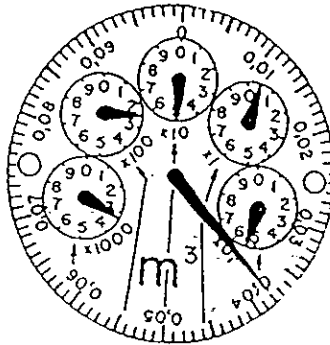
- a).- Desarmar el medidor
- b).- Limpiar el cuerpo y el conjunto propela
- c).- Lavar la relojería
- d).- Desarmar la relojería superior e inferior
- e).- Armar la relojería inferior
- f).- Reparar la relojería superior de agujas o lectura directa.
- g).- Limpiar la cámara, caja, turbina ó propela y cabezal
- h).- Calibración y montaje del conjunto (cámara, turbina)
- i).- Apretar el cabezal y verificar las fugas
- j).- Montar la relojería superior
- k).- Verificar
- l).- Pintar las agujas a mano
- m).- Reparar la caja esfera
- n).- Colocar la caja esfera y presinto
- o).- Pintura

LA SIGUIENTE FIGURA MUESTRA EL DESPIECE DE UN MEDIDOR PARA SU REPARACION MODELO UD - 15 AL MD - 40



II.3.1.C.-Instructivo sobre lecturas de medidores

Lectura Circular con Aguja



Para lectura circular con agujas

Seleen esferas de izquierda a derecha, que indican respectivamente:
3 x 1000, 2 x 100, 5 x 10, 0 x 1, 5 x 0.1, 38 x 0.01 m³

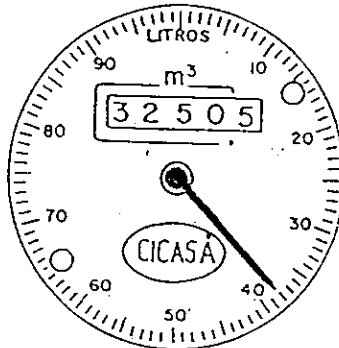
lo que da una lectura de:

3,000.000
200.000
50.000
0.500
0.038

Total 3,250.538 m³

II.3.1.C.-Instructivo sobre lecturas de medidores

Lectura Directa Digital



Para lectura directa

Bastara leer las cuatro cifras negras que indican 3,250m³. La cifra roja indica 0.5 de m³ ó sea 500 litros.

La aguja grande roja indica 38 litros.

Totalizando:

3,250.000 m³
000.500 litros
000.038 litros

Total 3,250.538 m³

II.3.1.D.- Cálculo de Volúmenes:

Método Directo (de lectura):

Al asistir a los lugares de entrega o extracción de agua para la toma de lecturas, se aprecian diferentes tipos de medidores, con diversas características.

Pasos a seguir para el Cálculo de Volúmenes de Agua :

1).- Se establece un calendario de toma de lectura, para que ésta sea tomada en períodos establecidos.

2).- La lectura se registra en bitácoras de campo, para llevar un control de todos y cada uno de los medidores que se tengan instalados.

3).- Después de haber tomado la lectura actual, se confronta con la lectura del período anterior (mes anterior)

4).- Se hace la diferencia de las dos lecturas y se divide entre el número de días del período a calcular.

EJEMPLO: Si tenemos como lectura anterior del período :

Lec. anterior = 168,305 m³ fecha: 2/mayo/98

Lec. actual = 194,209 m³ fecha: 4/junio/98

Por lo tanto:

Vol. Período = Lec. actual - Lec. anterior

Vol. (m³) = 194,209 m³ - 168,305 m³

Vol. (m³) = 25,904 m³

Como se puede observar el volumen se calculó como una simple diferencia de lecturas del totalizador en el medidor, esto es cuando el medidor es de lectura directa.

Cuando el medidor tiene un factor, por lo general en los medidores de Presión Diferencial, se calcula de la siguiente forma: Supongamos un factor de 3.67, por lo tanto:

$$\text{Vol. período} = (\text{lec. actual} - \text{Lec. anterior})(\text{Factor})$$

$$\text{Vol. (m}^3\text{)} = (25,904 \text{ m}^3) (3.67) : \text{Vol.} = 95,068 \text{ m}^3$$

EJEMPLO: De Lectura Indirecta (gráficas)

Los medidores con graficador poseen un brazo y una plumilla que de acuerdo a las variaciones del flujo, tienen movimientos oscilatorios que son registrados en una gráfica.

Existen diferentes tipos de gráficas, pueden ser de:

- *- De velocidad
- *- Tipo Vical
- *- De Presión Diferencial

Todos tienen un mismo principio de funcionamiento, basado en la diferencia existente entre la presión dinámica y la estática del flujo, que al mover el líquido manométrico causan movimientos en el brazo del graficador.

Las gráficas así conformadas, se leen en un aparato denominado " Planímetro Vical ", o con la ayuda del Planímetro Radial.

El Planímetro Vical, es un plato montado a una base equipada con un brazo, en el cual se encuentra montado un mecanismo unido a un tambor graduado, frente a un vernier, donde se obtiene una lectura con la cual se puede calcular la velocidad y/o el gasto del fluido, de la siguiente forma:

Supongamos una lectura inicial de 1,937 ; una segunda lectura de 9,265; y con un radio en el círculo de base de 1.05 pulg.

Procedemos a calcular la altura promedio del área como :

$$\begin{aligned} \text{Altura media} &= (9,265 - 1,937) \times 0.0004 - 1.05 \\ &= 2.9312 - 1.05 \\ &= 1.8812 \text{ pulg.} \end{aligned}$$

El factor 0.0004, es un factor geométrico de las dimensiones en las partes componentes del planímetro, es decir, que es calculado en laboratorio.

El resultado, representa una altura promedio de la gráfica como si se alisara la línea, hasta obtener un círculo perfecto que contenga la misma superficie en pulgadas o centímetros cuadrados que la gráfica original.

Continuando con el cálculo del gasto dado por la gráfica tenemos que tomar en cuenta la escala de la misma. Se deberá calcular un equivalente entre una pulgada de la gráfica y la escala de velocidad y/o gasto impreso. 1 pulgada de longitud = x unidades de escala.

El factor será igual a un cociente, que elimine las unidades de longitud y deje las unidades de la escala, de tal forma que tenemos :

$$X / 1 \quad (\text{ft/s}) / (\text{pulg.})$$

Aplicando al resultado anterior, obtendremos la velocidad del fluido en pies por segundo, así debemos utilizar otro factor más para la conversión del resultado del sistema inglés al sistema métrico decimal: $1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m} ; = 0.3048 \text{ m/ft}$

La ecuación matemática tendrá la forma siguiente:

$$\text{Vel.} = (L.\text{final} - L.\text{inicial}) \times (0.0004) - (0.81) \times (X) \times (0.3048)$$

Vel. m/s

Finalmente, al conocer el área de la tubería a través del caudal se mueve el líquido, será suficiente una última ^o multiplicación para obtener el gasto.

$$Q = \text{Velocidad} \times \text{Área del tubo.}; Q = \text{m}^3/\text{s}$$

Este gasto se utiliza para calcular el volumen total de agua que se ha consumido en un período calculado en segundos.

$$\text{Volumen} = Q \times \text{Período}$$

$$\text{Volumen} = (\text{m}^3/\text{s}) \times (\text{s}); \text{Volumen} = \text{m}^3$$

Lectura Indirecta (de aforos)

El aforo, es un método gráfico matemático para obtener velocidades y gastos de líquidos al pasar por alguna sección conocida. El gasto se calcula con la ecuación de continuidad

$$Q = V \times A \quad \text{donde: } A = \text{Área del diámetro calibrado}$$

$$V = \text{Velocidad central del fluido}$$

$$Q = \text{Gasto Instantáneo de aforo en L/s}$$

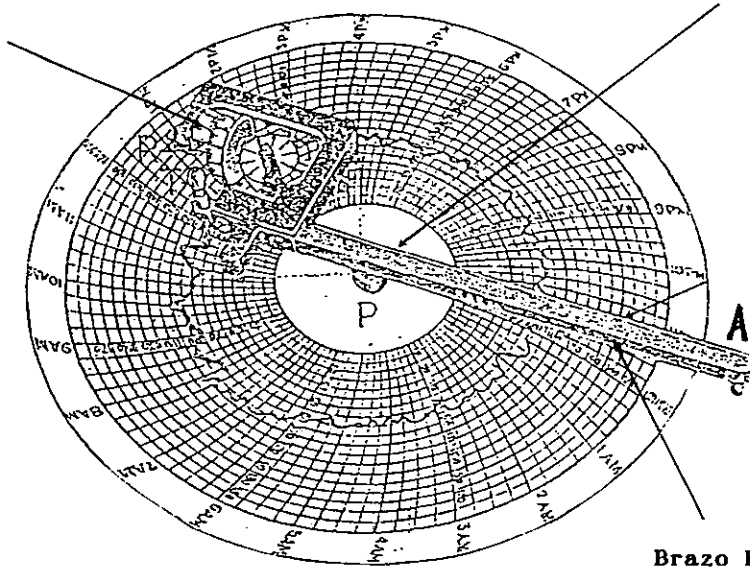
Por lo tanto :

$$\text{Volumen} = Q \text{ aforo} \times \text{período}$$

PLANIMETRO RADIAL

Disco de Medición

Aguja de Centros



Brazo Rastreador

II.3.2.-Medidor de Gasto Tipo Presión Diferencial, Sensor de Múltiples Entradas " Annubar "

Para éste instrumento, la diferencia entre la presión total y la presión estática, sigue una relación del tipo raíz cuadrada, con la velocidad que está siendo censada en la sección transversal del tubo.

