

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA

TESIS DE BACHILLER Y GRADO

INVESTIGACION EXPERIMENTAL SOBRE
LA SELECCION DE MEDIDORES
DE AGUA DOMICILIAR.

WILLY HUGO NEYRA

DANIEL QUINTO PATIÑO

Promoción 1972-1

LIMA - PERU - 1974

A NUESTROS PADRES
Y HERMANOS.

APRECIAMOS Y AGRADECEMOS LA ORIENTACION Y FORMACION,
RECIBIDAS DE NUESTRO ASESOR ING. JORGE PFLUCKER HOLGUIN.

RECONOCIMIENTO :

Los autores de esta obra, deseamos expresar nuestros -
mejores agradecimientos por la excelente colaboración -
y el gran interés que en todo momento encontramos, tan--
to en los señores Ingenieros, como en el personal de --
empleados técnico y administrativo de la Empresa de Sa-
neamiento de Lima (ESAL), que en una u otra forma hi--
cieron posible la realización de esta parte de la inves-
tigación.

AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN RECIBIDA DE LOS SEÑORES -
INGENIEROS, DOCTORES, Y DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO, -
DE LA OFICINA SANITARIA PANAMERICANA (OPS/OMS), QUE -
PERMITIERON HACER FACTIBLE LA REALIZACION DE ESTOS -
TRABAJOS.

DE MANERA MUY ESPECIAL, AGRADECEMOS EL VALIOSO ASESORAMIENTO DEL INGENIERO BERNARDO GOMEZ MORENO, CONSULTOR DE LA OFICINA SANITARIA PANAMERICANA (OPS/OMS), QUE CON SUS ENSEÑANZAS Y GRAN INTERES, NOS ENCAMINO EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACION.

I N D I C E

1ra. PARTE

Pag.

Capítulo 1.- Formulación de la Investigación.

1.1. Antecedentes.....	1
1.2.1. Normas de la American Water Works Association(AWWA).....	4
1.2.2. Normas DIN.....	5
1.2.3. Normas brasileñas ABNT-P-EB 147-1969.....	6
1.2.4. Normas mexicanas DGNB 114-1964.....	6
1.2.5. Especificaciones de catálogos y folletos.	6
1.2.6. Bibliografía especializada.....	7
1.3. Resumen.....	10

Capítulo 2.- Definiciones,Principios de Funcionamien- to y tipos de Medidores.

2.0.Introducción al capítulo.....	13
2.1.Definiciones.....	14
2.2.Funciones de Medidor.....	16
2.3.Partes del Medidor.....	17
2.4.Principios de medida.....	19
A. Principios volumétrico.....	19
B. Principio Inferencial.....	21
2.5.Tipos de medidores.....	24

	Pág.
2.5.1. Sistemas volumétricos.....	24
1. Disco metativo.....	24
2. Pistón oscilante.....	25
3. Pistón alternativo.....	28
4. Pistón rotativo.....	28
5. De tornillo.....	28
2.5.2. Sistemas Inferenciales.....	28
1. Chorro único.....	30
2. Chorro múltiple.....	30
3. Woltman.....	32
4. De Hélice.....	32

Capítulo 3.- Observación del Banco de Prueba, Adiestramiento en la lectura de Medidores - y Curvas Características.

3.1. Objetivos.....	33
3.2. Reconocimiento de las instalaciones y - Mecanismos del Banco de Prueba del Ta- ller de Medidores.....	34
3.2.1. Banco de Prueba.....	35
3.2.2. El Taller de Medidores.....	37
3.2.2.1. Capacidad del Taller.....	39
3.2.2.2. Distribución de los Equipos.....	42
3.3. Observación de los mecanismos y elemen- tos de los medidores.....	43

3.4. Lectura de Medidores.....	49
3.5. Curvas Características.....	52
3.5.1. Determinación de la curva de Errores.	55
3.5.2. Pérdida de carga.....	57
3.5.3. Observaciones.....	58

Capítulo 4.- Ensayos en una Instalación Modelo.

4.0. Introducción al capítulo.....	60
4.1. Procedimiento.....	61
4.1.1. Aforo de los gastos de salida.....	64
4.2. Aforo de salidas de agua inmediatos al medidor.....	66
4.3. Elaboración de los datos.....	68
4.3.1. Tabla de presiones y gastos de las sa- lidas de agua.....	68
4.3.2. Relación de Presiones y gastos.....	69
4.4. Determinación de la Ecuación de la - curva de Relación de Presiones y Gas- tos.....	69
4.4.1. Método de Selección de puntos.....	70
4.4.2. Método de Mínimos Cuadrados.....	74
4.4.3. Comparación y Método Adoptado.....	78

	Pag.
4.4.4. Cuadro Resumen de la Relación de Presiones y Gastos.....	78
4.4.5. Flujos de Salida de los Grifos.....	81
<u>Capítulo 5.-</u> Selección de la zona, tipo investigación por muestreo, Elaboración de formularios.-Conclusiones y Recomendaciones.-	
5.0. Introducción al Capítulo.....	86
5.1. Población de Interés.....	88
5.2. Selección de la zona.....	89
5.3. Tamaño de la muestra.....	92
5.3.1. Características de la zona seleccionada	93
5.3.2. Listado de las viviendas.....	95
5.4. Estudio de la selección del tipo de Investigación por Muestreo.....	104
5.4.1. Método de Elección Aleatoria Simple...	105
5.4.2. Método de Elección Aleatoria.....	105
5.4.3. Método de Elección Opinativo.....	105
5.4.4. Método de Muestreo Adoptado.....	106
5.4.5. Técnica Empleada para elegir la Muestra	106
5.5. Elaboración del Cuestionario.....	108
5.5.1. Diseño del Formulario.....	109

	Pag.
5.6. Mediciones y Registros.....	110
5.7. Procedimiento de la Elaboración de Datos.....	111
5.8. Intervalo de tiempo de la Frecuencia de información.....	111
5.8.1. Ensayo de la Aplicación de los formu- larios.....	113

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Del capítulo 1.....	115
- Del capítulo 2.....	116
- Del capítulo 3.....	116
- Del capítulo 4.....	117
- Del capítulo 5.....	121

ANEXO I

- Formulario No. 1.....Prueba de Precisión	
- Formulario No.2.....Aforo de los Gastos de Salida (Instalación Modelo)	
- Formulario No.2A.....Aforo de los Gastos de Salida (Cambios de Diámetro)	
- Formulario No. 2B.....Aforo de los Gastos de Salida (Cambio de Ubicación de los Grifos)	

- Formulario No. 2 C.....Aforo de los Gastos de Salida
(Cambio de Capacidad del Medidor)
- Formulario No. 2 D.....Aforo de los Gastos de Salida
(Salidas Inmediatas al Medidor).

ANEXO II

- Tabla No. 1.....Presiones y Gastos de las Salidas de Agua.
- Tabla No. 2.....Relación de Presiones y Gastos.
- Tabla No. 3.....Relación de Presiones y Gastos
(Método de Mínimos Cuadrados)
- Tabla No. 1 A.....Presiones y Gastos de Salida
(De las Combinaciones de los Aparatos)
- Tabla No. 2 A.....Relación de Presiones y Gastos
(De las Combinaciones de los Aparatos)
- Tabla No. 3 A.....Relación de Presiones y Gastos
(De las Combinaciones de los Aparatos-
Método de Minimos Cuadrados).
- Tabla No. 4.1.A.....Flujos de Salida del Lav. de Cocina.
- Tabla No. 4.1.B.....Flujos de Salida de Lavamanos
- Tabla No. 4.1.C.....Flujos de Salida de Lav. de Ropa.

2da. PARTE

	Pag.
<u>Capítulo 6.-</u> Aplicación de los formularios y de las recomendaciones-Elaboración de la Información obtenida.	
6.0. Introducción al capítulo	123
6.1. Aforo de las demandas de agua.....	123
6.1.1. Consumos producidos durante la noche y primeras horas de la mañana.....	127
6.2. Aplicación del Cuestionario.....	128
6.3. Elaboración de los Datos.....	129
6.4. Flujos Horarios.....	130
6.5. Frecuencia de Flujos Horarios.....	133
6.6. Porcentaje del consumo que se verifica con diferentes flujos horarios.....	134
6.7. Análisis Estadístico Matemático.....	136
6.7.1. Capacidad Nominal y Porcentaje de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión del medidor.....	139
6.7.2. Consumo Semanal y Porcentaje de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión del medidor.....	143

Capítulo 7.- Error Medio del Medidor- Influencia de

de la precisión del Medidor- Tarifas.

7.0. Introducción al capítulo.....	148
7.1. Error Medio del Medidor.....	148
7.2. Influencia de la precisión del medidor en los registros.....	155
7.3. Comportamiento de los medidores y su relación con las tarifas.....	159

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1.- Aforo de Presiones.....	2
2.- Reajuste de Formularios.....	3
3.- Características de las viviendas	5
4.- Demandas Máximas.....	6
5.- Horas de Máxima Demanda.....	11
6.- Consumo Per-cápita.....	12
7.- Comparación de los diferentes tipos de medidores.	14
8.- Selección del tamaño de Medidores.....	16
9.- Frecuencia de flujos horarios y porcentaje del consumo, que se verifican con diferentes flujos medios horarios.....	18
10.-Capacidad nominal y porcentaje de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión del medidor.....	19

11.-Frecuencia de Información de las demandas instantáneas..... 21

ANEXO III

- Formulario No. 3.....Cuestionario
- Formulario No. 4.....Aforo de Presiones
- Formulario No.5.....Aforo de las Demandas de Agua
- Formulario No.5 A.....Consumos producidos durante la noche y primeras horas de la mañana.

ANEXO IV

- Formulario No. 1..... Prueba de Precisión
- Formulario No. 6..... Flujos Horarios Máximos, Mínimos y Promedio.
- Formulario No. 7..... Frecuencia de Flujos Horarios (Lts/Hr.)
- Formulario No. 8..... Porcentaje de Consumos que se suceden con Flujos Medios Horarios.

ANEXO V

- Formulario No.9.....Variación del % de Agua Consumido por debajo del límite inferior de precisión de Medidor para diferentes capac.

(Método de Mínimos Cuadrados).

- Cálculo del Error Típico de la Estima.

- Tabla No. 6.1.- Correlación de Tres variables:
Consumo (M^3 /semana), capacidad nominal (M^3 /Hr), % de Agua consumida por debajo del límite inferior de precisión- Cálculos.

PRIMERA PARTE

1.- FORMULACION DE LA INVESTIGACION.

1.1 Antecedentes.

El cobro de servicio de agua, basado en la cantidad que consume cada uno de los abonados, requiere la instalación a la entrada de las respectivas conexiones, de un aparato conocido comunmente con el nombre de "medidor", cuya finalidad es la de aforar, registrar y acumular los volúmenes que en cualquier momento pasen por ellas.

Estos aparatos constan en general de tres partes, una de las cuales mide el agua que pasa, otra transmite, convenientemente el número de revoluciones que da el órgano móvil de ella y una tercera registra y acumula los datos recibidos. Los diversos principios y mecanismos que se utilizan en la práctica, para la fabricación de cada una, establecen distintas combinaciones y dan lugar a los

varios tipos que se encuentran en el comercio.

Sin embargo, cualquiera que sea el tipo, modelo o marca de aparato, los medidores se diseñan ajustándose a determinados parámetros que establecen su tamaño y sus condiciones hidráulicas y de medida y definen por tanto el conjunto de propiedades específicas conocidas con el nombre de características. Estos parámetros son: el diámetro nominal y la capacidad nominal.

El diámetro nominal de un medidor puede considerarse como el tamaño de la conexión ideal para la cual se diseñó y corresponde con el diámetro interior de los orificios de entrada y de salida. La capacidad nominal, en cambio, es magnitud del flujo que al atravesar el aparato, produce una pérdida de carga máxima de 10 metros de columna de agua medida entre esos orificios.

Los dos parámetros así definidos no solamente son unos discriminantes que establecen las características de los medidores, sino que sirven también para designarlos y para que los fabricantes fijen las condiciones de trabajo dentro de las cuales ellos garantizan su adecuado funcionamiento.

El empleo del diámetro o de la capacidad nominal para designar los medidores, varía de unos países a otros.

En los Estados Unidos por ejemplo, se usa el diámetro y por ésto sus fabricantes ofrecen aparatos de 5/8", 3/4", -

1", etc. En Europa, en cambio, se utiliza la capacidad no minal y se habla entonces de medidores de 3, 5, 7, etc. me tros cúbicos por hora. La forma como se ligan entre sí, - los dos parámetros puede apreciarse en el Cuadro N°1.1, ~~el~~ elaborado con datos tomados de las respectivas especificaciones.

Con la capacidad nominal se fijan también, las condi ciones de trabajo dentro de las cuales el fabricante garan tiza que sus medidores pueden funcionar sin que se afecten sus propiedades mecánicas y de medida. Generalmente se es tablecen tres limitaciones, una para el máximo registro - mensual, otra para los máximos registros instantáneos y o- tra para los registros diarios. Los más importantes son - los dos primeros.

Los fabricantes europeos limitan los registros men - suales de un aparato, a un número de metros cúbicos no ma- yor de treinta veces su capacidad nominal. En estas condi ciones también se asegura que el medidor funcione sin de - trimento de sus propiedades mecánicas y de medidas.

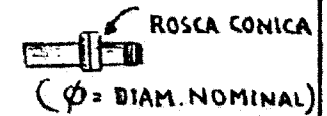
Siendo la carga máxima mensual, la limitación más - factible de conocer y controlar, se constituye en una base para la selección del tamaño de los aparatos.

1.2 Información Disponible.

Las magnitudes correspondientes a cada una de las li

CUADRO N° 1. 1

COMPARACION DE TAMAÑOS DE LOS MEDIDORES



φ	AWWA C-700			DIN - 3260			BRASIL- PEB.147			MEXICO-DGN- B114- 1964				
	Diám. Nom. Pulg.	Rosca R Pulg.	Capac Nom. m3/h	L m.m.	Rosca R Pulg.	Capac Nom. m3/h	L m.m.	Rosca R Pulg.	Capac Nom. m3/h	L m.m.	Rosca R Pulg.	Capac Nom. m3/h	Diám. Nom. m.m.	L m.m.
1/2	-	-	-	-	-	-	-	R3/4	2	165	-	--	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	R3/4	3	165	-	-	-	-
5/8	R3/4	4.5	190	-	-	-	-	-	-	-	-	3	15	190
5/8x3/4	R1	4.5	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	R1	6.8	230	R1	3	190	R1	2	190	-	5	20	190	
	-	-	-	R1	5	190	R1	3	190	-	-	-	-	
	-	--	-	-	-	-	R1	5	190	-	-	-	-	
1	R 1 1/4	11.7	275	R 1 1/4	7	260	R 1 1/4	7	260	-	7	25	260	
-	-	-	-	R 1 1/4	10	260	R 1 1/4	10	260	-	-	-	-	
1 1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	30	260	
1 1/2	-	19.7	323	R2	20	300	R2	20	300	-	20	40	300	
ESPECIFICACIONES EMPLEADAS EN AMERICA LATINA:						AWWA C700-64 (USA), PEB-147-1969 (BRASIL), DIN-3260-1954 (ALEMANIA), DGN-B114-1964(MEXICO).								

- 3A -

* EL PERÚ ADOPTA LAS NORMAS AWWA C-700 Y DIN-3260.

mitaciones, no siempre pueden encontrarse incluídas en las especificaciones vigentes adoptadas por cada país. Tal es así que al revisar las publicaciones disponibles sobre la materia, creemos necesario considerar la situación existente; y éstas son:

1.2.1. Las normas de la AWWA, no establecen ninguna limitación al respecto. Sólo al final de - ellas, entre las varias notas incluídas, como información referente a la prueba y cuidado de los medidores y no como una parte de - las especificaciones, las observaciones y recomendaciones que se hacen son:

a) En la norma C 700 para medidores de des - plazamiento, en el standard adoptado el año 1946, conside - ran que para evitar el excesivo desgaste de los medidores, éstos deben colocarse en posición horizontal y no trabajarse a velocidades destructivas. En las especificaciones, - la capacidad representa el valor máximo del flujo que pue - de pasarse por el aparato en períodos muy cortos o como carga pico que se presente solamente a largos intervalos, ya - que en forma continua puede ser destructiva, aconsejándose también, para flujos continuos de 24 horas, no operar el - medidor a más de 1/5 (20%) de su capacidad.

Posteriormente, en el standard que la susti - tuyó en el año 1964 (C 700-64), al final se encuentra, la misma observación, pero con cierta modificación, respecto -

al trabajo continuo de 24 horas; aceptar flujos no mayores de un tercio (33.3%) de su capacidad.

b) En las normas C 701-47 y C 702-47 correspondientes a los medidores de velocidad (Current Type) y compuestos (Compound Type), respectivamente se incluye la misma observación limitando los flujos continuos a no más de un tercio de la capacidad.

c) El "Meter Manual" (AWWA-MG), publicado por primera vez en el Journal de la AWWA en 1959, en su edición del año 1962 en inglés, y en la traducción al español del mismo año (hecho por AID), considera en el Capítulo 4, que los medidores de disco no deben trabajarse, en forma continua a más de 1/5 (20%) de su capacidad y a más de (33%) 1/3, los de velocidad y compuestos.

El porcentaje para los discos, corresponde a la observación que acompaña a la norma C 700-46 que estuvo vigente hasta el año 1964.

1.2.2. En las normas DIN, no incluyen ninguna estipulación respecto a la limitación de los flujos.

Aunque en ellos se acompañan los antecedentes que contienen sólo una referencia de las conclusiones a que se llegó durante las reuniones previas verificadas en Freiburg y en Mannheim, entre los meses de Setiembre y Octubre de 1952, donde se hace notar, que para fijar flujos que se refieran al desgaste de los aparatos, se requiere hacer estu

dios sobre una serie de diversos factores a base de inves
tigaciones que permitan obtener valores de aplicación ge-
neral.

1.2.3. Las normas brasileñas ABNT P-EB-147-1969, es
tablecen para los hidrómetros de agua fría, mediante la -
Tabla 6-Art. 4.3, los valores máximos para el gasto ins -
tantáneo, carga diaria y carga mensual, en función de la-
capacidad nominal, es decir:

- Gasto instantáneo, igual a la capacidad nominal.
- Carga máxima diaria, es el doble de la cifra que
indica la capacidad nominal.
- Carga máxima mensual, es igual a la cifra que in
dica la capacidad nominal multiplicada por 30.

1.2.4. En las normas mexicanas DGNB 114-1964 para-
medidores de agua fría tipo turbina, el art. 1.1.1, se -
refiere al "Gasto Nominal", considerándolo como máxima -
cantidad de agua que es capaz de registrar momentáneamente
un medidor, así mismo al referirse a la exactitud de
la medición de los aparatos, en el artículo 2.2.1.4, es-
tablece que el rendimiento admisible por día, equivaldrá,
en todos los casos, a dos veces el gasto nominal y el -
rendimiento admisible por mes equivaldrá a 30 veces el -
gasto nominal.

1.2.5. De los catálogos y folletos que son sumi -
nistrados por los fabricantes; generalmente hacen sus re

comendaciones respecto a las limitaciones del flujo adjuntando cuadros que dan las características de los distintos modelos y tamaños. Ejemplo, cuadros número 1.2-(A),- (B), (C).

1.2.6. En la bibliografía especializada, en materia de Instalaciones Interiores de agua y desague, se hacen referencia acerca de la capacidad de los medidores de la siguiente manera:

a) GUY BRIGAUX, Instalaciones Sanitarias.-

... "Su capacidad es variable y se elige en consonancia con el consumo en la derivación conside
rada ... En los casos en que un contador no es suficiente se puede instalar varios ... "(Instalaciones paralelo). p. 11

b) RODRIGUEZ AVIAL, Instalaciones en los edificios.

... "Al elegir un contador hay que atender el -
campo de medida y a la pérdida de carga ..." p.19

c) GALLIZIO, ANGELO. Instalaciones Sanitarias.

El autor después de mostrar un cuadro que relaciona el diámetro en m.m, con la capacidad nominal en metros cúbicos horas de los contadores que normalmente se emplean en Italia, hace referencia a la elección de los mismos, de la siguiente manera:

... "En la elección de un contador debe ponerse mu
cha atención en la pérdida de carga, porque a la ca

CUADRO N° 1.2(A).- CAUDALES MAXIMOS PERMISIBLES (m³)

	Tipo de Medidor	Chorro Múltiple	Disco de Rotación.
Gasto Máximo	1 hora al día	0.50 Q.	0.05 Q
	10 horas al día	0.20 Q.	0.20 Q
	24 horas al día	0.08 Q.	0.10 Q
Volumen Máximo	Por día	2.0 Q.	2.4 Q
	Por mes	30 Q.	36 Q

Siendo, Q= Capacidad Nominal.

(Tomado de la Publicación hecha por Medidores Aztecas-S. A., 1963 "Medidores para Agua de Uso Doméstico".)

CUADRO N° 1.2(B) MEDIDOR BADGER SELLADO DE PROPULSION MAGNETICA TIPO DISCO DE NUTACION
Capacidades y Funcionamiento

SISTEMA DE MEDICION	INGLES			IMPERIAL (3)*			METRICO		
	1/2"	5/8" & 5/8" x 3/4"	Unidad	1/2	5/8" & 5/8" x 3/4	Unidad	13 MM	18 MM & 15X 20	Unid.
(1) Capacidad nominal	20	26	GPM	16.5	21.6	GPM	4.5	6	M ³ /hr.
Gastos máximos recomendados:									
por hora de servicio	10	13	GPM	8.2	11	GPM	2.2	3	M ³ /hr
por 10 horas de servicio	4	5.2	GPM	3.3	4.5	GPM	0.9	1.2	"
por 24 horas de servicio	1.6	2.0	GPM	1.3	1.8	GPM	0.4	0.5	"
Capacidad máxima momentánea	20	26	GPM	16.5	21.6	GPM	4.5	6	"
Cantidades máximas recomendadas:									
por día	2400	3150	GAL	2000	2600	GAL	9	12	M ³
por mes	35,640	46 800	GAL	30,000	39,000	GAL	135	180	M ³
Gasto mínimo: arranque	.026	.028	GPM	.022	.022	GPM	6	6	L/hr.
(2) Límites AWWA de exactitud									
Gasto mínimo con 1/2% de error	1/4	1/4	GPM	1.04	1.04	GPM	280	280	L/hr
Gasto máximo con 1/2% de error	16	20	GPM	13.2	16.5	GPM	3600	4500	L/hr
Gasto mínimo con 5% de error	1/8	1/8	GPM	0.104	0.104	GPM	28	28	L/hr
Calibración del Registro									
Indicación Máxima	.10		GAL	.10		GAL	.001		M ³
Indicación Mínima	1,000,000		GAL	1,000,000		GAL	10,000		M ³
Dimensiones y Pesos									
Large	7 1/2	7 1/2	PGS	7 1/2	7 1/2	PGS	190	190	MM
Alto (max)	4 7/16	4 7/16	PGS	4 7/16	4 7/16	PGS	112	112	MM
Ancho	4	4	PGS	4	4	PGS	102	102	MM
(4) Peso en seco (medidor solo)	4 3/4	5	LBS	4 3/4	5	LBS	2.2	2.3	KG
Peso en seco con conexiones	5 1/2	5 3/4	LBS	5 1/2	5 3/4	LBS	2.5	2.6	KG

NOTAS: (1)* Gasto máximo con 10 MH₂O (14.2 lb/pg²) de pérdida de presión. (3)* 1 galón imperial = 1.2 galones U.S.
(2)* Exactitud aplicable con temperaturas -desde 20° hasta 32°C (70° a 90°F) (4)* Libras avoirdupois (1 lb = 0.454 Kg)

CUADRO N° 1.2(c) SPECIFICATIONS (ROCKWELL SEALED REGISTER WATER METERS)

SERVICE	METER CONNECTIONS
NORMAL OPERATING FLOW RANGE cold water measurement with flow in one direction only. 5/8" size : 1 to 20 gal/min. 3/4" size : 2 to 30 gal/min. 1" size : 3 to 50 gal/min.	5/8" size 3/4" threads 5/8 x 3/4" size 1" threads 3/4 size 1" threads 1 size 1 1/2" threads (All threads are straight pipe, external type, conforming to ANSI B2-1)
ACCURACY 100 ± 1.5% of actual thruput.	MATERIAL main case - bronze measuring chamber - Rocklawn™ standard bronze - optional bottom plate - bronze or cast iron magnets - Alnico piston - hard rubber trim - stainless steel casing bolts - stainless
LOW FLOW REGISTRATION 5/8" size : 95% at 1/4 gal/min. 3/4" size : 95% at 1/2 gal/min. 1" size : 95% at 3/4 gal/min.	
MAXIMUM PRESSURE LOSS 5/8" size : 10.8 psi at 20 gal/min. 3/4" size : 11.0 psi at 30 gal/min. 1" size : 10.9 psi at 50 gal/min.	
MAXIMUM OPERATING PRESSURE 150 psi	
MEASURING ELEMENT oscillating piston	
REGISTER TYPE straight reading, hermetically sealed, magnetic drive. Remote reading unit optional.	• Maximum rates listed are for intermittent flows only. Maximum continuous flow rates are: 5/8" size - 7 gal/min. 3/4" size - 10 gal/min 1" size - 17 gal/min
REGISTRATION AND CAPACITY 5/8" size : 10 gallons or 1 cubic foot/sweep hand revolution (5 odometer wheels) 1000,000 gal. or 100,000 cubic feet. 3/4" and 1" sizes : 10 gallons or 1 cubic foot/sweep hand revolution (5 odometer wheels) 10000,000 gal or 1,000,000 cubic	NOTE : Unless otherwise noted, 5/8" size and 5/8" x 3/4" characteristics are identical. (5/8" x 3/4" designates 5/8" meter with 3/4" connection threads.)

pacidad nominal, que es la que distingue el contador, corresponde la importante pérdida de carga de 10 mts. de columna de agua..."

Luego hace mención de la capacidad mínima en lts/h, a la que el contador empieza a registrar toda el agua que pasa y con la capacidad nominal los denomina campo de medida, concluyendo en:

..."La elección de un contador está sujeta a los tres pormenores siguientes: campo de medida, gasto máximo, pérdida de carga". p. 17-19.

La ilustración respectiva la hace mediante la fig. N°12.

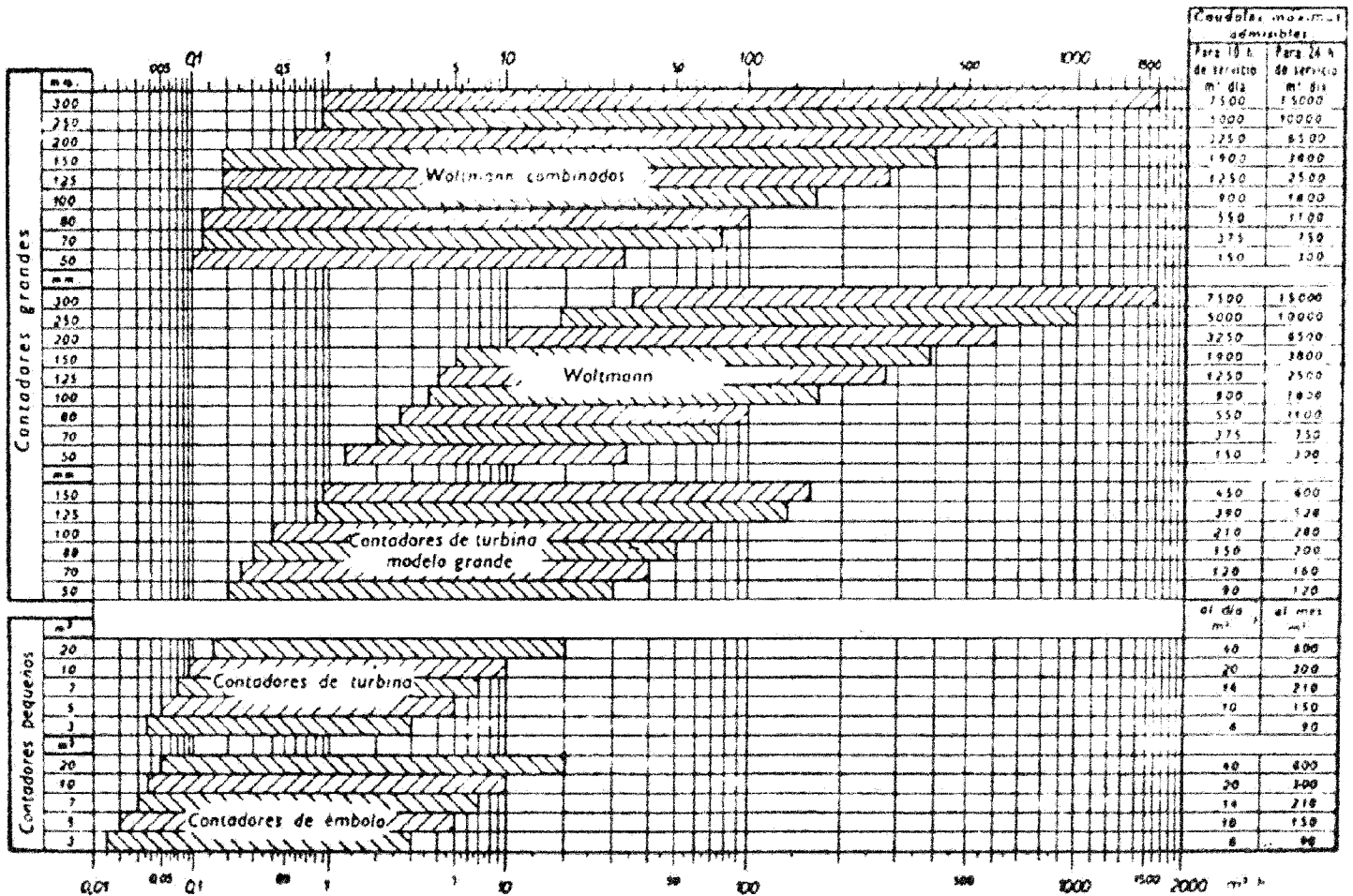


Fig. 12—Campo de medidas y caudales admisibles de los contadores de agua Astran.

(Tomado de la P. 18 - ANGELO GALLIZO "INSTALACIONES SANITARIAS")

d) ORTEGA GARCIA, JOSE. Instalaciones Sanitarias - en vivienda.

Al referirse a los contadores que deben emplearse, sólo menciona las cualidades que deben reunir, en cuanto a dimensiones, mecanismo y construcción de los aparatos. P.40

e) NIELSEN, LOUIS. Diseño Standard en Plomería.

Las observaciones acerca del tamaño del medidor, están hechas de la siguiente manera:

..."Generalmente el tamaño de los medidores está restringido a aquellos que aseguren precisión en la base de consumo y ocupación de las propiedades, y en ningún caso deberán ser mayores (94/95) de un tamaño standard que el machuelo o conexión de la tubería maestra de agua pública..."p. 94-95.

f) COUTINHO ATAUPLHO. Instalaciones Hidráulicas Domiciliarias .. P. 61-62

En el Capítulo 4, concerniente a los Medidores y Limitadores, se dan definiciones acerca de la capacidad nominal del medidor, denominándola descarga característica, (Dc), y del factor de carga o coeficiente de corrección para el régimen de funcionamiento del medidor que conjuntamente con el calibre o diámetro nominal los relaciona en la Tabla 4.1, para efectos de la selección de medidores.

Ver Cuadro N°1.3

CUADRO N°1.3 Capacidades. Diámetros y Gastos admisibles.

m.m	Dc	f (Factores de carga)		
	m ³ /h	Máx.hr.(q')	Máx.10hrs.(q'')	Máx.d.(q''')
15	3	0.5	2	3
20	5	0.5	2	3
25	7	0.5	2	3
30	10	0.5	2	3
40	20	0.5	2	3
50	30	0.5	3	4
65	45	0.5	3	4
80	65	0.5	3	4
100	100	0.5	3	4
125	120	0.5	3	4

(Tomado de la Tabla 4.1 - Pg. 62 - COUTINHO, Ataulpho, "Instalaciones Hidráulicas Domiciliarias").

Observando la información bibliográfica con relación a la limitación de los medidores, para seleccionar el tamaño más adecuado, en su mayoría, se concretan sólo a dar recomendaciones, en algunos casos particulares y en otros referidas a normas vigentes en cada país, resultando de todo ésto, diversos criterios muy generalizados, dada la importancia del problema en un programa de Medidores.

1.3 Resumen

Se puede decir que todas las especificaciones y pu

blicaciones disponibles sobre los medidores domiciliarios en relación a los llamados gastos admisibles, concluyen - en:

- a) La capacidad nominal de un medidor, ha de considerarse como el valor correspondiente al gasto-instantáneo máximo.
- b) Los medidores volumétricos fabricados de acuerdo con las normas AWWA, se recomienda no trabajarlos en forma continua a flujos superiores a un tercio de su capacidad nominal.
- c) Para los medidores de velocidad, la carga máxima mensual, en metros cúbicos, debe ser treinta veces la cifra de su capacidad nominal, y la - carga máxima diaria, será el doble de la capacidad nominal.

En base a estas recomendaciones, los valores obtenidos en el terreno van a constituir, en último término, - la verdadera capacidad de los medidores. No obstante de- que en la selección de medidores influyen muchos factores determinantes en el tipo y tamaño; dependiendo principal- mente de los siguientes:

- Características socioeconómicas de la ciudad.
- Calidad del agua a medirse
- Precisión que se requiere
- Usos y clases del consumo de agua.

- Tarifa y costo de los medidores.

Son éstos, diversos factores que requieren ser estudiados a base de investigaciones que permitan llegar a resultados comparables entre sí y de aplicación general.

En tal sentido la investigación, obedece a esta necesidad, y a dar inicio a la solución de los múltiples problemas que se presentan en la Selección de Medidores; concentrando principalmente toda su atención al estudio de la Demanda Instantánea Máxima, en las conexiones domicilia^{ria} con el fin de abordar la influencia del factor: Uso y clases de Consumo del agua, completándose con las recomendaciones de loa fabricantes, respecto a las limitaciones de flujo, se llegará a escoger el medidor más adecuado.

2.- Definiciones, Principios de Funcionamiento y Tipos de Medidores.

2.0 Intruducción al capítulo.

La redacción de un problema implica el uso de palabras o términos que es preciso definir muy claramente. Esto es aún más necesario cuando se trata de dar definiciones en el campo técnico, donde se acuñan palabras nuevas con frecuencia. Específicamente con relación a los sistemas de medidores, como hemos podido observar a través del capítulo anterior, en las especificaciones, en los catálogos y folletos que suministran los fabricantes de medidores de agua, al explicar los principios que han adoptado para su diseño como al denominar cada una de sus partes, y en la bibliografía especializado; son muchos y diversos los términos empleados; lo cual es ne

cesario unificar el significado de aquellos términos. Con tal fin se ha tomado como guía el "Manual de Referencia de Medidores de Agua Domiciliaria", tomo I, de la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.).

Las definiciones y los conceptos vertidos en el presente capítulo y en los sucesivos están orientados a dar me jo r entendimiento a los objetivos que tratamos de conseguir con nuestra investigación.

2.1 Definiciones.

Medidor.- Como forma abreviada de "Medidor Domiciliar" dispositivo empleado en los servicios de agua que se instala en la entrada de las conexiones domiciliarias, con el fin de aforar los volúmenes de agua consumidos cuya lectura periódica sirve de base para el cobro del servicio de agua. Es sinónimo de "Contador" y de "Hidrómetro" (se emplea en Brasil).

Conexión Domiciliar.- Conjunto de tuberías y accesorios que se derivan de un ramal de distribución y que está destinado al abastecimiento de agua de una determinada finca.

Estado de Medidor.- cifra que indica en un momento da do de la serie de consumos acumulados y registrados en un medidor, el sinónimo es Registro; en algunos países se utiliza el término: Lectura de Medidor.

Consumo.- volumen total de agua durante un tiempo -

cualquiera.

Gasto.- volumen de agua que pasa por una determinada sección en la unidad de tiempo. Se emplea como sinónimos: "Consumo Unitario", "Rata de flujo".

Nutación.- movimiento periódico que adquiere un disco, cuando un eje normal a su centro y solidario con él, - manteniendo fijo este punto, describe un círculo con el - otro extremo.

Cambio de Dirección que se manifiesta en el el - elemento móvil del órgano de medida de los medidores volumétricos de disco, cuando el extremo del eje normal al disco da una revolución completa.

Cámara.- recipiente de forma característica y capacidad fija y conocida que se emplea en los medidores volumétricos para el aforo del agua.

Diámetro de un Medidor.- diámetro interior de los - orificios de entrada y salida de un medidor.

Diámetro Nominal.- magnitud convencional, empleada - para expresar el diámetro de un medidor, que en principio es el del conducto para el cual se diseñó. En la práctica generalmente concuerda con el interior de los orificios de entrada y salida del aparato.

Sistema de Alimentación Directa.- conjunto de tuberías que permiten el suministro de agua a los diferentes - puntos de consumo (entre los aparatos sanitarios), directa

mente por la presión de la red pública.

Sistema de Alimentación Indirecta.- suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) cuando no es directamente por la presión de la red pública.

Sistema Mixto de Alimentación.- alimentación de los puntos de consumo por la adopción simultánea de los sistemas directo e indirecto.

Presión de Entrada.- presión a la que se somete el medidor de una conexión domiciliar, cuando existe consumo en los puntos de agua de la instalación.

Demanda.- volumen de agua que pasa en cualquier intervalo de tiempo, originado por cualesquiera de los aparatos y las salidas de agua de la instalación.

Demanda Instantánea.- volumen de agua que pasa en una determinada unidad de tiempo, cualquiera que sea la salida de agua que la origina.

2.2 Funciones del Medidor.

El objetivo del medidor domiciliar, es medir el consumo de agua que realmente se suministra a una conexión. En base del cual se cobrará el valor del servicio correspondiente.

Como el agua es conducida por una tubería de derivación de la red pública hasta el medidor y desde éste, parte la red interior de distribución por la que llega el

agua a los diferentes aparatos sanitarios, entonces el medidor debe reunir las siguientes condiciones:

- i) Soportar las variaciones de presiones estáticas y dinámicas existentes en cualquier punto del sistema de distribución donde se encuentran.
- ii) Registrar cualquier volumen de agua con todos los gastos que se produjeran en la conexión, de tal manera que la pérdida de carga que se origine, permita una presión residual satisfactoria para no restringir la demanda.
- iii) Resistir las condiciones de trabajo en la conexión domiciliar, sin que se afecten sus propiedades mecánicas y de medida.