Por transversalidad, un punto de velocidad promedio, puede ser localizado y utilizado como una media de razón de flujo.

El annubar es un sensor de múltiples entradas, pues se coloca a todo lo largo del diámetro de la tubería (sección-transversal); éste es de una estructura rígida, (no tiene partes móviles), que dispone de dos cámaras de promedio y una sección recta en forma de cuadrado, con vértices redondeados.

Éstos producen una señal proporcional a la presión diferencial de acuerdo con el Teorema de Bernoulli. Esta señal tiene dos componentes: la presión alta (P_a) y presión baja (p_b)

Promediado de la presión alta (P_a)

La presión alta se produce por el impacto del perfil de velocidad sobre el sensor. El perfil de la velocidad produce el correspondiente perfil de la presión alta (impacto). Los múltiples taladros sensores, situados en el frente del sensor detectan el perfil de la presión de impacto, en el interior de la cámara de presión alta, la presión promediada, debida a la velocidad, se mantiene por la proporcionalidad de los diámetros de los taladros sensores con respecto al área de sección recta de la cámara.

Promediado de la presión baja (P_b)

El perfil de la velocidad continúa su paso alrededor del sensor y crea un perfil de presión baja. El perfil de la presión baja se

detecta por medio de los taladros situados agazapados y opuestos a los taladros de la presión alta. Como trabaja basado en el mismo principio que en el lado de la presión alta, se mantiene en la cámara de la presión baja, una presión baja promediada.

Forma de obtener el gasto en el Annubar

Ecuación de cálculo = $H_w \times 5.666 \times k \times (D)^2$

donde:

Q = Gasto en gal./min

H_w = Presión diferencial censada por el annubar en pulg.

K = Factor de corrección de flujo, dado por el fabricante

D = Diámetro interno real de la tubería en pulg.

El factor "K" del instrumento, se obtiene necesariamente en laboratorios que extienden certificados, válidos para la agencia de normas internacionales (National Bureau of Standard): dicho factor es el que correlaciona el flujo real con el flujo teórico, (ver tabla de factores).

II.3.2.A.-Pasos a seguir para una Instalación Detallada para Medidores de Presión Diferencial

1).- Seleccionar adecuadamente el equipo de medición, material de la tubería, presión estática del agua en el punto de instalación, gastos máximos, medios y mínimos, diámetro interno de la tubería y espesor de la tubería.

2).- Paro y desfogue de la línea.

3).- Perforar la tubería con máquina insercionadora en acero y asbesto cemento.

4).- Instalar el elemento sensor de presión diferencial (Annubar).

a).- En tubería de Acero: Una vez retirada la máquina insercionadora, se procede a soldar un niple de acero al carbón de diámetros variables, desde 1" hasta 2", terminada ésta operación, se coloca el annubar en el orificio procediéndose a la fijación del niple soldado en la tubería mediante un cople, el cual en su interior cuenta con un sello mecánico que evita la fuga del líquido.

b).- En tubería de Asbesto-Cemento: Una vez retirada la máquina de inserción se procede a la colocación de una silleta de placa de acero de 1/4" de espesor, en la que, pre-viamente se ha soldado el niple para la colocación del Annubar, fijándose con el cople, bajo las condiciones de 4.a.

5).- Instalar el elemento secundario, transmisor de presión diferencial. Se coloca un tramo de tubo galvanizado de 2" de diámetro, de aproximadamente 1.5 m de longitud, el cual, uno de sus extremos estará fijado al piso en donde está expuesta la tubería de conducción de agua y en el otro se fijará el transmisor de presión diferencial mediante su abrazadera y de esta manera quedará totalmente sujeto.

6).- Interconectar el Annubar y transmisor de presión diferencial. El primer paso será la instalación de un sistema de cinco válvulas montado directamente al transmisor, para asegurar que dentro de las cámaras del mismo exista solamente agua, o bien que el aire haya sido totalmente expulsado de las salidas de éste múltiple con mangueras o tuberías de acero galvanizada o cobre, según requerimiento de presión. Cada una de ellas se conectará directamente a una "tee", cuyos otros extremos, estarán uno sujeto a la válvula de aislamiento del Annubar mediante un niple y otro será la salida para la conexión del manómetro "U", o la instalación de las válvulas de expulsión de aire que funcionan automáticamente, tomando en cuenta la relación directa de la baja y alta presión.

7).- Interconectar el transmisor en el computador de flujo DART y/o registrador totalizador. Para ésta conexión, se requiere realizar la ruptura del piso para el tendido de tubería de poliducto, a través del cual irán los cables conductores de la señal, así como el suministro eléctrico.

8).- Colocar el computador de flujo DART y receptor gráfico. Estos dos equipos, se fijan a la pared de la caseta que se tenga en cada uno de los puntos de medición, los cuales se dejan interconectados entre sí, en sus puntos de entrada y salida de señal, así como del aterrizamiento en forma conjunta del sistema de medición.

El suministro de alimentación eléctrica al sistema, será a través de un regulador con respaldo de hasta 8 horas continuas, para cuando ocurran interrupciones de suministro eléctrico en la alimentación al sistema.

9).- Puesta en marcha del sistema de medición:

a).- Conectar el manómetro tipo "U" a la derivación "tee", para encontrar el valor en presión diferencial del flujo en condiciones normales de operación, y con esto, asignar los valores de flujo máximo y mínimo al computador DART tomando en cuenta que la calibración del transmisor de presión diferencial, está en el rango adecuado.

b).- Verificar la calibración del transmisor de presión diferencial.

c).- Verificar la calibración del receptor gráfico en 0, 50, 100% de la escala.

d).- Verificar la extracción total del aire en las líneas de conducción del agua dentro del sistema de medición y con esto, se comprueba que no exista fuga del agua en alguna de las conexiones.

e).- Toma de lecturas de medición con el sistema completo en funcionamiento, en forma simultánea con el manómetro tipo "U", para conocer la correlación entre ambos valores en presión diferencial.

10).- Verificar la medición obtenida con el Annubar y sus secundarios, mediante el método tradicional de pitometría

a).- Colocar el pitómetro adecuado en la válvula de inserción.

b).- Se procede a la toma de datos, con el pitómetro para la formación del perfil y la obtención del gasto. En forma simultánea se toma el valor inicial del volumen en el sistema de medición y se vuelve a tomar el valor en el instante en que termine la toma de datos con el pitómetro; el valor obtenido en el sistema de medición, debe ser el valor que se obtiene con el método de pitometría, dándole una diferencia máxima entre ambos del 5% +/-.

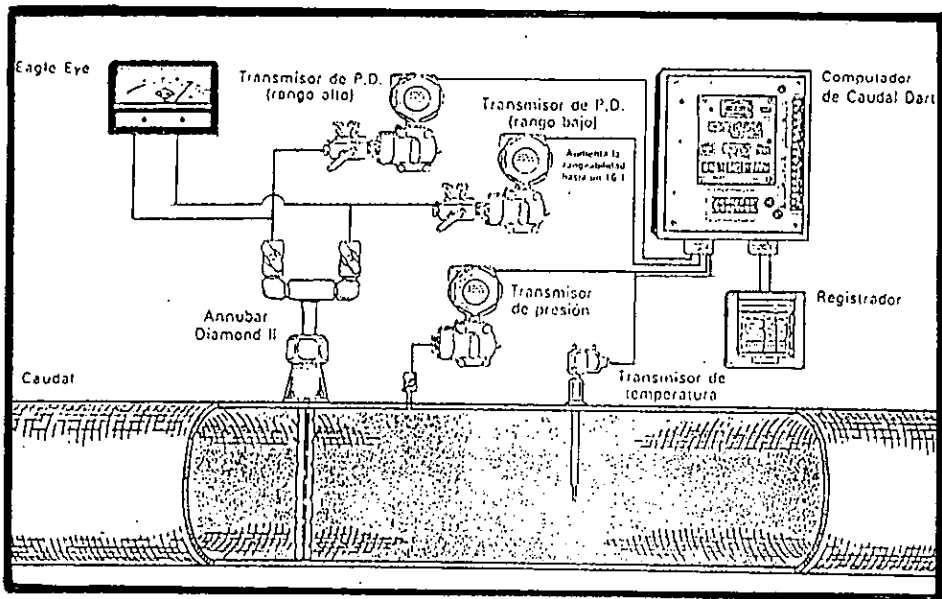
Este procedimiento deberá repetirse un mínimo de diez veces para poder hacer su correlación estadística, dentro de una curva envolvente de 5 +/-.