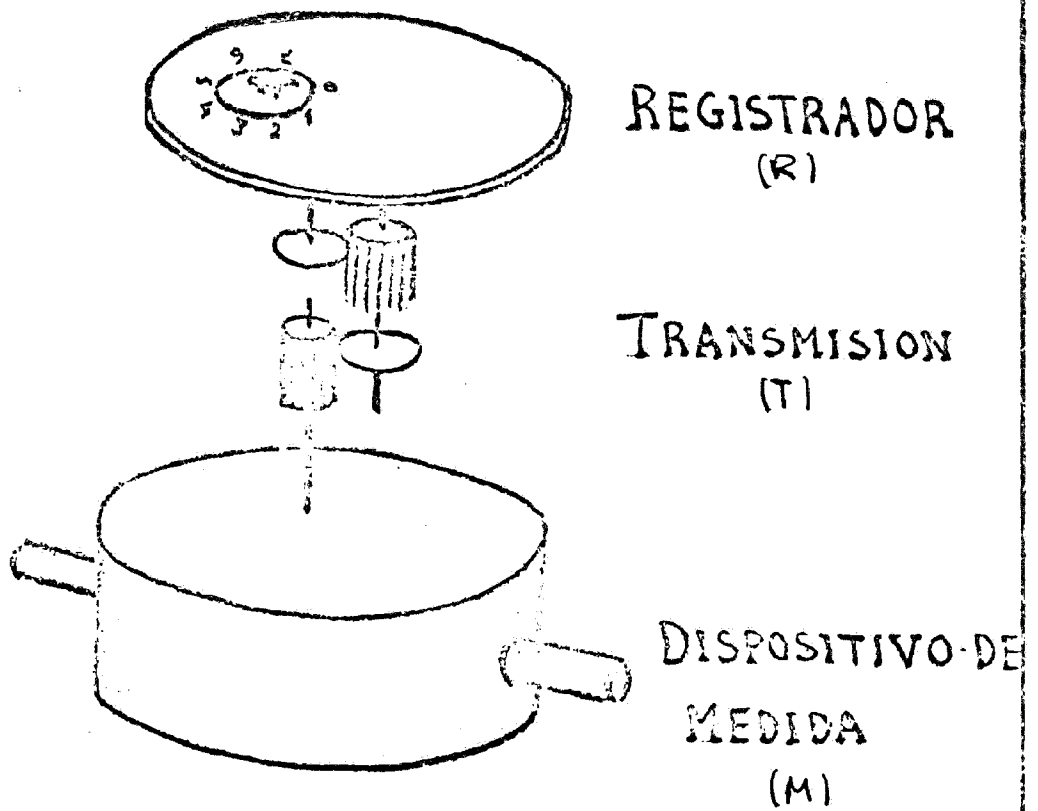
2.3 Partes del medidor.

Básicamente cualquier medidor domiciliar, estará constituido de tres partes esenciales:

- a) Dispositivo de medida (M)
- b) Transmisión (T)
- c) Registrador (R)

Conforme se ilustra en la fig. 2.1. p. 18

a) El dispositivo de medida, está en contacto directo con el agua, para aforar las cantidades que fluyen por él, a base de un movimiento que depende del principio de medición que se esté empleando.



ESQUEMA ILUSTRATIVO DE LAS PARTES
DEL MEDIDOR

FIG. 2-1

b) La transmisión, está constituida por un tren de engranajes, accionados por el dispositivo de medida. Tiene a su cargo la comunicación del movimiento que se origina en el dispositivo de medida, en forma de un número de revoluciones proporcional a la cantidad de agua aforada, de tal manera que pueda ser registrada.

c) El registrador, por medio de este elemento se van indicando y acumulando los consumos aforados por el dispositivo de medida, que son comunicados por la transmisión.

El conjunto de estas tres partes, constituyen el medidor domiciliario en sí, los cuales pueden combinarse para definir un modelo característico a base de los diferentes principios de medida.

2.4 Principios de medida.

Existen dos principios de medición para establecer dispositivos de medida, de un medidor domiciliario, ellos son:

A.- Principio volumétrico.

B.- Principio inferencial.

A.- El de medida volumétrica o de desplazamiento positivo, afora el consumo de agua por el número de veces que se llena y desocupa una cámara o recipiente de volumen determinado; en forma sucesiva.

En la figura 2.2, p.20, se trata de ilustrar el

ILUSTRACION DEL PRINCIPIO INFERENCIAL

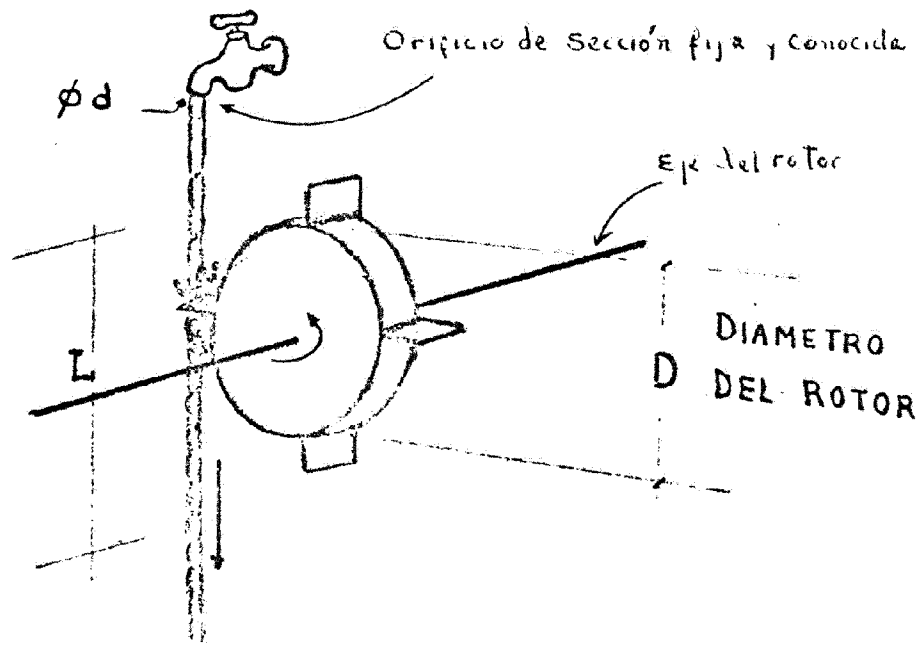
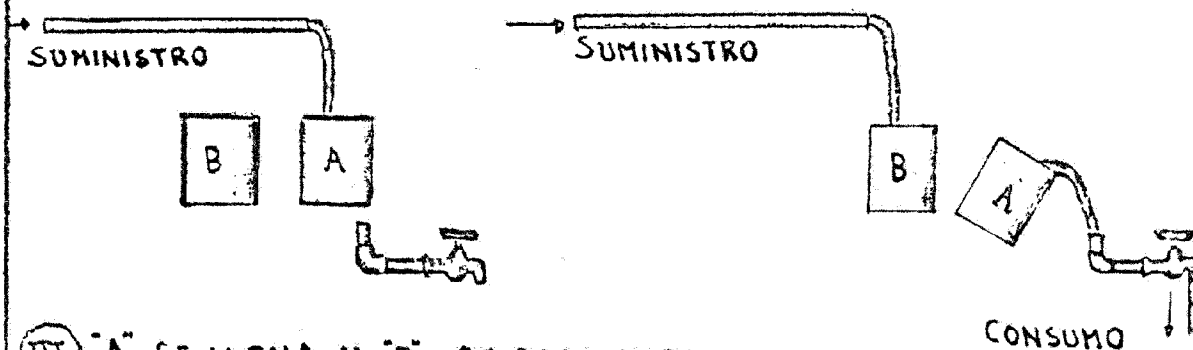


FIG. 2-3

ILUSTRACION DEL PRINCIPIO VOLUMETRICO

① LLENADO DEL RECIPIENTE "A" ② "A" SE DESOCUPA Y "B" SE ESTÁ LLENANDO



③ "A" SE LLENA Y "B" SE DESOCUPA

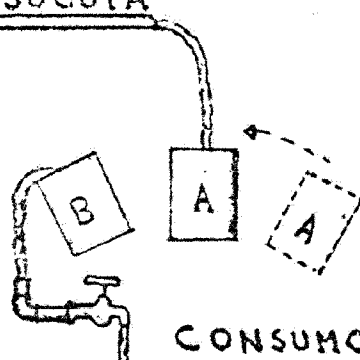


FIG 2-2

principio empleando dos recipientes de igual capacidad, - siguiendo un movimiento periódico que lo llena y desocupa. El volumen buscado se obtendrá contando el número de veces que se repite una operación completa, y multiplicando el - número total de veces por la capacidad conocida de los re- cipientes.

B.- El principio inferencial, deduce el volumen de - agua que ha pasado, del número de revoluciones que da una- rueda tipo turbina accionada por el flujo de agua.

El principio se ilustra con la fig. 2.3, p. 20 donde se encuentra un orificio de sección fija y conocida, para- la entrada de agua en forma de chorro y un rotor de diáme- tro fijo. El volumen de agua será igual al número de revo- luciones (N) del rotor, multiplicado por la constante (K), que depende de la superficie del orificio (S) y del diáme- tro (D) del rotor, ésto es:

$$\text{Volumen de agua} = K \times N$$

El número de revoluciones (N) dependerá únicamente - de la velocidad del chorro, para un determinado orificio y un determinado rotor.

Tomando datos de la fig. 2.3 p.20, se tiene:

N: Número de revoluciones del rotor

D: Diámetro del rotor

d: Diámetro del chorro

L: Longitud de chorro a considerarse. Siendo:

$$\text{área del chorro} = \bar{n} d^2/4$$

$$\text{perímetro del rotor} = \bar{n} D$$

$L = (\bar{n}) (D) (N) \dots$ (en función del número de revoluciones)

$$\text{volumen de agua} = \text{área de chorros}(L)$$

$$= \frac{\bar{n}d^2}{4} \times \bar{n} N$$

$$\text{Volumen de agua} = (2.465 d^2 D) . N$$

Sea:

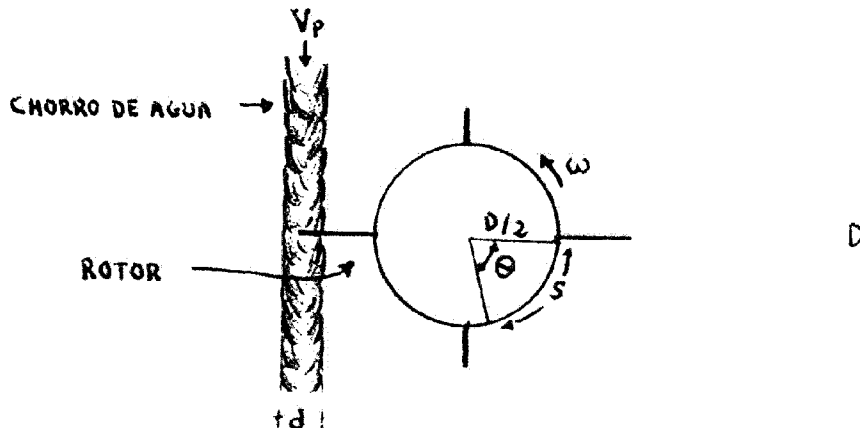
$$K = (2.465 d^2 D)$$

(constante que depende de la superficie - del orificio y del diámetro del rotor).

Entonces:

$$\underline{\text{Volumen de agua} = K \times N}$$

Asimismo, se puede expresar el volumen de agua que pasa a través del rotor, en función del tiempo y de la velocidad promedio del chorro. Es decir,



siendo:

V_p : Velocidad promedio del chorro

w : Velocidad angular del rotor

t : Período de tiempo que demora en rotar un ángulo θ , el rotor.

Entonces:

$$V_p = wD/2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\theta = wt \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{de (1): } w = 2V_p/D \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando (3) en (2) :

$$\theta = 2 V_p \cdot t/D \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Pero, } S = \theta \cdot D/2 \dots\dots\dots (5)$$

Reemplazando (4) en (5) :

$$S = 2V_p \cdot t \cdot D/D \cdot 2$$

$$S = V_p \cdot t$$

Luego:

$$\text{Volumen de agua} = \text{área del chorro} \times S$$

Por lo tanto:

$$\underline{\underline{\text{Volumen de agua} = (0.785 d^2) V_p \cdot t}}$$

Sea:

$$K' = (0.785 d^2)$$

(constante que depende del diámetro -
del chorro)

$$N' = V_p \cdot t$$

(Número de revoluciones del rotor en función de la velocidad promedio del chorro y del tiempo).

Entonces:

$$\underline{\text{Volumen de agua} = K' \cdot N'}$$

2.5 Tipos de medidores.

De acuerdo con los principios enunciados en el acápite 2.4, puede adoptarse diferentes sistemas para caracterizar y definir el tipo de medidor, ellos son:

- Sistemas volumétricos
- Sistemas inferenciales.

2.5.1 Sistemas volumétricos.

Estos medidores cuentan con una cámara de volumen conocido; dentro de ella, un dispositivo móvil que se desplaza periódicamente con el paso del agua. Pudiéndose emplear los siguientes mecanismos tipos:

- (Empleados actualmente)
- 1.- Disco nutativo
 - 2.- Pistón oscilante
 - 3.- Pistón alternativo
- (En desuso)
- 4.- Pistón rotativo
 - 5.- De tornillo

1.- Disco nutativo.- El disco plano o cónico, ubicado den-

tro de la cámara formada por dos conos invertidos y un sector esférico, cubre completamente el volumen de dicha cámara, con un movimiento de nutación, que lo adquiere al ro - tar el extremo superior de su eje normal.

Conforme se ilustra con la fig. 2.4A pág. 26, es necesario colocar un tabique que divida radialmente la cámara, ya que los diámetros del disco se mueven sobre un plano vertical; mantener siempre apoyado el eje normal al disco sobre un tronco de cono, de ángulo igual al que forman dos posiciones opuestas del disco, que mantendrá su centro inmóvil mediante una esfera; además es necesario perforar dos orificios a uno y otro lado del tabique, lo que permitirá la entrada y salida del agua, de tal manera que la diferencia de presiones impulse al disco, originando el movimiento de nutación.

Por otro lado, para el disco de forma cónica, que pocas veces se emplea, las tapas de la cámara serán cónica - (superior) y plana (inferior). Ver fig. 2.4B p. 27.

Para contrarestar la tendencia del disco a girar en el sentido de la entrada del agua, algunos emplean apoyos - cilíndricos en los discos, colocándolo en el lado de la salida del agua. (ver fig. 2.5 pág. 27)

2.- Pistón oscilante.- La cámara lo constituye un cilindro cerrado en sus bases por dos planos y el dispositivo móvil es otro cilindro, interior, que se desplaza con un movi -

ILUSTRACION DEL MECANISMO DE DISCO NUTATIVO

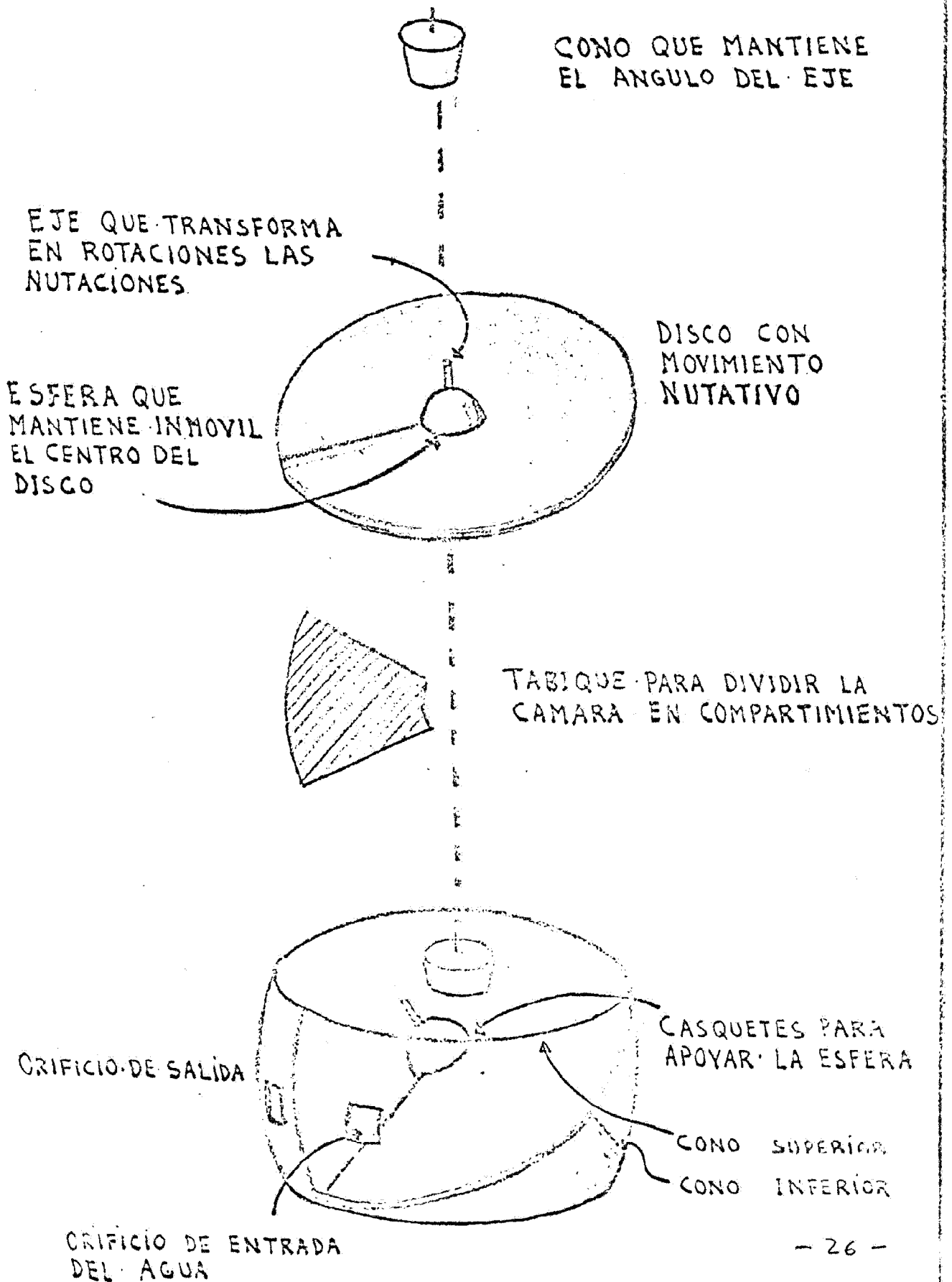


FIG. 2-4 A

miento semi-rotatorio, permitiendo descubrir el volumen de la cámara en cada oscilación, apoyándose en el sistema de biela y manivela.

La fig. 2.6 p. 29, muestra los elementos que integran el sistema de pistón oscilante, y las secuencias de funcionamiento del pistón, al ser desplazado por el flujo de agua que atravieza la cámara.

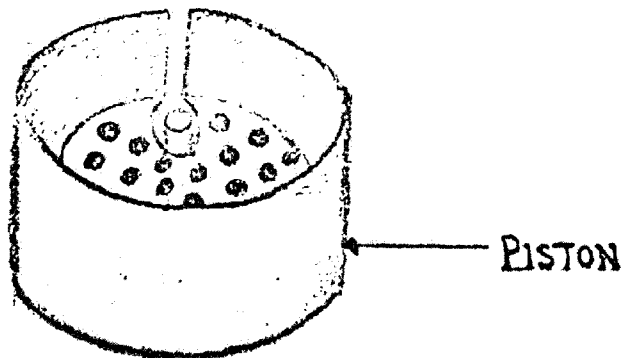
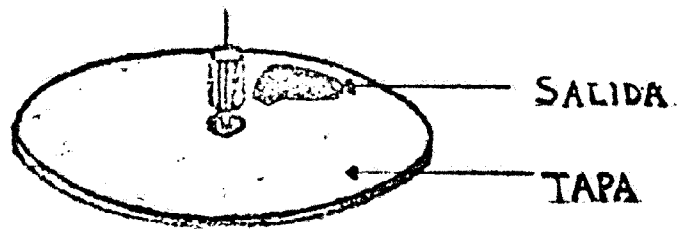
3.- Pistón alternativo.- apoyado en un sistema de biela y manivela, se transforma el movimiento de vaivén del pistón en una rotación, cuando llena y desocupa el cilindro de volumen conocido.