**TABLA DE FACTORES DE CORRECCION DE FLUJO
DADOS POR EL FABRICANTE**

Coeficiente del caudal K							
Sensor 10				Sensor 35/36			
Tamaño de la tubería				Tamaño de la tubería			
Tam./Sch	D-Pulg.	D-mm.	K	Tam./Sch	D-Pulg.	D-mm.	K
1/2" sch 40	0.622	15.80	0.4265	12" sch std	12.000	304.80	0.6185
3/4" sch 40	0.824	20.93	0.5067	14" sch std	13.250	336.55	0.6220
1" sch 40	1.049	26.64	0.5519	16" sch std	15.250	387.35	0.6263
1-1/4" sch 40	1.380	35.05	0.5870	18" sch std	17.250	438.15	0.6295
1-1/2" sch 40	1.610	40.89	0.6016	20" sch std	19.250	488.95	0.6321
2" sch 40	2.067	52.50	0.6197	24" sch std	23.250	590.55	0.6357
Sensor 15/16				30" sch std	29.250	742.95	0.6393
Tamaño de la tubería				36" sch std	35.250	893.35	0.6443
Tam./Sch	D-Pulg.	D-mm.	K	42" sch std	41.250	1047.75	0.6482
2" sch 40	2.067	52.50	0.5912	48" —	48.00	1219.20	0.6445
2-1/2" sch 40	2.469	62.71	0.6026	60" —	60.00	1524.00	0.6461
3" sch 40	3.068	77.93	0.6134	72" —	72.00	1828.80	0.6472
3-1/2" sch 40	3.548	90.12	0.6192	Sensor 45/46			
4" sch 40	4.026	102.25	0.6235	Tamaño de la tubería			
5" sch 40	5.047	128.19	0.6297	Tam./Sch	D-Pulg.	D-mm.	K
Sensor 25/26				24" sch std	23.250	590.55	0.6227
Tamaño de la tubería				30" sch std	29.250	742.95	0.6308
Tam./Sch	D-Pulg.	D-mm.	K	36" sch std	35.250	893.35	0.6346
5" sch 40	5.047	128.19	0.5934	42" sch std	41.250	1047.75	0.6373
6" sch 40	6.065	154.05	0.6047	48" —	48.00	1219.20	0.6355
8" sch 40	7.981	202.72	0.6173	60" —	60.00	1524.00	0.6422
10" sch 40	10.020	254.51	0.6250	72" —	72.00	1828.80	0.6433
12" sch std	12.000	304.80	0.6298				
14" sch std	13.250	336.55	0.6321				
16" sch std	15.250	387.35	0.6349				
18" sch std	17.250	438.15	0.6370				
20" sch std	19.250	488.95	0.6387				
24" sch std	23.250	590.55	0.6411				
30" sch std	29.250	742.95	0.6435				
36" sch std	35.250	893.35	0.6450				
42" sch std	41.250	1047.7	0.6461				

INSTALACION DE UN SISTEMA DE MEDICION TIPO

PRESION DIFERENCIAL



II.3.2.A.- Pasos para Seleccionar y Verificar el Sensor Annubar

1).- Dimensionar el sensor

a).- Determinar los parámetros de la tubería y del fluido.

b).- Seleccionar el sensor adecuado al tamaño de la tubería

c).- Calcular la presión diferencial aproximada, según los requisitos del sensor adecuado al tamaño de la tubería.

2).- Verificar el sensor seleccionado

a).- Evaluar la compatibilidad estructural; determinar la máxima presión diferencial admisible.

b).- Seleccionar el modelo para su aplicación (bridado, flo-tap, regular).

c).- Determinar las características de ubicación de resonancia.

d).- Precisar el cálculo del gasto máximo e informe de verificación.

3).- Especificar el producto

a).- Determinar las opciones necesarias de cada categoría (válvulas, montaje, etc.)

b).- Completar el código de especificación del producto.

Mantenimiento:

En este sistema de medición, podemos considerar nulo el mantenimiento, siempre y cuando el sensor electrónico esté libre de humedad en la parte interna del mismo.

III.-NORMAS Y ORGANIZACIONES QUE CERTIFICAN LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LOS DIFERENTES METODOS DE MEDICION.

ASSURED QUALITY & SERVICE COST LESS	ISO 9001 - Z299.1
QUALITY SYSTEMS REGISTRARS, INC.	ISO 9001 - 1994
	ANSI/ASQC Q9001-1994
INTERNATIONAL STANDARD	ISO 4064/ 1-1977
	ISO 228-1982
SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO	NOM-008-SCFI
INDUSTRIAL	NOM-012-SCFI-1993
	NOM-013-SCFI-1993
DIRECCION GENERAL DE NORMAS	NMX-Z-55
	NMX-Z-60
	NMX-CH-1/2
	NMX-CH-1/3
	NMX-CH-1/4
	NMX-CH-58
	NMX-CH-65
	NMX-CH-69
	NMX-CH-10

INTERNATIONAL STANDARD



4064/1

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION · МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ · ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Measurement of water flow in closed conduits — Meters for cold potable water — Part 1 : Specification

*Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées — Compteurs d'eau potable froide —
Partie 1 : Spécifications*

First edition — 1977-12-01



Quality Systems Registrars, Inc.

13873 Park Center Road, Suite 217 • Herndon, Virginia 22071
Telephone (703) 478-0241 • Fax (703) 478-0645

HEREBY GRANTS TO

***Dieterich Standard, Inc.
5601 North 71st Street
Boulder, CO 80301***

The right and license to use the QSR Registered Firm Symbol® and to be listed in the Quality Systems Registrars, Inc. "Register of Certified Quality Systems" under the conditions specified in the Quality System Registration Program and ISO 9001:1994 (ANSI/ASQC Q9001-1994) for the following scope:

Design, manufacture, installation and service of flow sensors, flow meters, transmitters and related flow measurement products.

*The period of registration is from July 16, 1996 to July 15, 1999.
Registered Firm since July 16, 1993.*

Certificate Number: QSR-123

M.L. Courtois
M.L. Courtois, President



Accredited by the
Dutch Council for Certification



M.L. Courtois
M.P. Leeb



Dieterich Standard

A  Industries Company
Flow Measurement Systems

REGISTERED
ISO 9001 • 2299.1
ASSURED QUALITY & SERVICE COST LESS

DATE: 7/10/96.

ATTENTION: Fis. Roberto Marquez Lopez Velarde.

COMPANY: Medidores Industriales y Medicos, S.A. de C.V.

FROM: Bob Otto
Technical Sales Manager

SUBJECT: Representation in Mexico.

Dieterich Standard sells their products through representatives.
In Mexico our representative/distributor is Medidores Industriales y Medicos,
S.A. de C.V. Medidores has technical, installation and service people who are
qualified and knowledgeable with all our technical products. They have sent
several workers to our factory in Boulder, Colorado for many days of training.