4.- Pistón rotativo.- La cámara es un cilindro que cubre excéntricamente a otro, en forma de tambor, provisto de aspapas que se desplazan radialmente al rotar el órgano móvil, (tambor), por la diferencia de presiones entre la entrada y salida, lo cual permite un flujo continuo del agua.

5.- De tornillo.- La cámara esta formada por tres cilindros verticales, dispuestos en tal forma que se adaptan a tres tornillos que constituyen el órgano móvil y giran entre sí dentro de ella, impulsados desde el extremo inferior por donde entra el agua que se desplaza a través de ellos.

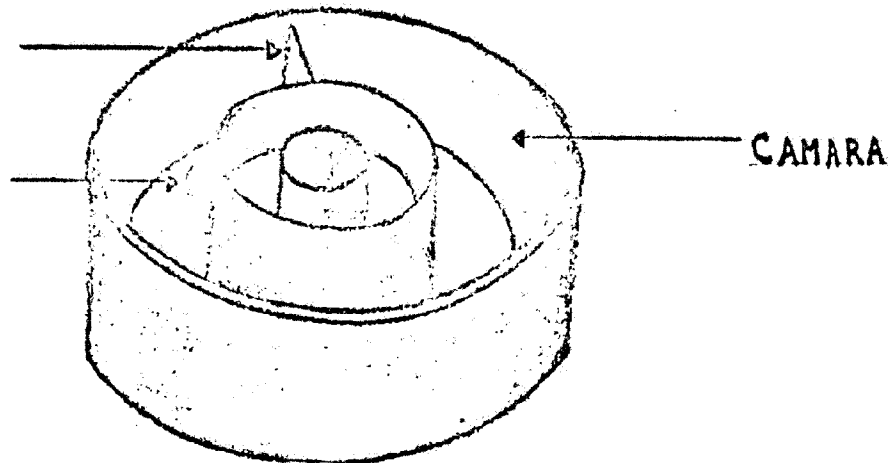
2.5.2 Sistemas inferenciales.

El dispositivo de medida de estos aparatos se diseñan de acuerdo al principio inferencial por lo que conse



TABIQUE

ENTRADA



ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PISTON OSCILANTE

FIG. 2-6

cuentemente se les conoce con el nombre de "Medidores de Velocidad".

De la combinación de funcionamiento del rotor y el orificio de entrada del agua, resultan los siguientes tipos de medidores:

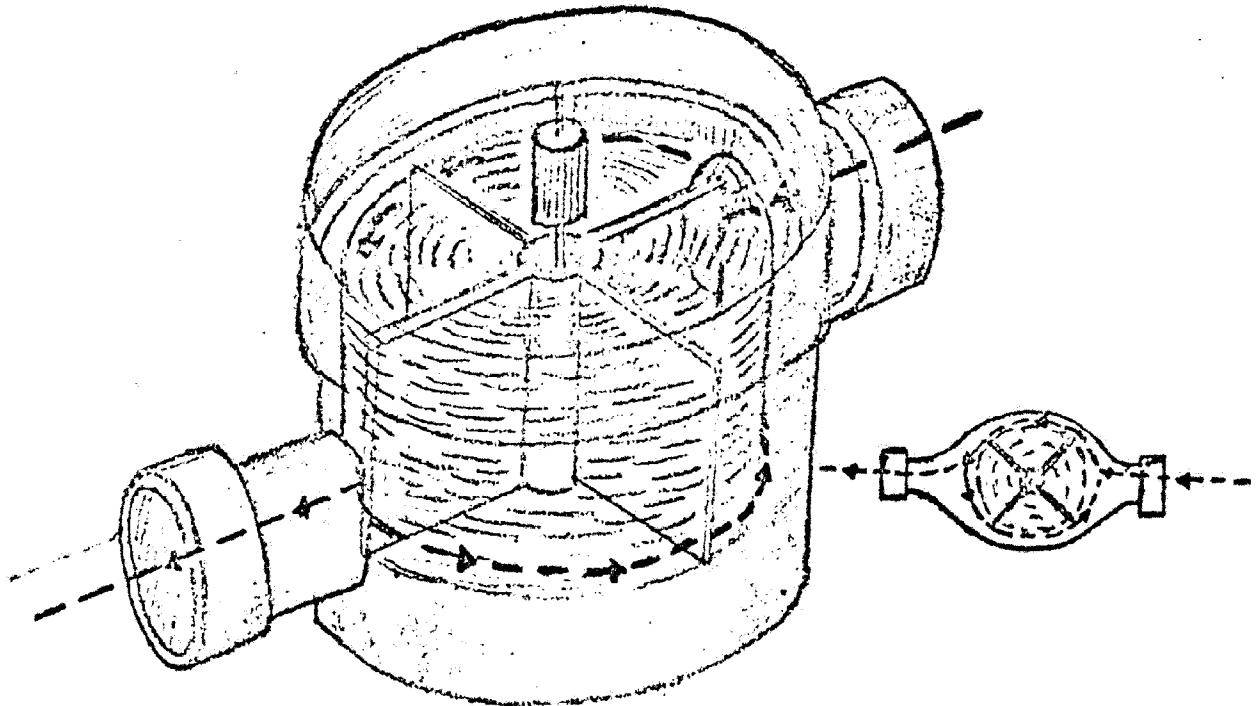
- 1.- Chorro único
- 2.- Chorro múltiple
- 3.- Woltman
- 4.- De Hélice.

De los cuales a los dos primeros se le denominan también, "Tangencial", o "De chorro", por la incidencia perpendicular que tiene el flujo de agua con el eje del rotor; y a los otros dos se les llama "Axiales", porque el agua fluye paralelamente al eje.

1.- Chorro único.- sólo poseen un orificio de entrada y uno de salida opuesto en tal forma que el agua fluya a través del espacio libre, existente entre la pared interior de la cámara y el extremo libre de las paletas del rotor, produciendo la rotación de éste. Ver fig. 2.7A. - p.31.

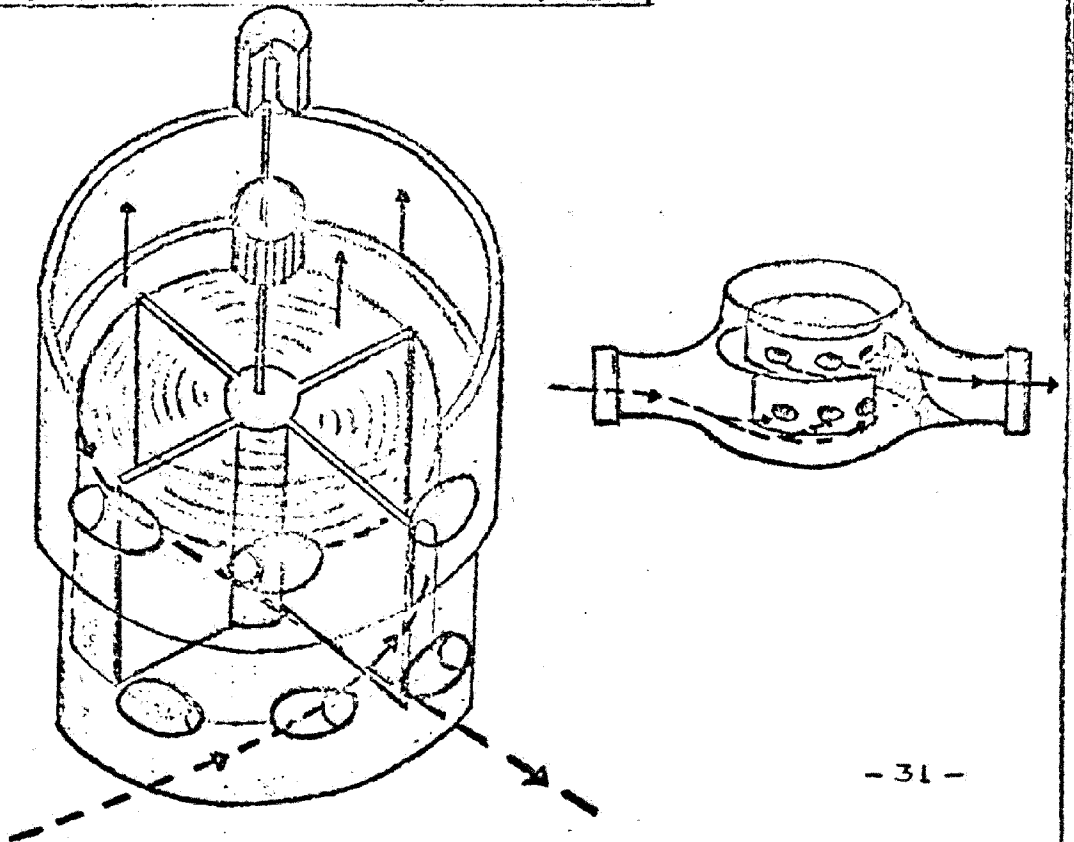
2.- Chorro múltiple.- los orificios de entrada y salida están constituidos por varias perforaciones, dispuestos alrededor de la cámara de dos planos, uno inferior (entrada) y otro superior (salida), lo cual permite que el flujo de agua haga girar al rotor desde diferentes di

MEDIDOR DE CHORRO UNICO



CUADRO "A"

MEDIDOR DE CHORRO MULTIPLE



CUADRO "B"

FIG. 2-7

recciones para contrarestar los esfuerzos laterales. Ver fig. 2.7B.p.31

3.- Woltman.- se emplean en conexiones domiciliarias con altos consumos o edificios multifamiliares, si los caudales son relativamente constantes.

4.- De Hélice.- se emplean principalmente para tuberías de distribución, conducción, descarga de pozos, etc.

3.- Observación del Banco de Prueba, Adiestramiento en la-
Lectura de Medidores y Curvas Características.

3.1 Objetivos.

- 1.- Reconocimiento de las instalaciones y mecanismos del Banco de Prueba del Taller de Medidores de la Empresa de Saneamiento de Lima (ESAL).
- 2.- Observación de los mecanismos de las diferentes partes de un medidor.
- 3.- Adiestramiento en la lectura de medidores de agua domiciliar de los diferentes tipos y marcas existentes en el comercio, (Rockwell, Badger, Aquametro, Azteca, Kent, etc.).
- 4.- Determinación de la "Curva de Errores" del medidor y hacer comparaciones entre los distintos tipos de aparatos.

El acotamiento de estos objetivos obedece a la necesidad de dar inicio a la fase operativa de la investigación, siguiendo el orden y el modo más conveniente para lograr su realización.

3.2 Reconocimiento de las instalaciones y Mecanismos - del Banco de Prueba del Taller de Medidores.

Es necesario tener familiaridad con los equipos y herramientas, con los cuales se van a trabajar, para el adecuado empleo de ellos, con tal fin se observó las instalaciones y elementos que conforman el Taller de Medidores.

El Taller de Medidores, es uno de los equipos de trabajo organizado para el mantenimiento y reparación de los medidores, dotado de personal, herramientas, instrumentos, dedicados específicamente a reparar, calibrar, - hacer el ajuste y las pruebas de los medidores, cuyas funciones se realizan en el "Taller". Consta de los siguientes elementos:

Bancos para desarmar y reparar

Equipo de limpieza para medidores

Banco de Pruebas.

Armarios para medidores, repuestos y herramientas.

Personal administrativo y obrero.

De éstos el más importante es el Banco de Prueba, - donde concentramos principalmente las actividades para -

satisfacer las exigencias de la investigación.

3.2.1 Banco de Prueba

Equipo de Taller, destinado al control de las reparaciones de los medidores y asegurar el buen funcionamiento de ellos. Está constituido de las siguientes partes: (Ver fig. 3.1 p.36.)

- 1.- Válvula para el control de entrada del agua.
- 2.- Dispositivo hidráulico, para el ajuste de los medidores.
- 3.- Soporte para el medidor.
- 4.- Anillos y empaquetaduras, para adaptar el diámetro nominal de los medidores de (5/8" a 1").
- 5.- Indicador de gastos (Rotámetro).
- 6.- Válvula reguladora del gasto.
- 7.- Tanque calibrado, para el aforo del volumen total de agua pasada por el medidor. Provis- to de un vidrio para indicar el volumen de agua correspondiente.
- 8.- Llave de cierre y abertura del flujo de agua- entre los orificios de entrada y salida del medidor; para controlar la pérdida de carga real que le corresponde.
- 9.- Niples de acoplamiento.
- 10- Banco de apoyo.

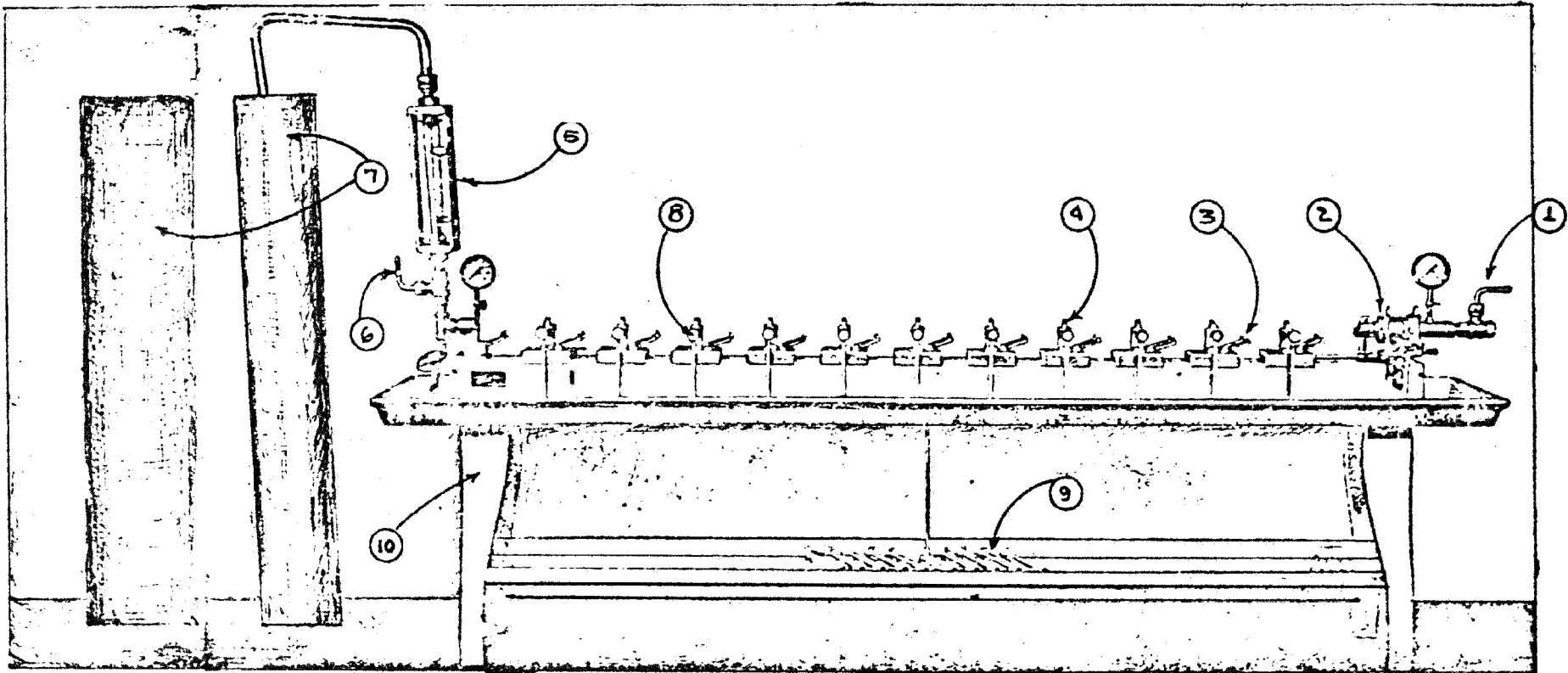


FIG. 3.1. - BANCO DE PRUEBA.

Otro sistema empleado, para el ajuste de los medidores es el de tornillo, colocado en el extremo opuesto al tanque, que los comprime a manera de una prensa de tornillo. Es decir, es de operación manual y lenta, pero adaptable para diferentes diámetros de medidores. (Empleado en el Banco de Prueba del Ministerio de Vivienda).

Además del tanque calibrado que sirve como patrón de medida del tipo volumétrico, existe el de tipo gravimétrico, que afora indirectamente el volumen total de agua que a pasado por el medidor, por la diferencia de pesos entre el recipiente vacío y conteniendo agua. Son menos prácticos que los primeros.

3.2.2 El Taller de Medidores.

Dada la importancia que tiene el Taller, en el sistema de medidores, es necesario contar con mayor información acerca de su necesidad, importancia y funciones; con tal fin describiremos a grandes rasgos los conceptos que deben tenerse en cuenta.

La necesidad del Taller, proviene de la naturaleza misma de los aparatos a tratarse, éstos son los medidores, que requieren el control y conservación para su buen funcionamiento ya que de este factor depende todo el sistema de medidores que a su vez se logra con el buen servicio que permanentemente se les preste, he ahí la importancia

del Taller de medidores.

Básicamente, debe cumplir las funciones de revisión, reparación y probar los medidores, para lo cual se debe:

- a) Programar y ejecutar el mantenimiento
- b) Reparar los aparatos
- c) Comprobar su funcionamiento.

Estas labores requieren que se dispongan de:

Una oficina para el control del sistema de mantenimiento.

Un Taller convenientemente dotado y organizado para revisiones, reparaciones y pruebas.

Personal capacitado para esas funciones.

Debe diseñarse el Taller en base a las siguientes consideraciones:

1.- El planeamiento del Taller, deberá ser de acuerdo a las necesidades de cada localidad, esto es, si se debe considerar el requerimiento de las instalaciones extensas y complejas.

2.- Tener conocimiento de la envergadura de los programas de trabajo y la magnitud de los equipos, como también el espacio disponible.

3.- Relacionar los elementos que integren el Taller con las zonas de trabajo.

4.- Contemplar en el diseño las necesidades actuales y futuras, de tal manera que pueda verificarse por etapas-

definidas, considerando el número de medidores en servicio, para que de esta manera pueda preverse una solución económica racional, es decir, desarrollar programas de mantenimiento con el mínimo de recursos disponibles.

3.2.2.1 Capacidad del Taller.

La capacidad de un Taller, está en función del número de medidores en servicio que deba atender, para lo cual debe considerarse:

- a) El período de tiempo durante el cual el Taller tenga que atender las necesidades.
- b) El crecimiento anual del número de medidores en servicio.

Tomando como base un período de vida de 20 años, para los equipos y el local, el período de diseño no deberá sobrepasar de este límite, que más bien puede ser menor, dependiendo de los recursos económicos.

En cuanto al ingreso anual del número de medidores, se considerará igual al incremento de suscriptores, por lo que para satisfacer las necesidades del Taller, durante el período de diseño, se calculará en función a este aumento.

Además de tomar en cuenta estas consideraciones para determinar la capacidad del Taller, se debe agregar los programas de revisión rutinaria y los casos de emergen

cia, que diariamente pueden presentarse.

A partir del programa de rutina se estimará el número de medidores que diariamente deban revisarse, durante un período de tiempo establecido. Esto es, si en 1,960 se inició la instalación de medidores, y en 1,975 se calcula llegar a tener 30,000 medidores en servicio, con una revisión por cada 5 años, entonces entre 1,975 y 1,980 será necesario revisar 6,000 por año, es decir, entre 15 y 20 días; si se diseña el Taller para atender las necesidades hasta 1,980, esa será su capacidad de revisiones rutinarias.

Para atender las reparaciones de emergencia, deberán considerarse los factores que influyen, los cuales complican la programación; por esto para determinar la capacidad que debe tener el Taller, se puede emplear los siguientes criterios:

a) Sistema indirecto, considerando datos estadísticos de otras ciudades similares, y adaptarlos a los recursos disponibles.

b) Sistema directo, que consiste en buscar los propios datos estadísticos, y para poder contar con ellos, se hará estudios por etapas (cada 5 años), empezando a atender las revisiones rutinarias. Durante estos primeros 5 años, no será necesario atender sino las reparaciones de emergencias solamente, pudiéndose llevar un registro del -

número de reparaciones diarias por cada 100 medidores instalados.

Con estos registros podrá conocerse la necesidad de aumentar la capacidad del Taller, para una segunda etapa.

Una vez establecida la capacidad del Taller, el número de bancos de prueba se fija en base a los siguientes datos:

- a) Número de medidores que van a pasar diariamente por el Taller.
- b) El número de pruebas que se van a realizar y la duración de cada una de ellas, pudiendo ser una de entrada y dos de salida.
- c) Número de horas diarias de trabajo, que está de acuerdo al de la jornada normal de la localidad.

Si el Taller tuviera una capacidad para 20 medidores diarios, con 8 horas de trabajo, el banco de prueba requerido sería:

Suponiendo que en cada prueba pasan 100 litros, 20 y 30 litros; aflujos de 2,500 litros por hora, 180 y 60 litros por hora, respectivamente, con una duración de media hora. En estas condiciones, el banco podrá ser más de 16 pruebas en las 8 horas, pero por un margen de seguridad se baja el 25%, ésto es, suponer solamente 12 pruebas por día. Entonces, si se consideran 3 pruebas por medidor, el número total a probarse será de 60 diarios; por lo que la capacidad-

de banco será de 5 unidades, como mínimo.

Por otra parte el número de personal que se requiere para realizar las funciones de reparación y prueba está supeditado a la necesidad de cada Taller, por lo que no podemos fijar un número exacto requerido. Sin embargo debe tomarse en cuenta el rendimiento del personal como un índice del total de operarios que se requiere en el Taller. Se estima que un operario puede reparar 20 medidores por día.

3.2.2.2 Distribución de los Equipos.

Para que el Taller pueda atender satisfactoriamente sus funciones de revisión, reparación y prueba de los medidores, requiere contar con los siguientes elementos básicos:

Banco para desarme de medidores.

Equipo de limpieza de los aparatos.

Banco de reparaciones.

Banco de prueba.

Estantes para aparatos.

Que a la vez deben definirse y disponerse de tal manera que economicen espacio, reduzcan a un mínimo los movimientos del personal y faciliten el trabajo, para el logro del máximo rendimiento. Asimismo, las relaciones entre uno y otro centro deben permitir una secuencia lógica en

el proceso de mantenimiento de los medidores en el Taller. Esto se ilustra con el esquema de la p. 44, fig. 3.2.1.

Para seguir este proceso se debe distribuir los equipos a distancias que permitan los movimientos necesarios del personal y puedan trabajar cómodamente.

Se recomienda que el banco de reparaciones este siempre entre el banco de desarmes y el de pruebas (para reducir movimientos en la limpieza y en la reparación).

En la fig. 3.2.2, pág. 45, se ilustra la distribución de los equipos (sin banco auxiliar), y el esquema de movimientos respectivos.

Estos principios enunciados permiten encontrar varias distribuciones que pueden adaptarse a las necesidades y recursos disponibles que tenga cada Taller de Medidores.

3.3 Observación de los mecanismos y elementos de los medidores.

Las diferentes partes del medidor, dispositivo de medida (M), transmisión (T), y registro (R), que se distinguen directa o indirectamente según el diseño adoptado para un determinado modelo. Esto es, que en algunos se reúnen la transmisión con el registrador, en una unidad, pudiendo estar en contacto con el agua, sumergidos al igual que el dispositivo de medida; lo cual da origen a tener que consi

Fig.3.2.1. PROCESO DE REPARACION DE LOS MEDIDORES

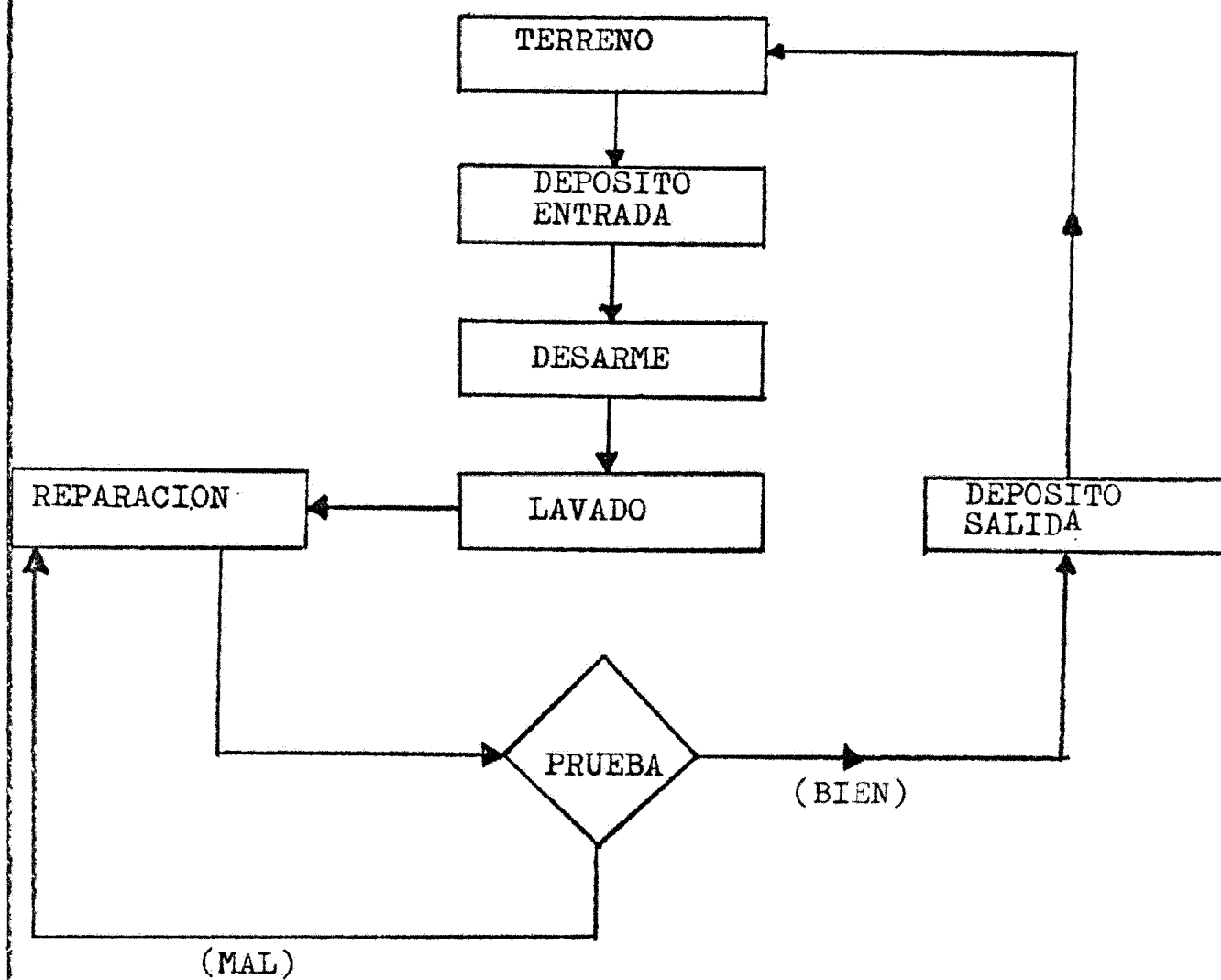
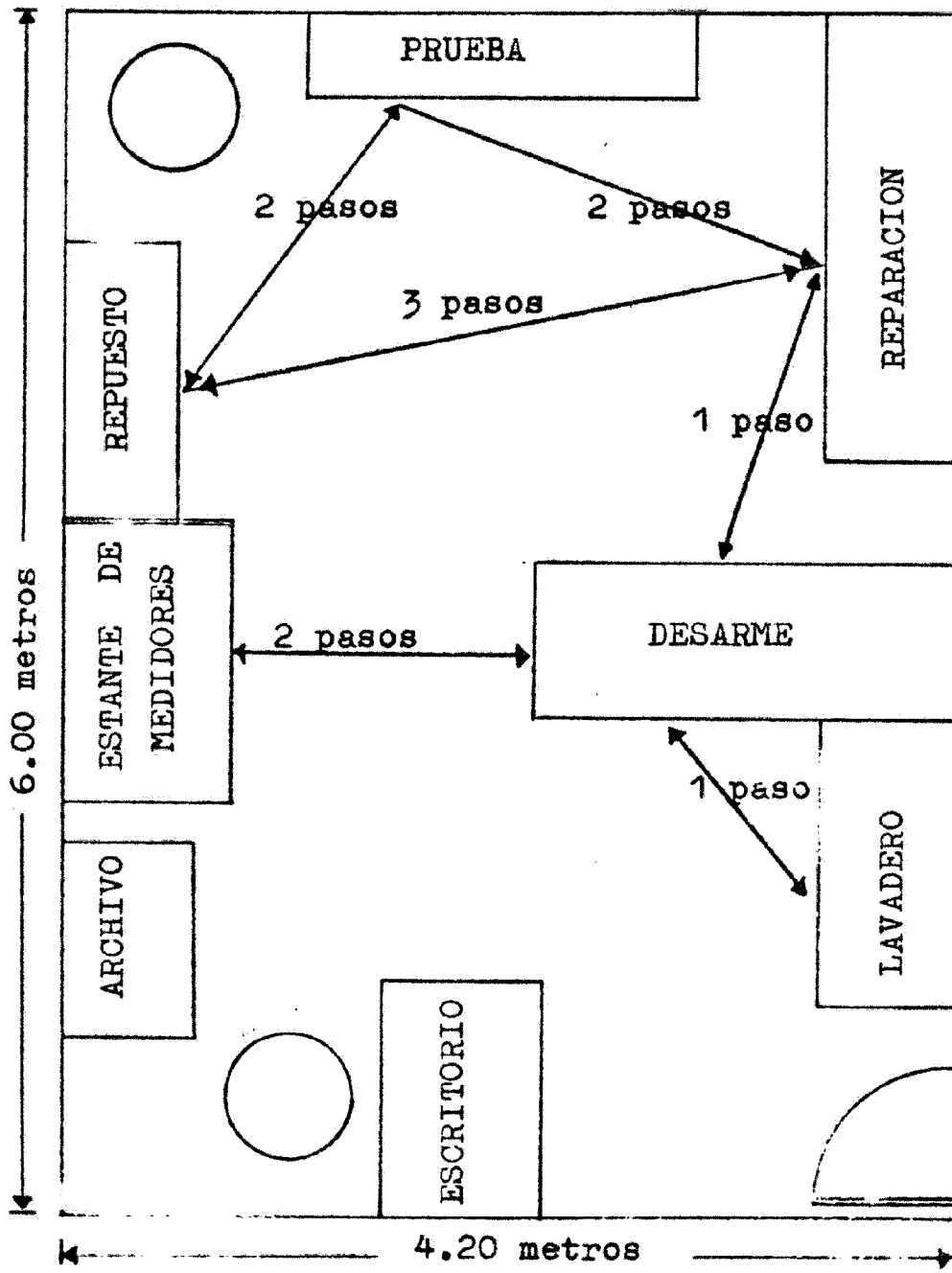


Fig.3.2.2.DISTRIBUCION DE EQUIPOS Y ESQUEMAS DE MOVIMIENTOS



derar la disposición de la transmisión (T), para distinguir los medidores de: esfera húmeda y esfera seca.

Los primeros tienen las tres partes (M,T,R), en contacto con el agua, siendo su transmisión a base de rueda dentada y piñones. En cambio en los otros, el dispositivo de medida y la transmisión, estarán dentro del agua, quedando el registrador separado en la zona seca y la transmisión es de tipo mecánico, por un tren de piñones. Otra variante de los de esfera seca, es tener sólo el dispositivo de medida dentro del agua, separándose (T) y (R), fuera de la zona húmeda, aplicándose el principio de la transmisión magnética. Ver fig. 3.3. pág. 47.

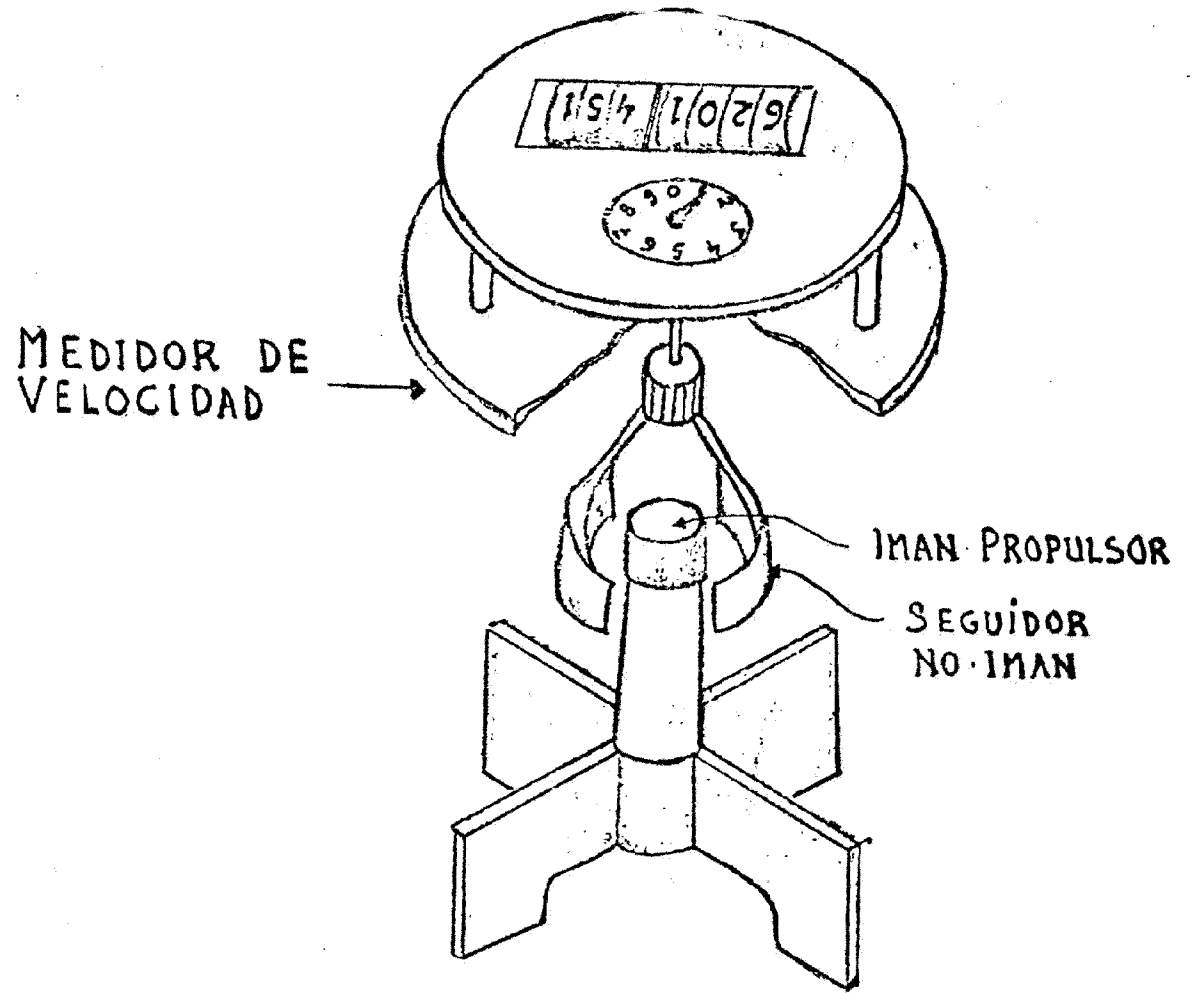
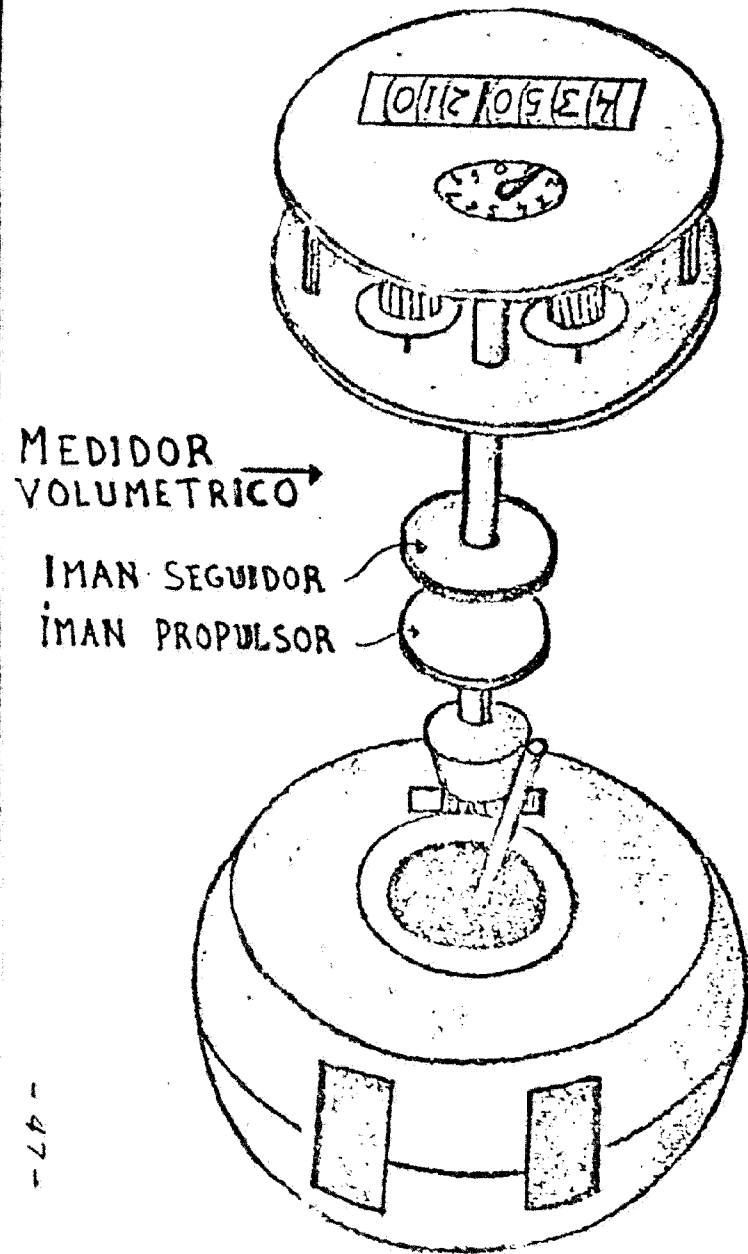
De acuerdo a la fig. 3.4 p, 48, podemos observar cada uno de los elementos principales de los mecanismos de medida de un medidor de chorro único, ellos son:

1.- Rotor, rueda con varias paletas para ser accionado con el flujo de agua, es de material liviano (ebonita o plásticos), provisto de un cojinete para el apoyo del extremo superior del pivote.

2.- Pivote, permite que el rotor gire, está fijo (enroscado a la cámara), por su extremo inferior.