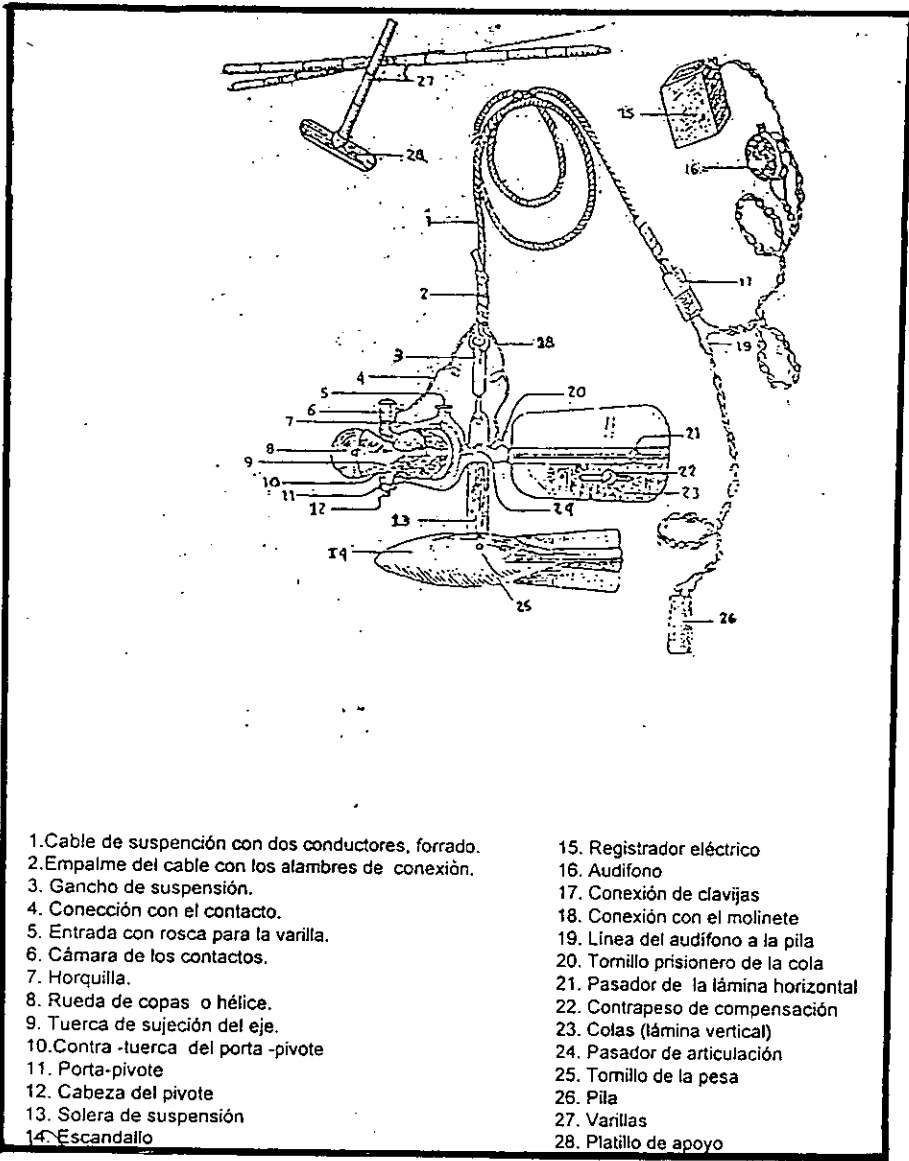
Medidores is the only direct factory distributor in Mexico.

IV.- OPERACION DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS.

Molinete:

Es un aparato formado por una hélice o una rueda de aspas o de copas, que accionadas por la corriente giran alrededor de un eje montado en un dispositivo de suspensión, transmitiendo su movimiento a un sistema registrador que permite conocer el número de vueltas que da la hélice en un tiempo determinado. En cada aparato, la relación entre el número de revoluciones en determinado tiempo y la velocidad de corriente, se conoce por observaciones hechas en laboratorio.

.....PARTES IMPORTANTES DE UN MOLINETE



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Cable de suspensión con dos conductores, forrado. | 15. Registrador eléctrico |
| 2. Empalme del cable con los alambres de conexión. | 16. Audifono |
| 3. Gancho de suspensión. | 17. Conexión de clavijas |
| 4. Conexión con el contacto. | 18. Conexión con el molinete |
| 5. Entrada con rosca para la varilla. | 19. Línea del audifono a la pila |
| 6. Cámara de los contactos. | 20. Tornillo prisionero de la cola |
| 7. Horquilla. | 21. Pasador de la lámina horizontal |
| 8. Rueda de copas o hélice. | 22. Contrapeso de compensación |
| 9. Tuerca de sujeción del eje. | 23. Cotas (lámina vertical) |
| 10. Contra-tuerca del porta-pivote | 24. Pasador de articulación |
| 11. Porta-pivote | 25. Tornillo de la pesa |
| 12. Cabeza del pivote | 26. Pila |
| 13. Solera de suspensión | 27. Varillas |
| 14. Escandallo | 28. Plátito de apoyo |

CIRCULACION DEL AGUA EN CANALES

T A B L A

DE VELOCIDADES EN METROS POR SEGUNDO PARA
MOLINETES GURLEY PRICE NUMEROS 617,618,621,622 y 623

R	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	150	200
40	0.095	0.170	0.253	0.339	0.421	0.502	0.582	0.661	0.738	0.814	0.889	0.964	1.038	1.111	1.183	1.254	1.324
41	0.092	0.175	0.256	0.336	0.417	0.497	0.576	0.654	0.731	0.807	0.883	0.958	1.032	1.105	1.177	1.248	1.318
42	0.090	0.180	0.261	0.341	0.421	0.501	0.580	0.658	0.735	0.811	0.887	0.962	1.036	1.109	1.181	1.252	1.322
43	0.088	0.183	0.264	0.344	0.424	0.504	0.583	0.661	0.738	0.814	0.890	0.965	1.039	1.112	1.184	1.255	1.325
44	0.087	0.184	0.265	0.345	0.425	0.505	0.584	0.662	0.739	0.815	0.891	0.966	1.040	1.113	1.185	1.256	1.326
45	0.085	0.186	0.266	0.346	0.426	0.506	0.585	0.663	0.740	0.816	0.892	0.967	1.041	1.114	1.186	1.257	1.327
46	0.084	0.187	0.267	0.347	0.427	0.507	0.586	0.664	0.741	0.817	0.893	0.968	1.042	1.115	1.187	1.258	1.328
47	0.083	0.188	0.268	0.348	0.428	0.508	0.587	0.665	0.742	0.818	0.894	0.969	1.043	1.116	1.188	1.259	1.329
48	0.081	0.190	0.269	0.349	0.429	0.509	0.588	0.666	0.743	0.819	0.895	0.970	1.044	1.117	1.189	1.260	1.330
49	0.079	0.192	0.271	0.351	0.431	0.511	0.590	0.668	0.744	0.820	0.896	0.971	1.045	1.118	1.190	1.261	1.331
50	0.077	0.193	0.272	0.352	0.432	0.512	0.591	0.669	0.745	0.821	0.897	0.972	1.046	1.119	1.191	1.262	1.332
51	0.076	0.194	0.273	0.353	0.433	0.513	0.592	0.670	0.746	0.822	0.898	0.973	1.047	1.120	1.192	1.263	1.333
52	0.075	0.195	0.274	0.354	0.434	0.514	0.593	0.671	0.747	0.823	0.899	0.974	1.048	1.121	1.193	1.264	1.334
53	0.074	0.196	0.275	0.355	0.435	0.515	0.594	0.672	0.748	0.824	0.900	0.975	1.049	1.122	1.194	1.265	1.335
54	0.072	0.197	0.276	0.356	0.436	0.516	0.595	0.673	0.749	0.825	0.901	0.976	1.050	1.123	1.195	1.266	1.336
55	0.071	0.198	0.277	0.357	0.437	0.517	0.596	0.674	0.750	0.826	0.902	0.977	1.051	1.124	1.196	1.267	1.337
56	0.070	0.199	0.278	0.358	0.438	0.518	0.597	0.675	0.751	0.827	0.903	0.978	1.052	1.125	1.197	1.268	1.338
57	0.069	0.200	0.279	0.359	0.439	0.519	0.598	0.676	0.752	0.828	0.904	0.979	1.053	1.126	1.198	1.269	1.339
58	0.068	0.201	0.280	0.360	0.440	0.520	0.599	0.677	0.753	0.829	0.905	0.980	1.054	1.127	1.199	1.270	1.340
59	0.067	0.202	0.281	0.361	0.441	0.521	0.600	0.678	0.754	0.830	0.906	0.981	1.055	1.128	1.200	1.271	1.341
60	0.066	0.203	0.282	0.362	0.442	0.522	0.601	0.679	0.755	0.831	0.907	0.982	1.056	1.129	1.201	1.272	1.342
61	0.065	0.204	0.283	0.363	0.443	0.523	0.602	0.680	0.756	0.832	0.908	0.983	1.057	1.130	1.202	1.273	1.343
62	0.064	0.205	0.284	0.364	0.444	0.524	0.603	0.681	0.757	0.833	0.909	0.984	1.058	1.131	1.203	1.274	1.344
63	0.063	0.206	0.285	0.365	0.445	0.525	0.604	0.682	0.758	0.834	0.910	0.985	1.059	1.132	1.204	1.275	1.345
64	0.062	0.207	0.286	0.366	0.446	0.526	0.605	0.683	0.759	0.835	0.911	0.986	1.060	1.133	1.205	1.276	1.346
65	0.061	0.208	0.287	0.367	0.447	0.527	0.606	0.684	0.760	0.836	0.912	0.987	1.061	1.134	1.206	1.277	1.347
66	0.060	0.209	0.288	0.368	0.448	0.528	0.607	0.685	0.761	0.837	0.913	0.988	1.062	1.135	1.207	1.278	1.348
67	0.059	0.210	0.289	0.369	0.449	0.529	0.608	0.686	0.762	0.838	0.914	0.989	1.063	1.136	1.208	1.279	1.349
68	0.058	0.211	0.290	0.370	0.450	0.530	0.609	0.687	0.763	0.839	0.915	0.990	1.064	1.137	1.209	1.280	1.350
69	0.057	0.212	0.291	0.371	0.451	0.531	0.610	0.688	0.764	0.840	0.916	0.991	1.065	1.138	1.210	1.281	1.351
70	0.056	0.213	0.292	0.372	0.452	0.532	0.611	0.689	0.765	0.841	0.917	0.992	1.066	1.139	1.211	1.282	1.352
71	0.055	0.214	0.293	0.373	0.453	0.533	0.612	0.690	0.766	0.842	0.918	0.993	1.067	1.140	1.212	1.283	1.353
72	0.054	0.215	0.294	0.374	0.454	0.534	0.613	0.691	0.767	0.843	0.919	0.994	1.068	1.141	1.213	1.284	1.354
73	0.053	0.216	0.295	0.375	0.455	0.535	0.614	0.692	0.768	0.844	0.920	0.995	1.069	1.142	1.214	1.285	1.355
74	0.052	0.217	0.296	0.376	0.456	0.536	0.615	0.693	0.769	0.845	0.921	0.996	1.070	1.143	1.215	1.286	1.356
75	0.051	0.218	0.297	0.377	0.457	0.537	0.616	0.694	0.770	0.846	0.922	0.997	1.071	1.144	1.216	1.287	1.357
76	0.050	0.219	0.298	0.378	0.458	0.538	0.617	0.695	0.771	0.847	0.923	0.998	1.072	1.145	1.217	1.288	1.358
77	0.049	0.220	0.299	0.379	0.459	0.539	0.618	0.696	0.772	0.848	0.924	0.999	1.073	1.146	1.218	1.289	1.359
78	0.048	0.221	0.300	0.380	0.460	0.540	0.619	0.697	0.773	0.849	0.925	1.000	1.074	1.147	1.219	1.290	1.360
79	0.047	0.222	0.301	0.381	0.461	0.541	0.620	0.698	0.774	0.850	0.926	1.001	1.075	1.148	1.220	1.291	1.361
80	0.046	0.223	0.302	0.382	0.462	0.542	0.621	0.699	0.775	0.851	0.927	1.002	1.076	1.149	1.221	1.292	1.362

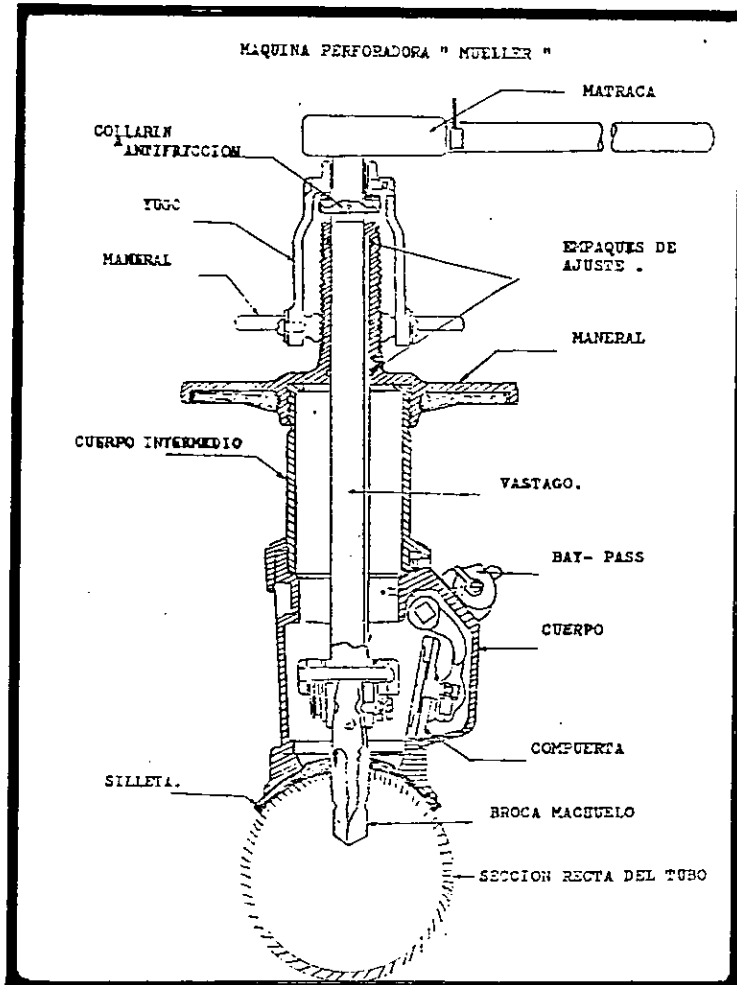
R = Número de Revoluciones

T = Tiempo en segundos

Máquina Insercionadora

- 1).-Se coloca un empaque de hule en lomo del tubo donde se quiere instalar la válvula de inserción
- 2).-Se coloca una silleta de acuerdo al diámetro de latubería.
- 3).-Se monta el cuerpo de la máquina y se le coloca en el yugo una cadena que abraza la tubería para sujetarla (debe quedar bien tensada) .
- 4).-Se le coloca la sección superior de la máquina o sea el maneral con el vástago, ya instalada la broca que se utilizará para la perforación y machuelado de la tubería.
- 5).-Se procede a la perforación utilizando la matraca para hacer girar el vástago.
- 6).-Una vez que se ha logrado la perforación y machuelado del tubo se extrae el vástago hasta topar con la parte superior del maneral, inmediatamente se procede a cerrar el BY-PASS y la compuerta quedando así aislada la cámara superior, hecha esta operación se puede quitar el maneral y el vástago, con la finalidad de realizar el cambio de la válvula de inserción por la broca utilizada.
- 7).-Realizado el cambio, se procede a colocar nuevamente el maneral con todo y vástago, se gira hasta lograr que la válvula entre en la perforación que se realizó, colocada ya la válvula en su sitio se procede a:
- 8).-Se afloja la cadena y se desengancha del cuerpo intermedio, se saca la cadena y el cuerpo con todo y silleta y empaque, quedando sólo el vástago junto con la válvula
- 9).-Se afloja el vástago con mucho cuidado y se retira.

Forma de Instalar la Máquina Insercionadora para Perforar la Tubería
y colocar la Válvula de Inserción para Realizar la Medición
mediante un Aforo Pitométrico



NOTA: Es muy importante para que se lleve a cabo una buena perforación del tubo, que se utilice la broca adecuada a la tubería en que se va a perforar ya que existen brocas especiales para Acero y para Asbesto -Cemento.

Cuando se utiliza la broca para Acero es recomendable ponerle grasa a la broca antes de comenzar la perforación, lo que hará que se perfore con mayor facilidad y que la broca dure más.

Cuando se utiliza la broca para Asbesto-Cemento es recomendable ponerle agua constantemente para que se limpien las cuerdas de la broca y se logre una perforación más rápida.

Gancho o Varilla Calibrador de Diámetros:

Es un instrumento que consiste de una varilla de latón de un diámetro tal, que puedan evitarse las vibraciones producidas por la velocidad a que pasa el agua dentro de la tubería, si se trata de diámetros grandes. Se desliza esta varilla a través de una tuerca de bronce montada en otra que se adapta con su correspondiente empaque, dicha tuerca tiene una perforación excéntrica, se atornilla a una llave de inserción, dicha varilla tiene forma de gancho y en el superior tiene una rueda o manubrio para fácil operación, la varilla tiene un dispositivo o guía que se desplaza a lo largo de la misma y que se puede fijar mediante un tornillo y se utiliza como guía de medición.

Para realizar la medición de diámetro interior se efectúan las siguientes acciones:

a).- Para acoplar la varilla a la válvula de inserción se extiende hasta arriba, de tal forma que el gancho inferior quede dentro de la tuerca. Posteriormente se coloca la guía de medición en

el extremo superior de la varilla, con el triángulo señalando la orientación del gancho.

b).- Revisar que el empaque de la tuerca esté bien colocado, enroscar la tuerca a la válvula de inserción y sacar con la herramienta adecuada.