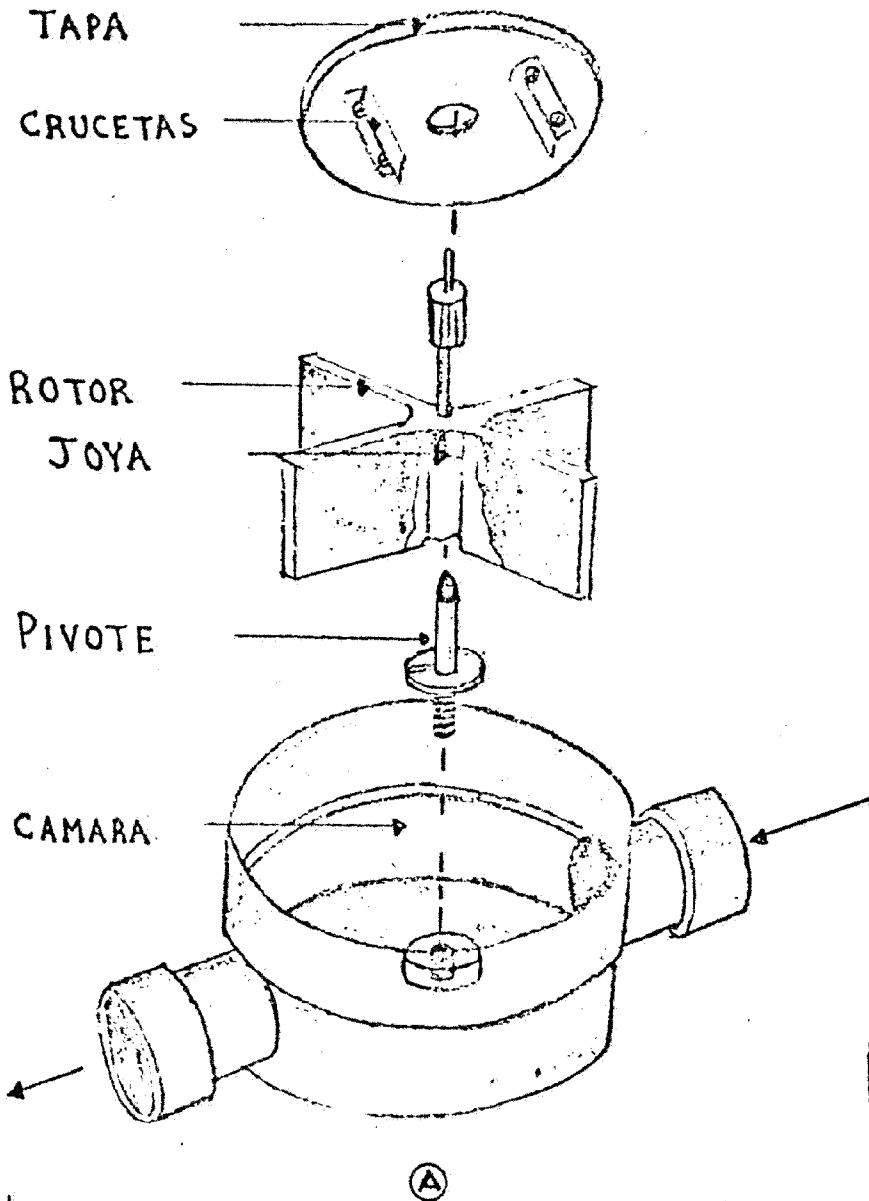
3.- Cámara, cavidad inferior de la caruaza, aloja al rotor y al pivote, provisto de un orificio de entrada y otro de salida para el flujo de agua.

4.- Crucetas de regulación, ubicadas en la tapa de la



MECANISMOS DE TRANSMISION
FIG 3-3

ELEMENTOS DEL MECANISMO DE CHORRO UNICO



ELEMENTOS DEL MECANISMO DE CHORRO MULTIPLE

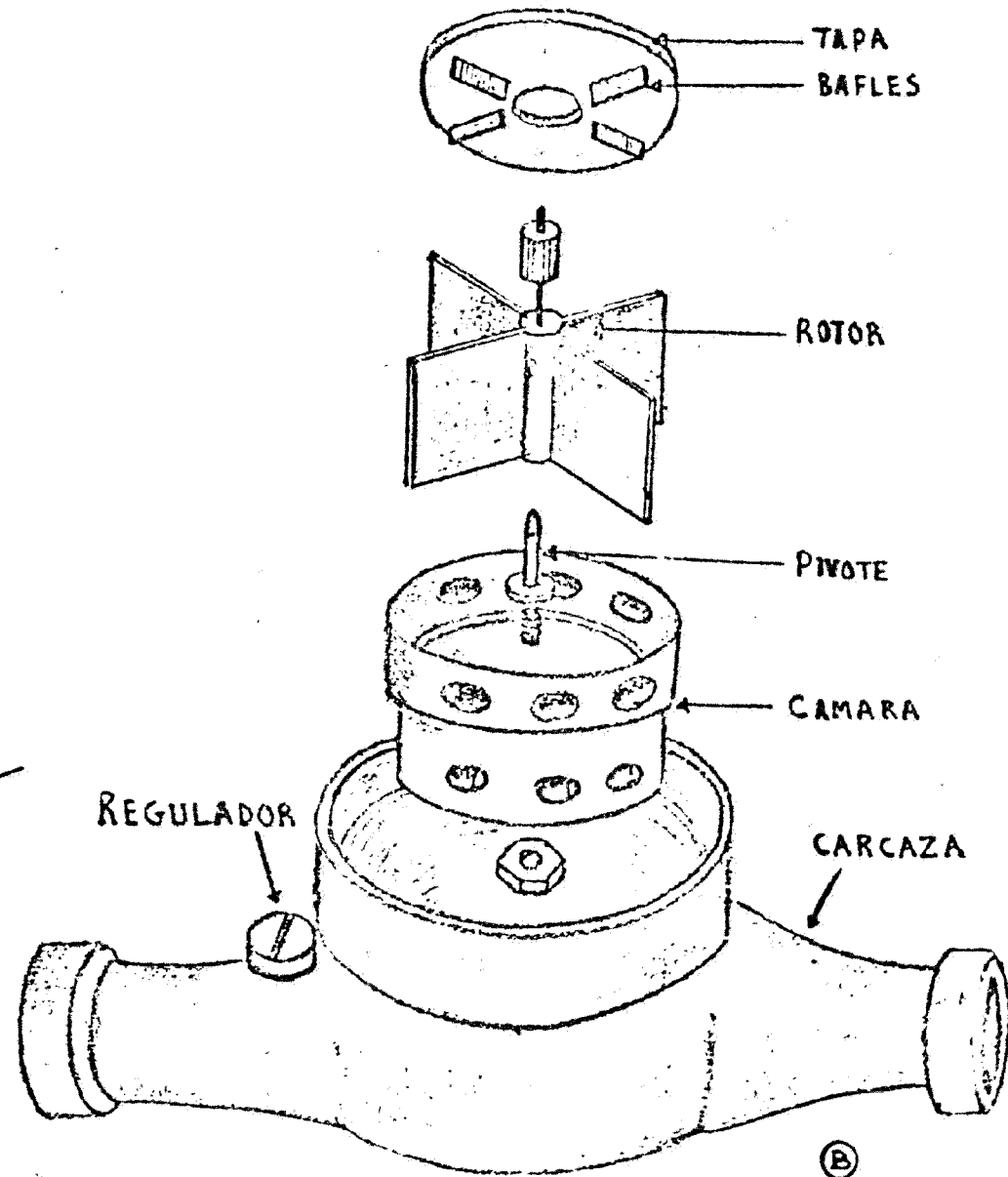


FIG 3-4

cámara, con el fin de regular la precisión de los registros a causa de la resistencia de las paredes de las cámaras. En otros casos se emplean tornillos de regulación de ajuste exterior, pero las crucetas se cambian por bafles fijos.

Con la fig. 3.4, (B) p.48, se puede comparar los elementos del mecanismo de chorro múltiple, que al igual de la anterior, posee un rotor de iguales características; el pivote que es de altura ajustable mediante una tuerca (debajo de la cámara), y la cámara que es el elemento característico del dispositivo de medida, tiene varios orificios de entrada y salida, situados en dos filas, inferior (entrada) y superior (salida), el material empleado es la ebonita o plástico.

3.4 Lectura de Medidores.

El registro del consumo de agua se lleva a cabo mediante el registrador, y éste puede presentarse en diferentes formas para indicar la cantidad del volumen de agua acumulado, apoyándose en los principios de "Lectura Circular" y "Lectura Recta", en base de los cuales, los fabricantes han diseñado modelos de medidores, optando el principio de lectura más adecuado para un determinado tipo. Existiendo una gran variedad de modelos y dada la importancia que tiene el hacer las anotaciones de los registros

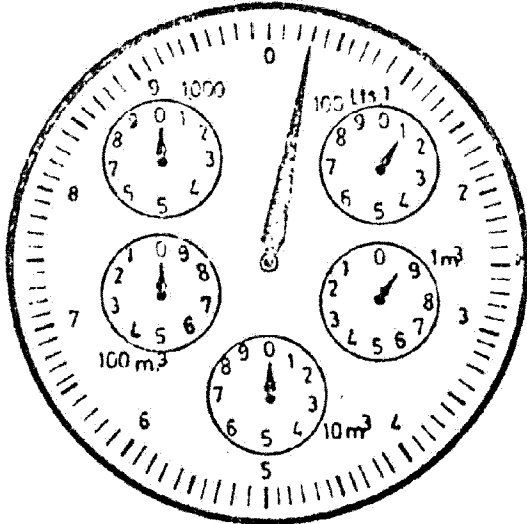
del consumo, lo más exacto posible, para luego hacer las evaluaciones de los gastos admisibles; ha sido necesario adquirir adiestramiento en la lectura de los medidores.

Con este fin, se escogieron modelos de diferentes tipos y marcas (Badger, Rockwell, Aquámetro, etc), a los cuales se les hizo trabajar a diferentes gastos, en el banco de prueba, para tomar los respectivos estados del medidor.

La lectura circular, (ver fig. 3.5 p. 51), indica los registros acumulados del consumo, por medio de agujas en cada una de las cifras del número que representa su respectivo cuadrante. Puede encontrarse dos tipos de lectura, "Lectura Inversa" y "Lectura Directa"; según se tenga uno o dos piñones, respectivamente, para cada aguja. Es inversa, cuando alternadamente se enumeran los cuadrantes, en el sentido horario y antihorario, y es lectura directa, cuando todos los cuadrantes se enumeran en un mismo sentido.

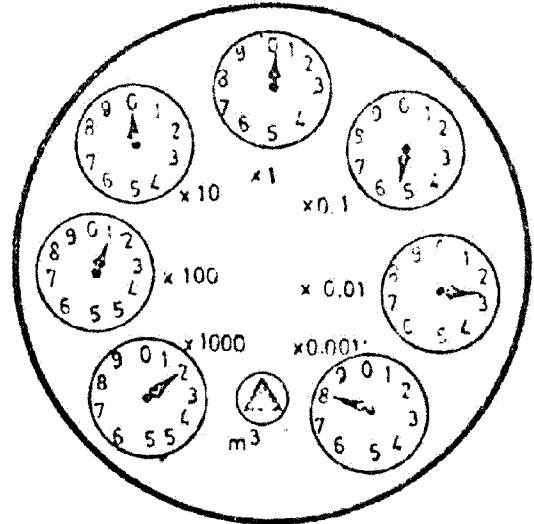
En la fig. 3.5B, p.51, el estado del medidor es de 2,100 m³ y 528 lts., empezándose a leer de derecha a izquierda, teniendo en cuenta el orden o magnitud que representa cada cuadrante de acuerdo al factor (número) indicado en cada uno de ellos. Los tres primeros cuadrantes, expresan la cantidad de litros acumulados y los otros la cantidad de mts. cúbicos. En nuestro caso, empezamos anotando la ci

FIG. 3.5 LECTURA CIRCULAR



Estado : 9999 m³
100.3 Lts.

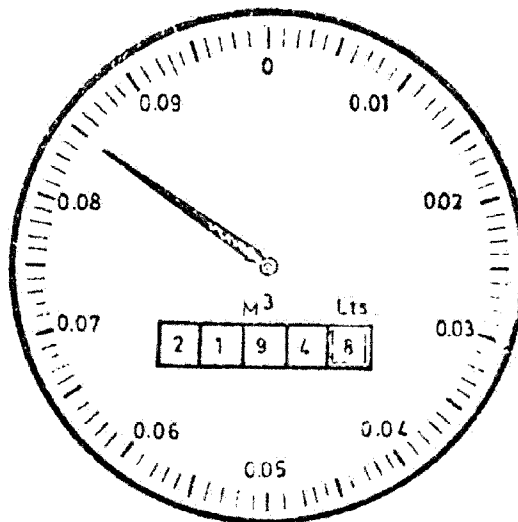
(A) LECTURA CIRCULAR INVERSA



Estado : 2100 m³
528 Lts.

(B) LECTURA CIRCULAR DIRECTA

FIG. 3.6 LECTURA RECTA



Estado : 2194 m³
885 Lts.

fra 8, porque la aguja del primer cuadrante coincide con ese dígito mientras que del segundo cuadrante (decenas de litros), se ha anotado el número 2, porque la aguja del cuadrante anterior aún no ha completado de dar toda su vuelta, para poder anotar la cifra inmediata superior. Iguales consideraciones se tiene para los demás cuadrantes, es decir, que se determina el valor correcto de acuerdo a la posición que tenga la aguja del cuadrante anterior.

Lectura recta.- Ver fig. 3.6 p.51, las cifras que expresan el total del consumo están dispuestos horizontalmente, permitiendo leerlos en línea recta. Dichas cifras van vareando conforme den vueltas las ruedas numeradas que están en contacto con el órgano transmisor del medidor por medio de dos piñones. La lectura es de facil operación, y para poder tomar el estado del medidor de la fig. 3.6, se empieza a leer de derecha a izquierda los dígitos que integren el número del volumen acumulado, ésto es, 2194 m³, 885 lts, debe considerarse también, la posición del dígito anterior respecto al marco que lo encuadra para poder anotar el valor correcto.

3.5 Curvas características.

Determinando el mínimo gasto a partir del cual un medidor empieza a registrar los consumos, y evaluando el porcentaje del agua pasada que se ha registrado, podemos obte-

ner la calidad de medición del medidor. Estos son la sensibilidad y la precisión; que varían con el tipo de medidor y según la magnitud del gasto que fluye por él.

A partir de estas dos magnitudes, en la práctica, se hace el estudio del funcionamiento de los medidores, empleando el concepto de "Error", de un medidor, que es la diferencia de los volúmenes de agua que ha pasado y registrado el medidor, expresándose:

$$\pm \text{Error (\%)} = \frac{\text{Vol. agua registrado} - \text{vol. agua pasado}}{\text{Vol. agua pasado}} \times 100.. (3.1)$$

Cuyos valores varían en función del gasto, que se representa gráficamente, con la llamada "Curva de Errores".

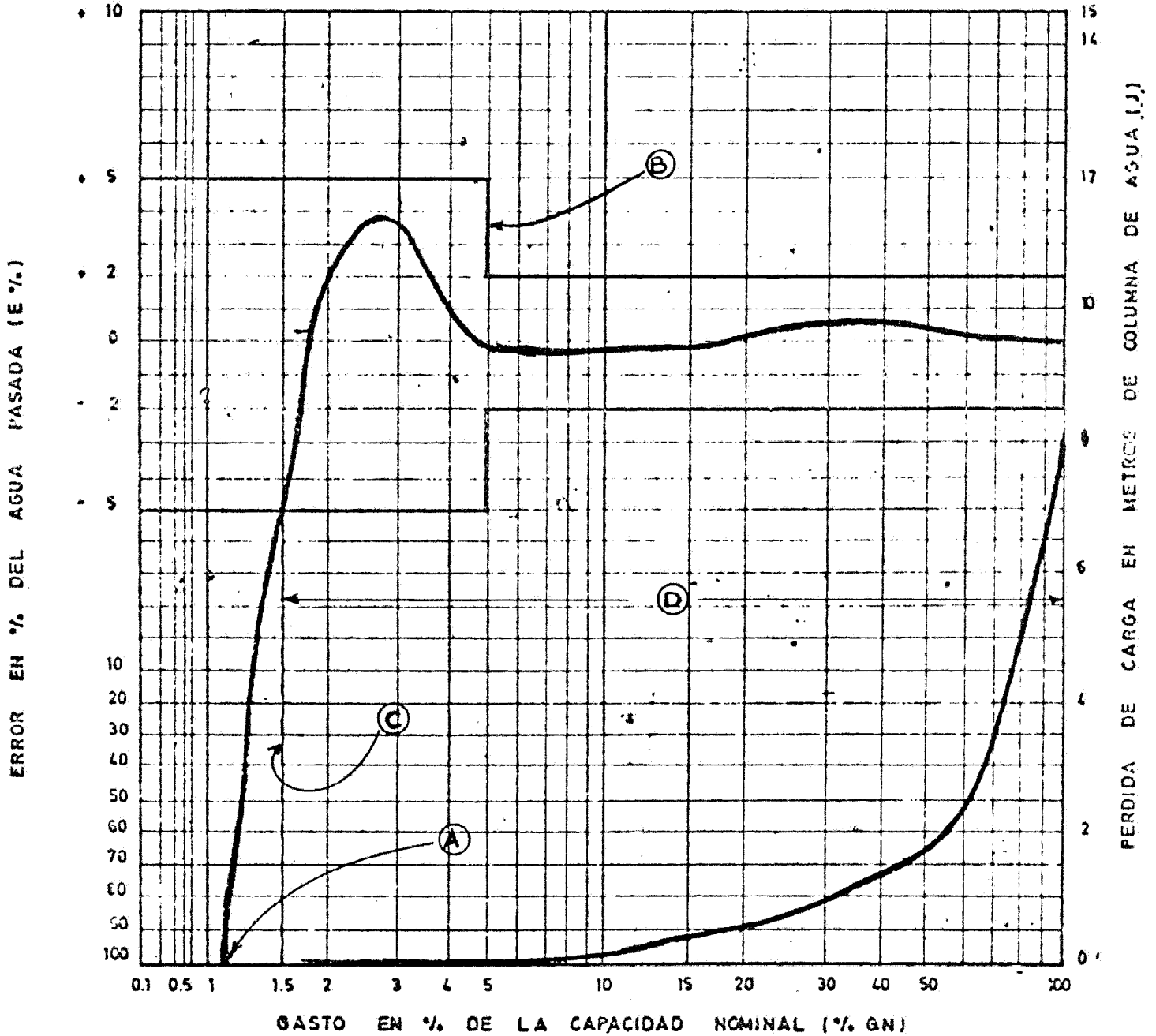
Por otro lado, la pérdida de carga (en metros de columna de agua), originada en el medidor, correspondiente a cada uno de los gastos que fluyen por él, también se verifican experimentalmente, pudiéndose graficar éstos valores para obtener la curva de pérdida de carga, que con la curva de errores, constituyen las llamadas curvas características. Estas se observan en la fig. 3.7 p.54. Generalmente en el eje de las abscisas, se representa el gasto expresado en porcentaje de la capacidad nominal y en las ordenadas el error relativo en (%), y la pérdida de carga (en metros de columnas de agua) respectivamente para cada una de las curvas. Además, en la fig. 3.7 se indica los diferentes campos de medida y puntos característicos que

FIG.3.7 CURVAS CARACTERISTICAS

MEDIDOR N° MARCA :

CAPACIDAD NOMINAL DIAMETRO NOMINAL :

TIPO



CURVA DE ERRORES : (% QN) vs (E %)

CURVA DE PERDIDA DE CARGA : (% QN) vs (H)

permiten establecer las limitaciones de precisión, dados por las diversas especificaciones. Esto es:

- A) Punto de inicio de la curva (sensibilidad)
- B) Punto de cambio.
- C) Límite interior de exactitud, el error es de $\pm 5\%$.
- D) Campo de medida, zona comprendida entre el límite inferior de exactitud y la capacidad nominal del medidor. El error límite es de $\pm 2\%$, a partir de (B), campo superior, y de $\pm 5\%$ para el campo inferior.

Los valores comprendidos entre (C), y la capacidad nominal, constituyen la precisión de registro, y para el campo superior el error aceptado por las especificaciones americanas es de $\pm 1 \frac{1}{2} \%$.

3.5.1 Determinación de la "Curva de Errores".

Teniendo presente las consideraciones del acápite 3.2.1, podemos obtener experimentalmente la curva de errores de acuerdo al siguiente procedimiento: (Ver fig.- 3.1 p.36).

Se procede al montaje de los medidores a probarse en el Banco, cuidando de adaptar al diámetro nominal del medidor los anillos y las empaquetaduras (4) correspondientes, así mismo con los niples de acoplamiento (9).

Con el dispositivo hidráulico (2), se logra el ajuste

te de los medidores, para lo cual se mantendrá cerrada la válvula de control de entrada del agua (1).

Con el fin de comprobar que no exista fuga de agua, a través de los medidores instalados, se cierra la válvula reguladora del gasto (6), en la salida, y se abre la de entrada (1).

Mediante la válvula de salida del agua (6), se regula el flujo requerido para la prueba, a través del indicador de gasto (rotámetro), (5), a la vez que se deberá comprobar la ausencia de turbulencias en el flujo de agua por la presencia de aire, para evitar lecturas erróneas.

Por otro lado, se llena el tanque calibrado (7), hasta un nivel determinado (para anotar el volumen inicial del tanque).

Manteniendo cerrada la válvula de entrada del agua (1), se procede a tomar las siguientes anotaciones:

- Número del medidor.
- Marca
- Capacidad nominal
- Diámetro nominal
- Tipo

Se abre luego, la válvula (1), a la vez que se empieza a controlar el tiempo (con cronógrafo), que tarde en pasar el volumen de agua requerido en el tanque calibrado, para un determinado ensayo.

Al instante de haber obtenido el volumen final en el tanque calibrado, se cierra la válvula (1), y se registra el tiempo transcurrido.

Finalmente se anota el estado de cada uno de los medidores.

De igual modo se procede para otros ensayos con diferentes gastos, con el fin de tener los puntos necesarios para plotearlos y obtener la curva de errores del medidor.

Todos los datos provenientes de la prueba pueden tabularse según el Formulario N°1 (Anexo I). Se adjunta la curva de errores correspondiente.

3.5.2 Pérdida de Carga.

La diferencia de presiones entre los orificios de entrada y salida del medidor para un determinado gasto se relacionan por medio de la siguiente expresión:

$$J = K Q^2 \quad \text{.....} \quad (3.2)$$

Donde, J : pérdida de carga en metros de columna de agua.

Q : gasto en metros cúbicos por hora, ó % de la capacidad nominal.

K : coeficiente.

Siendo $K = 10 \div (\text{capac. nominal})^2$; por definición de la capacidad nominal del medidor.

Pero, para encontrar la pérdida de carga real del medidor,

ha de investigarse el coeficiente k , correspondiente, permitiendo medir el comportamiento hidráulico y verificar el estado en que se encuentra el medidor.

Analíticamente, pueden relacionarse dos pérdidas de carga distintas, con sus dos gastos correspondientes, es decir:

$$\left(\frac{J_2}{J_1}\right) = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2 \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Experimentalmente se obtiene los valores de la expresión (3.2), traficando J vs. Q ; operando con la llave (8), del banco de prueba y empleando un manómetro diferencial de mercurio.

Los datos obtenidos del experimento se notan en el Formulario N°1 (anexo I), y el gráfico respectivo.

3.5.3 Observaciones.

Generalmente se trabaja con dos tanques malogrados, de diferentes tamaños, en nuestro caso de 100 litros y 600 litros; siendo recomendable emplear el primero, para gastos menores de 20 a 100 litros por hora, y el segundo para gastos mayores de 100 lts/hr., por razones de precisión y facilidad de lectura.

Al hacer el ajuste de los medidores, mediante el dispositivo hidráulico, se debe evitar el escape del flujo de agua, cerrando antes la válvula de entrada (1).

Para poder plotear la curva de errores con el gasto expresado en porcentaje de la capacidad nominal del medidor se recomienda hacer ensayos con mayor número de flujos diferentes que representen el 1% a 5% de la capacidad nominal, ya que en esta zona (campo inferior de exactitud), - el error expresado en % del agua pasada, crece gradual y bruscamente, mientras que en el campo superior de exactitud (del 5% a 100% de la cap. nominal), la curva se mantiene casi constante, por ello el número de flujos a considerarse será menos.

Es conveniente repetir dos a tres veces el ensayo - para cada flujo que se experimente, para despejar dudas - de posibles errores de operación; además puede suceder - que, para los primeros ensayos el medidor no registre ningún volumen de agua, pero sí para los posteriores, debido a factores de desuso, suciedad, etc. de sus elementos, lo cual nos obliga a repetir los ensayos, para mayor seguridad.

4. Ensayos en una Instalación Modelo.

4.0 Introducción al capítulo.

Para la realización de los objetivos de la investigación son necesarios normalmente efectuar varios trabajos o ensayos que estén dirigidos a perfeccionar y controlar la recogida de datos.

Es por ésto, en el Taller de medidores (ESAL), se ha reproducido la instalación típica de una casa (de una sola planta), con el sistema de alimentación directa, para hacer funcionar el medidor, sometiéndolo a las variaciones de presión que pudieran producirse en una conexión domiciliar, y a los gastos de las distintas salidas de agua de la instalación; con el fin de encontrar las relaciones de gasto y presión, que puedan implicar al medidor.

4.1 Procedimiento.

Al determinar los gastos de las distintas salidas de agua en la instalación modelo, para las diferentes presiones de entrada, consideramos que:

A) La instalación consta de las siguientes salidas:

Un lavadero de cocina (L.C.)

Un lavamanos (L.M.)

Una ducha (D)

Un inodoro (I)

Un lavadero de ropa (L.R.)

B) El equipo y los aparatos empleados para hacer - las mediciones correspondientes son:

Una bomba de agua:

Potencia mecánica = 2 HP

Caudal = 15 GPM, 0.95 LPS.

Altura dinámica = 165 pies; 50 mts.

Eficiencia = 60%

Dos medidores de agua, Badger-Perú, de velocidad - chorro único, de $3\text{m}^3/\text{hr.}$ y $5\text{m}^3/\text{hr.}$, de capacidad.

Un manómetro de 150 Lbs./pulg.²

Un cronógrafo.

Una probeta de 1000 ml.

Para obtener las diferentes presiones a la entrada-

de la instalación (antes del medidor), se tuvo que emplear una válvula de compuerta (2), conforme se muestra en la fig. 4.1, p. 63, manteniendo así una presión constante para diferentes aberturas de las llaves y distintas combinaciones de los aparatos de la instalación.

4.1.1 Aforo de los gastos de salida.

El procedimiento consiste en dar un determinado porcentaje de abertura a los grifos de los aparatos según el número de vueltas que cada uno de ellos tiene, y para una cierta presión se procede a tomar el estado inicial del medidor (4), luego abriendo la válvula (5), de la fig. 4.1 p. 63, se controla simultáneamente el tiempo, por espacio de un minuto, aproximadamente y se cierra la válvula (5), anotando el estado final del medidor. Los datos serán anotados y tabulados según el formulario N°2, anexo I.

Este mismo procedimiento se aplica para los distintos porcentajes de abertura de los grifos de acuerdo al cuadro N°4.1, p.65, y para las diferentes combinaciones de los aparatos, según el cuadro N°4.2, p.65; análogamente se procede al cambiar el medidor de otra capacidad nominal. Ver formulario N°2.C, anexo I.

CUADRO N°4.1

Aparatos (PULG.)	Ø	PORCENTAJE APROXIMADO DE ABERTURA (%)										
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10
L.C.	1/2*	1 3/4	-	1 1/2	1 1/4	1	3/4	-	1/2	-	1/4	-
L.M.	1/2*	1 3/4	-	1 1/2	-	1	3/4	-	1/2	-	1/4	-
L.R.	1/2*	2 1/2	-	2	-	1 1/2	1 1/4	1 3/4	1/2	-	1/4	-
D.	1/2	2 3/4	2 1/2	2	-	-	1 1/2	-	1	1/2	-	1/4
I.	1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- *) Para el L.C. y L.M., se ha repetido el ensayo cambiando el diámetro de los grifos, de media pulgada por 3/8".
(ver formulario N°2-A, Anexo I).
- **) Los grifos del L.C, L.M y L.R, de Ø 1/2", se han cambiado entre sí. (ver formulario N°2-B, Anexo I).

CUADRO N°4.2

COMBINACIONES DE DOS (*)	L. C.	L. M.	D.	I
	D L.M I L.R.	D. I. L.R.	I. L.R.	L.R.
COMBINACIONES DE TRES (*)	LC-LM	LC-D	LM-D	D-I
	D. I L.R.	I L.R.	I L.R.	L.R.
COMBINACIONES DE CUATRO (*)	LC - LM.	LM-D		
	D - I I - L.R	I - L.R.		
CARGA INSTALADA (*)				
(**)		LC - LM - D - I - LR.		

(*) Para estas combinaciones se han considerado el 100% y 50% de abertura de los grifos, según formularios- N°2 y N°2-C, anexo I.

(**) Además se consideró el 75% y 25% de abertura de los grifos (ver formulario N°2, anexo I).

4.2 Afororo de salidas de agua inmediatas al medidor.

El procedimiento seguido es análogo al indicado en los acápites 4.1; 4.1.1, y según la figura 4.2 p.67, observamos que sólo se ha considerado 4 salidas de agua, éstas son:

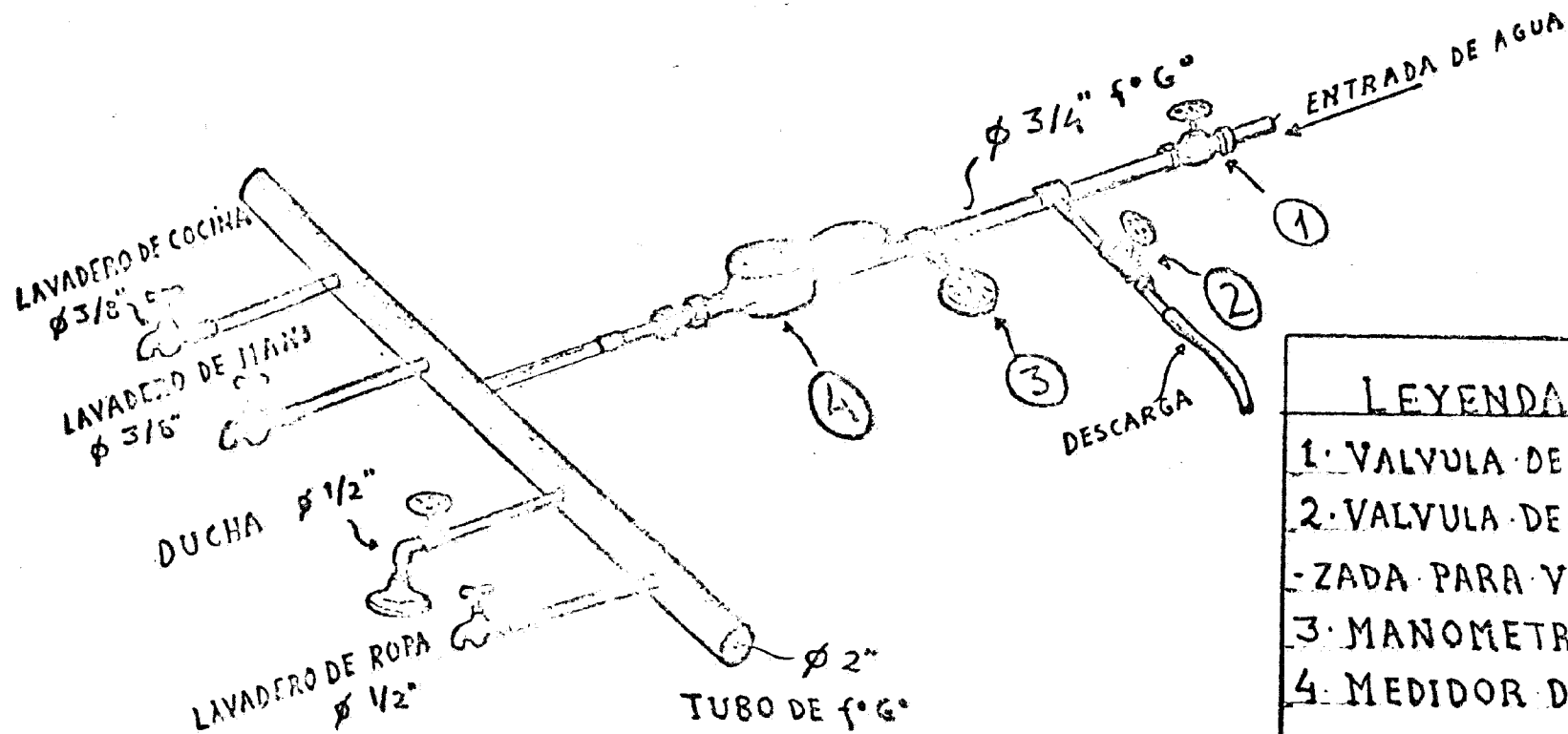
L.C., L.M. (3/8" Ø)

L.R., D. (1/2" Ø)

excluyéndose la salida del inodoro (I), por razones de instalación, lográndose tabular los datos en el formulario N° 2-D, anexo I.

Con este experimento se persigue encontrar relación y complementaridad con los ensayos ya realizados e indicados en los acápites anteriores; a fin de conseguir la información que nos lleve a escoger los datos que sean más útiles, teniendo en cuenta los objetivos de la investigación y evitar que se aumente el coeficiente de error, cuando no se pueda obtener la información que necesitamos exactamente, sustituyéndola por los datos más aproximados o determinar su grado de dificultad.

FIG. 4-2 SALIDAS DE AGUA INMEDIATAS AL MEDIDOR



LEYENDA :

- 1. VALVULA DE COMPUERTA ϕ 3/4"
- 2. VALVULA DE COMPUERTA UTILIZADA PARA VARIAR LA PRESION
- 3. MANOMETRO (0-150 lbs/pulg²)
- 4. MEDIDOR DE VELOCIDAD

CHORRO UNICO

CAPACIDAD: 5 M³/hora

DIAMETRO NOMINAL: 3/4"

ESC: 1/10

DECUPE

4.3 Elaboración de los datos.

Como acto seguido a lo dicho anteriormente, procedemos a elaborar los datos obtenidos, de modo que, con las transformaciones necesarias lleguemos a obtener valores y formas gráficas de presentación conjunta de estos datos, que nos hagan fácilmente comprensibles las características y propiedades que queremos conocer.

Para conseguir ésto, se han elaborado las tablas y los gráficos que describiremos.

4.3.1 Tabla de presiones y gastos de las salidas de agua.

Para ver como varían en magnitud los gastos de las diferentes salidas de agua existentes en la instalación modelo, para una determinada presión de entrada y una misma capacidad nominal del medidor e igual porcentaje de abertura de los grifos, es necesario ordenar los datos según la Tabla N°1 del Anexo II; colocando en cada fila el valor del gasto en Lts/hr., correspondiente a una presión de entrada (Lbs./pulg.²), para cada aparato de la instalación. Para las diferentes combinaciones de los aparatos con simultaneidad de funcionamiento, los valores de las presiones y los gastos están ordenados según la Tabla N°1-A del anexo II.

4.3.2 Relación de Presiones y Gastos.

Con los valores provenientes de la Tabla N°1 y de la Tabla N°1-A del anexo II, se han elaborado las correspondientes, Tabla N°2 y Tabla N°2-A, Anexo II, considerándose las respectivas condiciones de presión de entrada, capacidad nominal del medidor y el porcentaje de abertura de los grifos. En éstas se han distribuido los valores de la siguiente manera:

La relación de dos presiones de entrada, en la primera columna, la razón o valor de dicha relación en la segunda y en las columnas restantes el valor de la relación de los dos gastos correspondientes a las presiones que se relacionan e indican en la primera columna para cada aparato o para las combinaciones de éstos. Es decir:

(En las Tablas N°1 y N°1-A, Anexo II)

Para la presión (P_i) corresponde el gasto (Q_i)

Para la presión (P_j) corresponde el gasto (Q_j)

(En las Tablas N°2 y 2-A, Anexo II)

Para la relación (P_i/P_j), corresponde la relación (Q_i/Q_j).

4.4 Determinación de la Ecuación de la Curva de Relación de Presiones y Gastos.

Con el fin de encontrar una ley o expresión matemática

tica a la que obedezca la relación de presiones y gastos, - se ha tenido en cuenta dos alternativas o métodos que describiremos para su determinación.

4.4.1 Método de Selección de Puntos.

Para aplicar este método, antes se tiene que plotear los valores de las relaciones de presiones y gastos - toamdos de la Tabla N°2, anexo II, colocándose en el eje - de las abscisas (x), la relación P_i/P_j , y en el eje de las ordenadas (y), la relación Q_i/Q_j , (en papel logarítmico) - obteniéndose una recta, cuya ecuación se quiere determinar.

Ejemplo:

Tomando como datos los valores de las Tablas N°1 y N°2, p. 71, para el caso de los grifos, se plotea los valores de la segunda y sexta columnas de la tabla N°2, para - determinar la curva de "Relación de Presiones y Gastos", - en un papel logarítmico. Ver gráfico E-1, p.72.

Luego a partir de dicho gráfico se procede analíticamente a determinar la ecuación correspondiente, del siguiente modo:

Tipo de ecuación:

$$Y = A X^B$$

$$\text{ó } \text{Log. } Y = \text{Log. } A + B \text{ Log. } X \dots (\text{Forma: } Y=b+mx) \dots (1)$$

Puntos escogidos: (del gráfico E - 1)

$$X_1 = 2.5 \dots\dots\dots Y_1 = 1.85$$

$$X_2 = 10 \dots\dots\dots Y_2 = 4.70$$

TABLA N°1.-PRESIONES Y GASTOS DE LAS SALIDAS DE AGUA

DIAMETRO DE SALIDA : 1/2" % DE ABERTURA: 100%
 MEDIDOR N° 55344 MARCA: BADGER-PERU CAP. NOM.: 5m³/hr
 DIAM. NOM.: 3/4" TIPO: Velocidad-Chorro único.