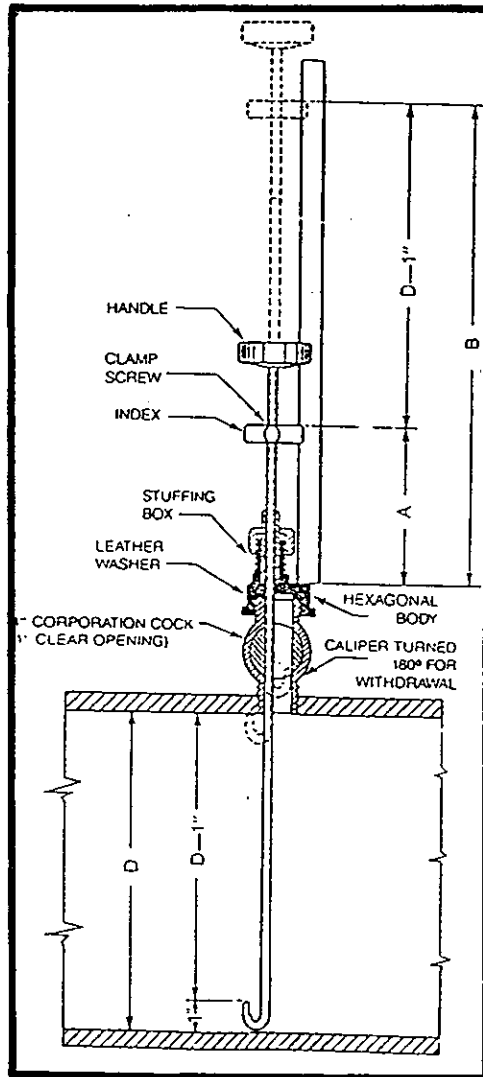
c).- Abrir la válvula de inserción y empujar la varilla hacia abajo hasta que toque el tubo (ver figura).

d).- Girar la varilla 180° , bajar la guía hasta la tuerca y apretar el tornillo de seguridad de la guía. Subir la varilla hasta que el gancho pegue contra el tubo. Medir la distancia desde la parte inferior de la guía hasta la parte superior de la tuerca. Esta distancia, más 25 mm de altura que tiene el gancho, que corresponden al diámetro interno del tubo.

e).- Girar nuevamente la varilla 180° , tirar de ella hacia arriba hasta que el gancho penetre en la válvula de inserción, cerrar ésta y desenroscar la tuerca. Para calcular la longitud que la válvula de inserción ha penetrado dentro del tubo, girar la varilla 90° de la posición "A" y efectuar los cálculos acorde con la figura.

El empuje de la varilla hacia abajo debe hacerse cuidadosamente, puesto que el tubo puede tener revestimiento .

Varilla o Gancho Calibrador de Diámetros que se utiliza
en la Medición



Tubo o Varilla de Pitot Simplex:

El tubo pitot, consiste en un par de tubos ubicados dentro de una varilla metálica, en el que uno de ellos, transmite la presión de referencia desde los orificios laterales de referencia, y el otro transmite la presión de impacto desde el orificio de impacto colocado de frente al flujo.

El manejo del tubo pitot es hacerlo deslizar dentro de la tubería o estación a través de su diámetro, con objeto de observar los valores de la velocidad media y de la velocidad central; con los que se determina el coeficiente "C" llamado también factor del tubo.

Según podrá verse, la sección circular transversal de la tubería está dividida en anillos concéntricos de igual área, que dependen de la colocación que se le da, a los orificios del tubo pitot dentro de la tubería; el número de anillos y su posición $R_1, R_2, R_3, \dots, R_N$, está especificada en la fórmula.

$R_N = R \frac{2N-1}{2N}$ para cada anillo, siendo "N", el número de anillos.

Manómetro Diferencial:

En principio este instrumento es un tubo en "U", la cachera superior contiene 5 válvulas (R) e (i), para las entradas de las mangueras, (ai) y (ar) para la purga del aire, y la válvula (e) que conecta las líneas de alta y baja presión.

Así mismo, directamente sondear los extremos del tubo U, que contiene dos tuercas-taponeras que se utilizan para cargar el líquido manométrico e introducir el cepillo de limpieza, entre los dos brazos de tubos que tienen una regla calibrada para medir las deflexiones.

Para cargar el manómetro con líquido, deberá extraerse el aire y conectarlo al tubo pitot, procediéndose a :

a).-Una vez escogido el líquido que se usará en el manómetro diferencial, se retira la cachera o puerto del tubo "U" para vertir el líquido indicador (30 cm³), se reinstala el puerto y se verifica que las válvulas de entrada, se encuentren cerradas y el BY-PASS abierto.

b).-Posteriormente se conecta por medio de sus mangueras a las válvulas de salida del tubo pitot.

c).-Se abren las válvulas de salida y las purgas del tubo pitot dejando salir el aire que se encuentra en el mismo.

d).-Se cierran las llaves de purga y se abren las válvulas de entrada del manómetro dejando el BY-PASS, en la misma posición. A partir de este momento se podrá tomar las deflexiones correspondientes a los diferentes anillos.

Líquidos Manométricos:

Para medir bajas velocidades se utiliza un líquido de baja gravedad específica y para altas velocidades se utiliza una mezcla más pesada. Si la velocidad a medir es muy alta, de tal forma que defleca el líquido en el manómetro más que la longitud del tubo, será necesario utilizar un líquido más pesado. Los líquidos normalmente empleados son una mezcla de: tetracloruro de carbono, benceno y un colorante rojo (polvo).

Estos líquidos se mezclan en proporciones tales que la gravedad específica resultante está cercana a 1.25, el tetracloruro de carbono tiene una gravedad específica de 1.60. Se utiliza también el tetrabromoetano que tiene una gravedad específica de 2.90, ambos líquidos y sus mezclas, en la forma comercial en que se adquieren, contienen un bajo porcentaje de alcohol, por lo que es necesario hacerlos pasar ya mezclados, por un filtro de papel antes de verterlos en el manómetro. Para presiones diferenciales muy altas se utiliza mercurio, cuya gravedad específica es de 13.58.

Para determinar la gravedad específica ó peso específico del líquido empleado, se aplica la siguiente fórmula:

$$S = a-b/d \quad \text{donde:}$$

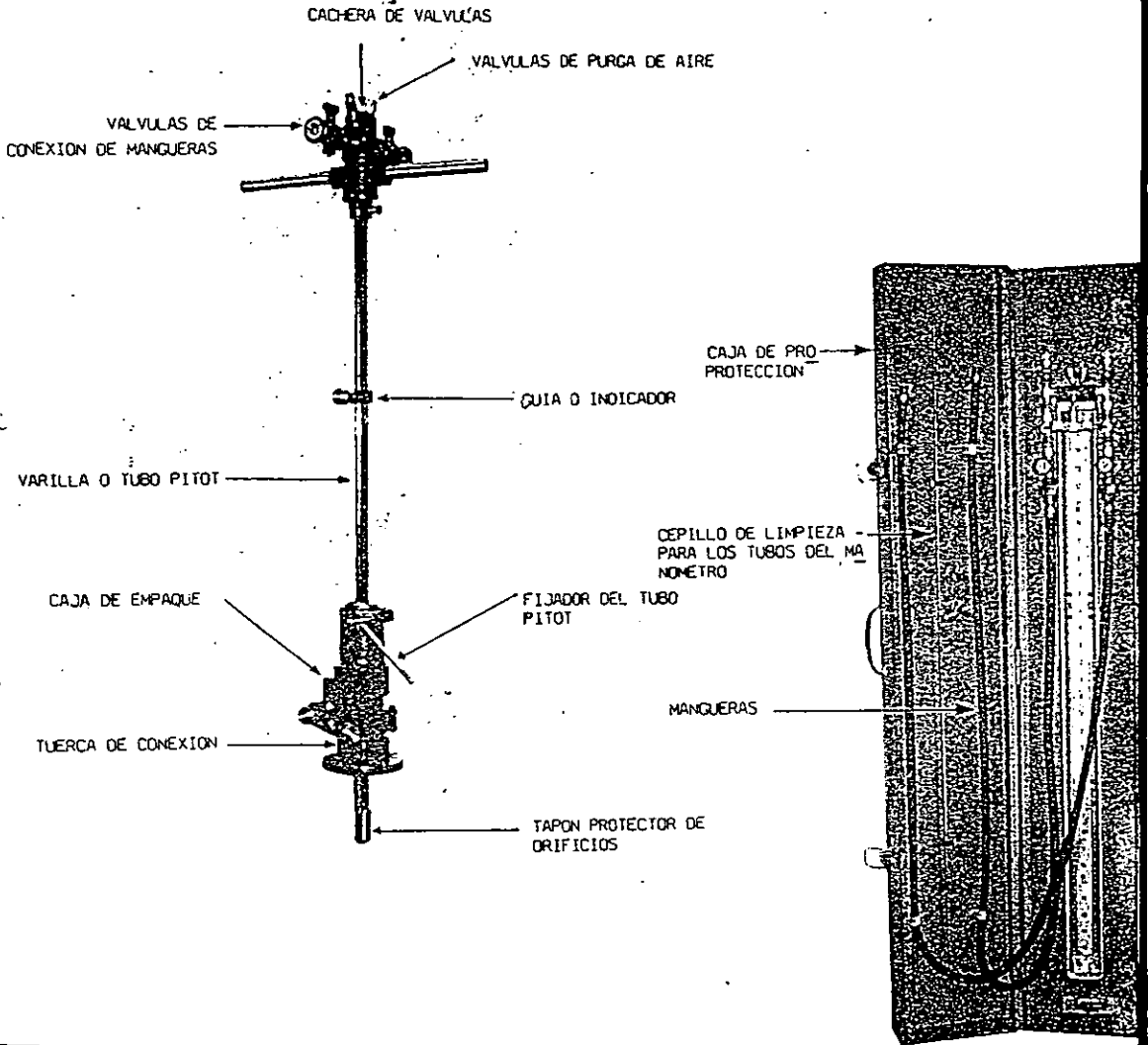
S = Peso específico o gravedad específica del líquido

a = Columna de líquido mayor

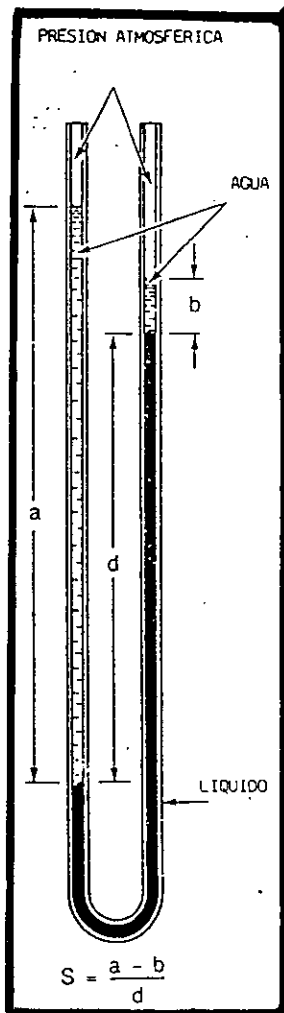
b = Columna de líquido menor

d = Diferencia de columna.

Tub Pitot Simplex y Manómetro Diferencial que forman
el Conjunto Complementario del Equipo
de Medición



Determinación del Peso Específico del Líquido Manométrico
con un tubo
" U "



. Medidores tipo Velocidad-Propela

Medidor Marca Azteca-Badger:

El medidor modelo MLFST-SGH está constituido por una unidad completamente sellada, formada por una propela y un registro acoplados magnéticamente. Este diseño elimina la caja prensa estopa, empaquetaduras y la carga de fricción resultante. Todas las partes internas de trabajo están protegidas contra efectos nocivos de la humedad, corrosión y otras influencias externas. La caja de engranes, llena de aceite y sellada, excluye todos los contaminantes originados por el agua, y el registro herméticamente sellado, asegura su acción libre de fallas.

El medidor MLFST-SGH es usado para mediciones precisas de flujo de pozos, descarga de bombas o sistemas por gravedad

El medidor puede ser instalado en cualquier posición o ángulo conveniente; sin embargo el tubo debe estar lleno de líquido cuando el medidor esté operando. Para máxima exactitud en la medición, se recomienda tener antes del medidor por lo menos 5 diámetros de tubería recta sin obstrucciones.

El medidor MLFST-SGH está diseñado para una fácil instalación, requiriendo poco espacio, con bajas pérdidas de presión y un rápido acceso a las partes de trabajo.

Exactitud: Más o menos 2% de error del flujo dentro de los valores normales. La exactitud no es afectada por las variaciones de presión. El rango del flujo normal puede ser excedido hasta en 50% por períodos de operación intermitente sin que por ello se pierda la exactitud.

Presión de Trabajo: Hasta 10.5 Kg/cm² (150 lb/pulg²)

Temperatura de Operación : Hasta 65°C (150°F)

Totalizador: Herméticamente sellado de "fácil lectura con 6 dígitos y una manecilla central.

Materiales: El cabezal del medidor es de hierro fundido con grano compacto. El tubo es de acero con bridas estándar en los extremos según norma ASA para 10.5 Kg/cm². (150 lb/pulg²). Los medidores se suministran con una capa de pintura protectora. Las aletas direcciones van soldadas en el interior del tubo. El tubo vertical y la caja de engranes son de bronce fundido, la propela está moldeada en plástico de alta densidad. Los baleros grafitados, girando sobre acero inoxidable endurecido y pulido soportan la propela y el ensamble magnético. La carga de empuje está soportada por una combinación de baleros de carburografito. Las partes internas están selladas y no requieren de mantenimiento.

Equipo Opcional: Transmisor para operar instrumentación, indicador de flujo instantáneo, totalizador, extensión para el registro y cubiertas de placa para retirar el mecanismo y dejar en servicio la tubería.

Medidor Marca Delaunet-Kent:

El medidor modelo Hélix 3000 WH. Es robusto versátil y altamente resistente al desgaste y a los posibles daños que producen las variaciones bruscas de flujo, gracias a que el conjunto hélice rejilla está apoyado en el fondo del interior del cuerpo.

El mecanismo es fácilmente removible sin necesidad de desmontar el medidor; el registro está claramente marcado, es totalmente independiente del mecanismo y está herméticamente sellado.

El visor endurecido es altamente resistente a las rayaduras.

La transmisión magnética está protegida de influencias externas. El imán sumergido está en aguas filtradas para minimizar la acunulación de magnetita.

Funcionamiento: En éste sistema de medición inferencial, el eje de rotación de la hélice es paralelo al flujo del agua. Con un cambio de 90°, el movimiento de la hélice es transferido a un mecanismo de reducción de velocidad que, magnéticamente hace girar el engranaje del totalizador.

Construcción: El cuerpo es de hierro fundido con recubrimiento epóxico que elimina la corrosión. El elemento de medición descansa en la base del cuerpo y está integrado a la plataforma del cierre del medidor, lo que facilita el ensamble y su mantenimiento. El registro es herméticamente sellado y totalmente independiente; se sujeta al cuerpo mediante una abrazadera de gran resistencia y está protegido por una tapa que lo cubre completamente.

Todos los materiales empleados en la fabricación de los medidores tipo WH son de la más alta calidad para asegurar máxima

resistencia a la corrosión y al desgaste, una larga vida de servicio y bajo mantenimiento.

Presión Normal de Trabajo: Hasta 10.0 Kg/cm²

Presión de Prueba: 16.0 Kg./cm²

Temperatura admisible del Agua : Hasta 50°C

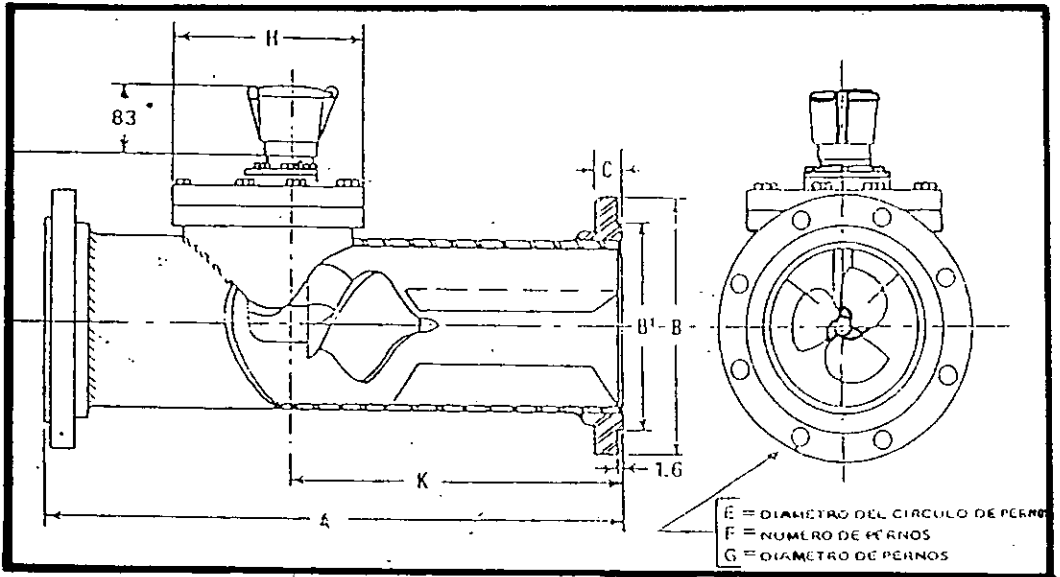
Precisión: 100% +- 5% en el campo inferior (gasto mínimo a gasto de transición). 100% +- 2% en el campo superior (gasto de - transición a gasto de sobrecarga).

Cumplimiento con estandares: NOM-012-SCFI-1993 Clase B

ISO-4064-1993 Clase B

**Descripción y Especificaciones de los Medidores Tipo
Velocidad Propela**

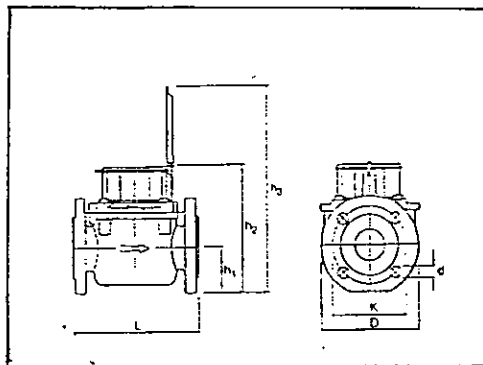
MARCA AZTECA BADGER



Diámetro Nominal mín. pg.	Flujo Normal LPM		LPS		A	B	B'	C	E	F	G	H	K	M	Peso aprox. en Kg.
	mín. - máx.	mín. - máx.	mín. - máx.	mín. - máx.											
150	6	378 - 3785	6.30 - 63.1	56	280	216	25	242	8	15	220	410	194	70	
200	8	454 - 4542	7.57 - 75.7	61	343	270	29	290	8	15	275	425	219	100	
250	10	560 - 5677	9.47 - 94.7	66	407	324	30	362	12	22	275	464	244	135	
300	12	662 - 8516	11.03 - 141.9	71	483	381	32	431	12	22	275	502	270	180	

Descripción y Especificaciones de los Medidores Tipo Velocidad Propela

MARCA DELAUNET



MODELO	WH-50	WH-60	WH-100	WH-150	
CALIBRE	En mm	50	80	100	150
	En pulgadas	2"	3"	4"	6"
CONSUMO NORMAL ADMISIBLE (m ³)	Dos horas diarias	45	150	250	425
	Mensual	1 350	4 500	7 500	12 750
ALCANCE DE LA MEDICION (m ³)	Umbral de la movilidad	0,16	0,27	0,35	0,95
	Gasto Mínimo (q _{min})	0,45	0,70	0,80	2,50
	Gasto de transición (q _t)	0,75	1,25	1,50	3,50
	Gasto permanente (q _p)	30	90	125	250
	Gasto de sobrecarga (q _s)	45	150	250	425
CAPACIDAD DE REGISTRO	Indicación mínima (l)	1	1	1	10
	Lectura máxima (m ³)	1 000 000	1 000 000	1 000 000	10 000 000
DIMENSIONES (mm)	Longitud (L)	210	220	290	340
	Altura del asiento al eje (h1)	75	95	105	135
	Altura total con la tapa cerrada (h2)	214	247	276	345
	Altura total con la tapa abierta (h3)	315	345	377	446
	Diámetro de las bridas (D)	152,4	190,5	228,6	379,4
	Diámetro de paso de los barrenos (K)	120,6	152,4	190,5	241,3
	Diámetro del barreno (d)	19	19	19	22,3
	Cantidad de barrenos	4	4	8	8
PESO NETO APROXIMADO	En kilogramos	10	13	20	32
	EMPAQUE	Medidores por caja	1	1	1

V. - APENDICE

Conceptos:

- Acuífero .- Formación geológica subterránea que contiene agua
- Presión .- Es la carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie (Kg./cm²)
- Gasto .- Es el volumen de agua que pasa por una sección transversal de la corriente en la unidad de tiempo
- Aforo .- Aforar una corriente es determinar instantáneamente la cantidad de gasto.
- Ciclo Hidrológico.-Proceso físico natural que comprende las siguientes fases: evaporación, condensación, precipitación, escurrimiento e infiltración.
- Agua Potable .- Agua adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos para la salud.
- demasías .- Agua excedente en un almacenamiento de capacidad determinada.
- Fuga .- Escape de agua individual de cualquier parte del sistema
- Noria .- Hoyo hecho a cielo abierto, sin el empleo de maquinaria especial y que capte aguas poco profundas.
- Vertedor .- Abertura de forma regular a través de la cual fluye el agua.
- Pozo profundo .- Perforación hecha generalmente con maquinaria especial a diámetro reducido para captar las aguas subterráneas.
- Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.- Es el conjunto de obras de caracteres diferentes que tienen como objeto proporcionar agua a un núcleo de población determinado.
- Líquido .- Es un medio continuo cuya constitución molecular es de tal modo que ofrece muy poca resistencia a los cambios de forma, presentan siempre una superficie libre.

- Gasto Medio** .- Total del volumen de un período de tiempo, dividido entre el número de días del mismo y calculado en litros por segundo.
- Graficador** .- Es una parte del medidor cuyo fin es el de realizar un gráfico, de alguna de las variables a medir.
- Lps** .- Litros por segundo
- Medidor** .- Dispositivo mecánico, eléctrico, electrónico, etc., que totaliza el volumen de agua, contabilizado en unidades de medición (litros, metros cúbicos, etc).
- Medidor de Propela.** - Dispositivo mecánico engranado y conectado a un impulsor en forma de propela.
- Medidor de Presión Diferencial** .- Dispositivo Electrónico que totaliza, el volumen de agua que pasa en una línea de conducción, que trabaja a presión, a través de un elemento primario que recibe la señal de impacto y referencia, se la transmite a un secundario (transmisor, éste a su vez le manda la señal a un receptor, que lo grafica y cuantifica.
- Planímetro** .- Aparato que sirve para medir áreas en superficies planas, delimitadas por una sucesión de puntos como pudiera ser una gráfica o una forma definida. A través de un cálculo matemático se obtiene el área de la superficie que algunos factores de multiplicación pueden traducir en velocidades y/o gastos promedio.
- Presión Dinámica.** - Es la presión que ejerce un fluido en movimiento sobre la cara frontal de un dispositivo utilizado para medir la velocidad de un flujo laminar, a través de un ducto o tubería denominado, " tubo pitot ".
- Tubo Pitot** .- Dispositivo mecánico, que consiste de un vástago que en su interior contiene dos finos tubos, uno de ellos está conectado a un orificio en el frente con el que choca el fluido al ser sumergido en éste (presión dinámica). El otro tubo se conecta a una cara perpendicular al flujo (presión estática).
- Tubo " U "** .- Es un tubo de vidrio de sección circular muy homogénea, en forma de una "u", que forma parte del manómetro diferencial.

VI.- CONCLUSIONES:

Los métodos que se utilizan para llevar a cabo las mediciones son los más indicados y más actualizados de acuerdo al tipo de aforo que se desee.

Los equipos de medición que se utilizan, como son los tubos pitot, manómetros de presión diferencial, registradores de velocidad etc., si no se le dan, mantenimiento preventivo, pueden llegar a, corroerse, a fugar, por lo que se recomienda por la importancia que tienen en la medición su revisión constante, ya que son un patrón para los mismos medidores.

Que los diferentes métodos que se mencionan aquí son los más indicados, para realizarse en las fuentes de abastecimiento para aguas superficiales y subterráneas.

Que los equipos de medición tipo Velocidad Propela requieren de un mantenimiento preventivo constante

Que los equipos de Presión Diferencial son los más sofisticados que hay hoy en día en el mercado, no requieren de mantenimiento constante, pero son muy costosos.

Que es bien importante el conocer las formas correctas de como se debe seleccionar adecuadamente el tipo de medidor para agua en bloque de acuerdo a las necesidades requeridas y conocer las diferentes formas de lectura que existen, para no hacer gastos infructuosos

VII. -BIBLIOGRAFIA

- 1 Tratados y catálogos sobre Medidores de tipo Veocidad-Propela
- 2 Tratados y catálogos sobre Medidores de tipo Presión Diferencial
- 3 Apuntes sobre Hidrometría
- 4 Catálogos de la Dirección General de Normas
- 5 Manual DTIAPA Nº C - 9
CEPIS
- 6 Pitometría en Sistemas de Abastecimiento de Agua.
- 7 Flow Measurement Systems.
- 8 Manual de Calibración de Instrumentos de Presición (SIMCA).