PRESION ENTRADA	LAVADERO COCINA	LAVADERO ROPA	LAVAMANOS	DUCHA	INODORO
Lbs/Pulg ²	Lts/hr.	Ltrs/hr.	Ltrs/hr.	Ltrs/hr.	Ltrs/hr.
35	1635	1715	1610		
30	1460	1700	1535		
25	1270	1415	1354		
20	1155	1280	1225		
15	1122	1098	1075		
10	720	872	802		
55	436	519	485		

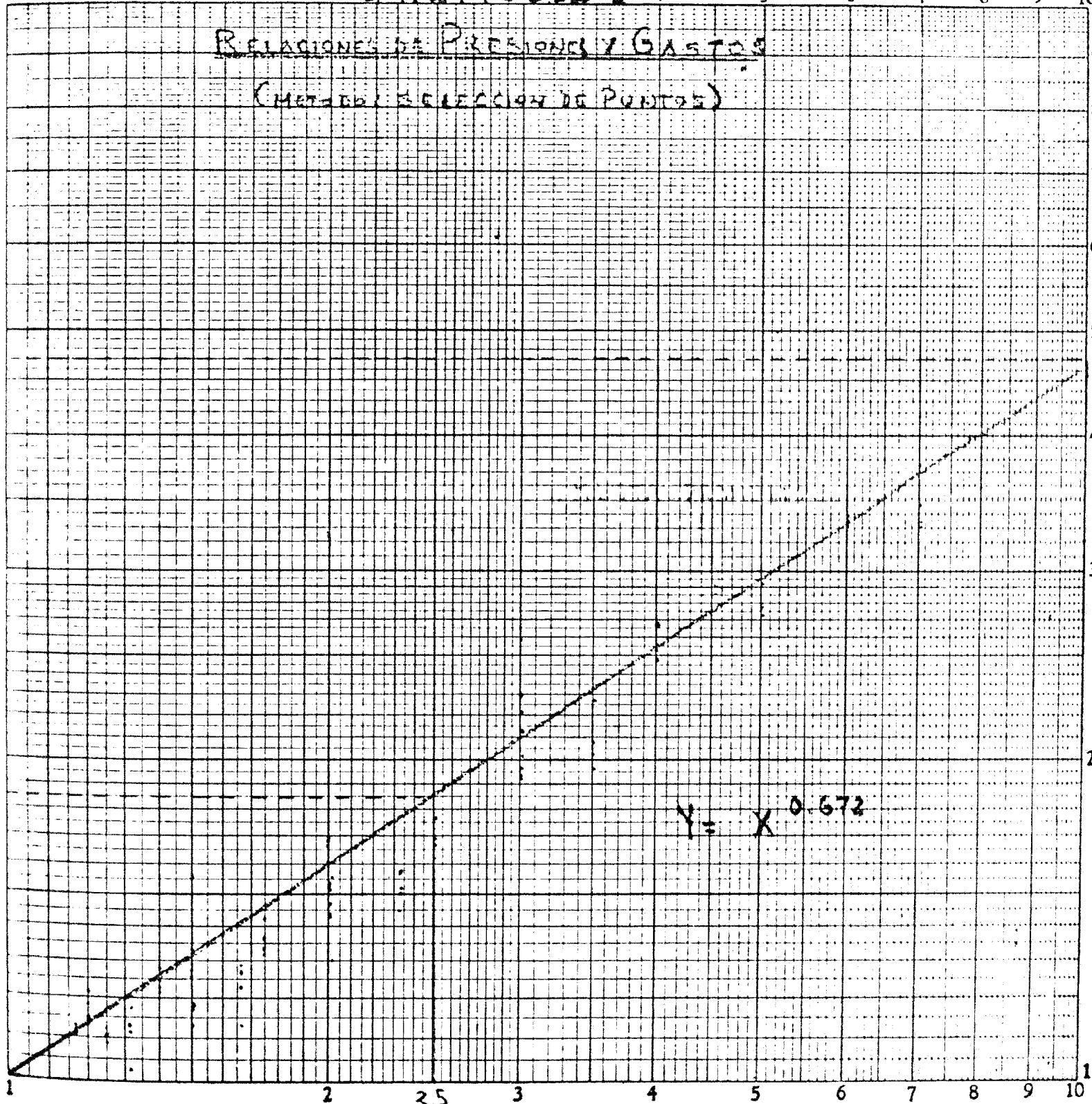
TABLA N°2.-RELACION DE PRESIONES Y GASTOS

RELAC. PRES	RAZON DE PRES.	RELACION DE GASTOS (Q1/Q2)					
		L.C.	L.R.	L.M.	PROMEDIO	D.	I.
10/5	2.0	1.66	1.69	1.66	1.67		
15/5	3.0	2.59	2.11	2.21	2.30		
20/5	4.0	2.66	2.46	2.52	2.55		
25/5	5.0	2.92	2.72	2.78	2.81		
30/5	6.0	3.35	3.28	3.16	3.26		
35/5	7.0	3.75	3.30	3.32	3.46		
15/10	1.5	1.55	1.26	1.34	1.38		
20/10	2.0	1.60	1.46	1.52	1.53		
25/10	2.5	1.76	1.62	1.66	1.68		
30/10	3.0	2.04	1.94	1.92	1.97		
35/10	3.5	2.26	1.96	2.03	2.08		
20/15	1.33	1.02	1.17	1.14	1.11		
25/15	1.66	1.13	1.29	1.26	1.22		
30/15	2.0	1.30	1.55	1.42	1.42		
35/15	2.34	1.45	1.57	1.50	1.51		
25/20	1.25	1.09	1.10	1.11	1.10		
30/20	1.5	1.27	1.33	1.25	1.28		
35/20	1.75	1.42	1.34	1.32	1.36		
30/25	1.2	1.15	1.21	1.14	1.17		
35/25	1.4	1.28	1.21	1.21	1.23		
35/30	1.16	1.12	1.01	1.05	1.06		

Q₂

2 GRAFICO E-1 4 5 6 7 8 9 10

RELACIONES DE PRESIONES Y GASTOS
(MÉTODO DE ELECCIÓN DE PUNTOS)



$Y = X^{0.672}$

Reemplazando valores en (1):

$$\text{Log. } 1.85 = \text{Log. } A + B \text{ Log. } 2.5 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Log. } 4.70 = \text{Log. } A + B \text{ Log. } 10.0 \dots\dots\dots (3)$$

Restando (2) de (3) :

$$\text{Log. } 4.70 - \text{Log. } 1.85 = (\text{Log. } A + B \text{ Log. } 10.0) - (\text{Log. } A + B \text{ Log. } 2.5)$$

$$\text{Log. } \frac{4.70}{1.85} = B \text{ Log. } \frac{10.0}{2.5}$$

$$\text{Log. } 2.55 = B \text{ Log. } 4$$

de donde la pendiente (B):

$$B = \frac{\text{Log. } 2.55}{\text{Log. } 4.00} = \frac{0.404834}{0.60206}$$

$$B = \underline{0.672} \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando (4) en (3)

$$\text{Log. } 4.70 = \text{Log. } A + 0.672 \text{ Log. } 10.00$$

$$\begin{aligned} \text{Log. } A &= \text{Log. } 4.70 - 0.672 = 0.672098 - 0.672 \\ &= 0.000098 \end{aligned}$$

$$\text{Log. } A \sim 0.000 \dots \text{ (cero)}$$

Luego:

$$\underline{A = 1.0}$$

Por lo tanto, la ecuación de la curva "Relación de Presiones y Gastos", en este caso es:

$$\underline{Y = X^{0.672}}$$

4.4.2 Método de Mínimos Cuadrados.

La recta de aproximación por mínimos cuadrados del conjunto de puntos, (x, y) , (x_2, y_2) , ... (x_n, y_n) , tiene la ecuación:

$$y = a_0 + a_1 x \dots\dots\dots (I)$$

donde las constantes a_0 , y a_1 , se determinan mediante el sistema de ecuaciones:

$$\sum y = a_0 N + a_1 \sum x \dots\dots\dots (1) ; (N: \text{número de veces})$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \dots\dots\dots (2)$$

que son las llamadas ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados (I).

Se puede obtener la primera ecuación (1), sumando en ambos miembros de (I), es decir:

$$\sum Y = \sum (a_0 + a_1 x) = a_0 N + a_1 \sum X;$$

mientras que la segunda ecuación (2), se obtiene multiplicando, primero los dos miembros de (I) por (x) , y después sumando, se tendrá:

$$\sum XY = X(a_0 + a_1 x) = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2.$$

Las constantes a_0 , a_1 , pueden sacarse de (1) y (2), obteniéndose las formulas:

$$a_0 = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Manera de Tabular los Datos.

X	Y	XY	X ²	Y ²
x ₁	y ₁	x ₁ y ₁	x ₁ ²	y ₁ ²
x ₂	y ₂	x ₂ y ₂	x ₂ ²	y ₂ ²
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
x _n	y _n	x _n y _n	x _n ²	y _n ²
$\sum X$	$\sum Y$	$\sum XY$	$\sum X^2$	$\sum Y^2$

Para aplicar este método a la curva "Relación de Presiones y Gastos", cuya ecuación es del tipo, $Y=AX^B$, se tiene que escribir dicha ecuación, en su forma logarítmica, para poder determinar la recta de aproximación por mínimos cuadrados del conjunto de puntos, $(P_i/P_j, Q_i/Q_j), o(x_n, y_n)$, ésto es,

$$\text{Log. } Y = \text{Log. } A + B \text{ Log. } X \text{ (forma logarítmica)}$$

similar a :

$$y = a_0 + a_1 x \dots \dots \dots \text{ (I) p. 74}$$

que es la ecuación de la recta de aproximación por mínimos cuadrados. Ejemplo:

Tomando los valores de la Tabla N°2, p.71, procedemos a tabularlos de la manera como se indica en la Tabla -

TABLA N° 3.-

RELACION DE PRESIONES Y GASTOS

Método de Mínimos Cuadrados.

Diám. de Salida: 1/2"% de Abertura: 100, ...
 Medidor N°: 55244 Marea: BADGER-PCRU Capac. Nom: 5. M³/h.
 Diám. Nom: 3/4" Tipo: VELOCIDAD-CHORRO ÚNICO

x	y	X	Y	XY	X ²
Pi/Pj	Qi/Qj	Log(Pi/Pj)	Log(Qi/Qj)		
2.0	1.67	0.301	0.223	0.067	0.091
3.0	2.30	0.477	0.362	0.173	0.227
4.0	2.55	0.602	0.406	0.245	0.362
5.0	2.81	0.699	0.449	0.312	0.489
6.0	3.26	0.778	0.513	0.399	0.621
7.0	3.46	0.845	0.539	0.455	0.714
1.5	1.38	0.176	0.140	0.025	0.031
2.0	1.53	0.301	0.185	0.056	0.091
2.5	1.68	0.398	0.225	0.090	0.198
3.0	1.97	0.477	0.294	0.140	0.227
3.5	2.08	0.544	0.318	0.173	0.296
1.33	1.11	0.124	0.045	0.006	0.015
1.66	1.22	0.220	0.086	0.019	0.048
2.0	1.42	0.301	0.152	0.046	0.091
2.34	1.51	0.369	0.179	0.066	0.136
1.25	1.10	0.097	0.041	0.004	0.009
1.5	1.28	0.176	0.107	0.019	0.031
1.75	1.36	0.243	0.134	0.032	0.059
1.20	1.17	0.079	0.068	0.005	0.006
1.40	1.23	0.146	0.090	0.013	0.021
1.16	1.06	0.064	0.025	0.002	0.004
(Σ) Total: N = 21		7.417	4.581	2.347	3.727

Determinación de la ecuación ; del Gráfico N° E-1

$$a_2 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} ; a_1 = \frac{N(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$a_2 = \frac{4.581 \times 3.727 - 7.417 \times 2.347}{21 \times 3.727 - (7.417)^2} ; a_1 = \frac{21 \times 2.347 - 7.417 \times 4.581}{21 \times 3.727 - (7.417)^2}$$

$$a_2 = - 0.0143 ; a_1 = 0.6637$$

$$Y = 0.9677 X^{0.6583}$$

Nº3, p. 76, con el fin de determinar la ecuación de la curva $Y = AX^B$, aplicando las ecuaciones:

$$a_0 = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} ; \text{ (para determinar el valor A)}$$

$$a_1 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} ; \text{ (para obtener el valor B)}$$

donde reemplazando valores se tiene:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{(4.581) (3.727) - (7.417) (2.347)}{(21) (3.727) - (7.417)^2} \\ &= \frac{17.0733 - 17.4076}{18.267 - 55.0118} \end{aligned}$$

$$a_0 = - \frac{0.3343}{23,2552} = - 0.0143$$

o sea,

$$A = \text{antilog. } a_0 = \text{antilog. } (9.9857 - 10) = 0.9677$$

$$\therefore A = \underline{0.9677}$$

$$a_1 = \frac{(21) (2.347) - (7.417) (4.581)}{(23.2552)}$$

$$= \frac{49.287 - 33.9772}{23.2552}$$

$$\therefore a_1 = \underline{0.6583} = B$$

Luego la ecuación de la curva "Relación de Presiones y Gastos", es igual a:

$$Y = 0.9677 X^{0.6583}$$

Con los valores obtenidos podemos trazar la recta de aproximación por mínimos cuadrados, en el papel logarítmico.

4.4.3 Comparación y Método Adoptado.

Podemos observar que para un mismo caso tenemos resultados distintos; considerando que en el primer método (selección de puntos), se partió de la recta ya trazada, con los valores de la Tabla N°2, p. 71, estando sujeta a los errores de construcción, por lo que el trazado se hace en forma estimada, para luego determinar la ecuación correspondiente; en cambio por el segundo método, se determina la ecuación de la curva "Relación de Presiones y Gastos", en forma analítica, desde un principio, obteniéndose por esto, resultados más confiables con menor grado y frecuencia de error. Es ésta la razón por la que se ha adoptado el método de mínimos cuadrados, para determinar la ecuación correspondiente a la curva "Relación de Presiones y Gastos", en la presente investigación.

Los cálculos y gráficos correspondientes se encuentran tabulados en las Tablas N°3 y N°3-A, del anexoII.

4.4.4 Cuadro Resumen de la Relación de Presiones y Gastos.

Los exponentes determinados para la ecuación de -

la curva "Relación de Presiones y Gastos", de acuerdo al acápite 4.4.2, se presentan en el cuadro N°4.3, p.80, - donde observamos que las variaciones entre ellos es de - 0.506 a 0.870, y la diferencia se hace notoria para el - caso en que las salidas de agua se encuentran en diferen - tes niveles y las características del diámetro de salida difieren mucho. Con lo cual se hace notar la influen - cia de la pérdida de carga en los ramales.

Así mismo, en los gráficos correspondientes (Relacion de Presiones y Gastos, del Anexo II), podemos observar la influencia que tiene en los flujos de las salidas de agua en una instalación, la ubicación de la conexión domiciliar con relación a la cota del terreno de la zona. Esto es, la presión estática a la que se somete el medidor de la conexión. Ya que según los gráficos (Relación de Presiones y Gastos), dichas relaciones tienden a crecer mucho más cuando se relacionen dos presiones que difieran mucho entre sí, por lo que los correspondientes gastos que se somete el medidor también difiere de acuerdo a la ley de la curva encontrada para cada caso. Lo cual nos sugiere emplear medidores de mayor capacidad para las zonas bajas del sistema de distribución, ya - que existe relación directa en las variaciones de presiones y gastos.

Este planteamiento deberá considerarse al hacer-

CUADRO N° 4.3 .- RELACION DE PRESIONES Y GASTOS.

- VALORES DEL EXPONENTE DE LA CURVA : $(Q_i/Q_j) = (P_i/P_j)^B$ -

CAPACIDAD NOMINAL	5 M ³ / Hr.							3 M ³ / Hr.	
	1/2"	1/2"	1/2"	3/8"	1/2" ^(*) x 3/8"	3/8" ^(**) y 1/2"	3/8" ^(**) y 1/2"	1/2"	1/2"
DIAMETROS DE SALIDA	1/2"	1/2"	1/2"	3/8"	1/2" ^(*) x 3/8"	3/8" ^(**) y 1/2"	3/8" ^(**) y 1/2"	1/2"	1/2"
PORCENTAJE DE ABERTURA	100	50	80	100	100	50	100	50	100
GRIFOS	0.568	0.698	0.665	0.621		0.537	0.530	0.683	0.632
DUCHA	0.870	0.860	0.870					0.747	0.728
COMBINACIONES DE DOS	0.665	0.650			0.700	0.525	0.543	0.690	0.690
COMBINACIONES DE TRES	0.800	0.792			0.700	0.506	0.549	0.720	0.721
COMBINACIONES DE CUATRO						0.566	0.527		
COMBINACIONES DE 4 Y 5	0.860	0.850						0.710	0.720

(*) CAMBIO DE DIAMETRO DE LOS GRIFOS.

(**) SALIDAS DE AGUA INMEDIATAS AL MEDIDOR.

estudios con datos obtenidos del terreno y correlacionarse con los demás factores que influyen en la demanda.

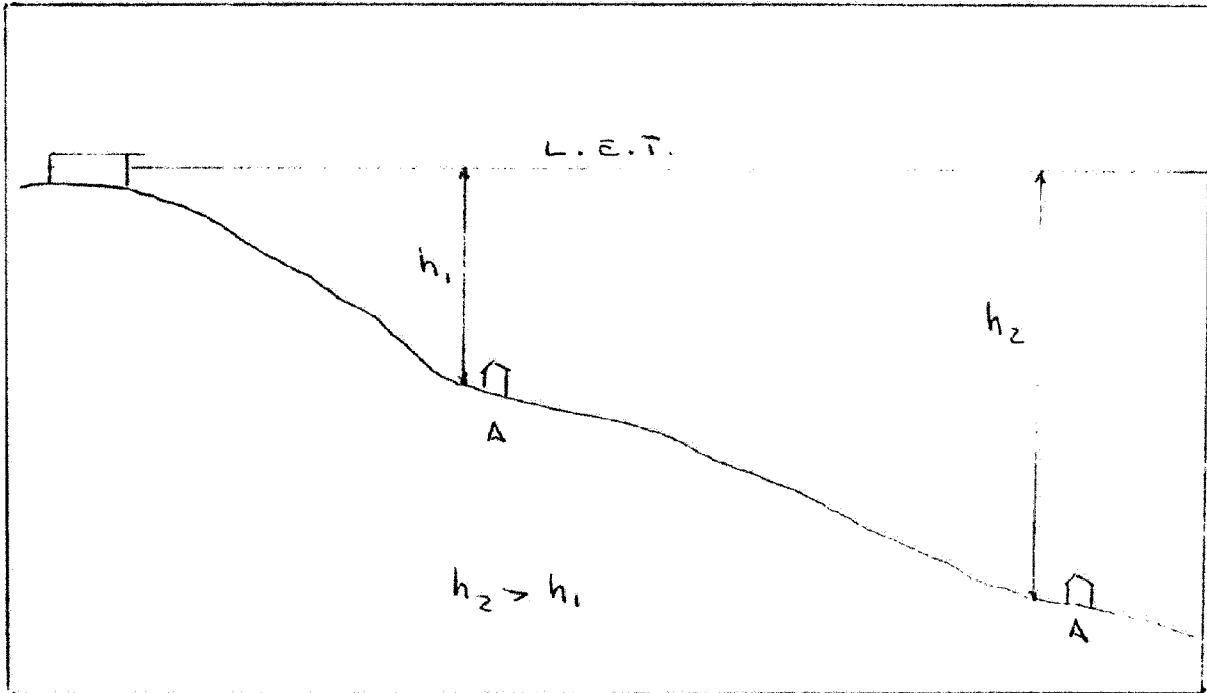


Fig. 4.3

La fig. 4.3, nos muestra que para dos viviendas de iguales características de consumo, se tendría que emplear medidores de diferentes capacidades, por estar sometidos a diferentes presiones estáticas.

4.4.5 Flujos de Salidas de los Grifos.

De los datos obtenidos en los ensayos realizados - en la instalación modelo de acuerdo a lo indicado en el - acápite 4.1.1, p. 64, se han elaborado las Tablas 4.1-A, B, y C, del Anexo II, en las que se presenta ña variación de los flujos de salida de cada uno de los grifos de la insta

lación, para sus diferentes porcentajes de abertura y para una determinada presión de entrada a la conexión. Ploteando los valores correspondientes se han determinado curvas representativas de la relación existente entre el porcentaje de abertura del grifo y el flujo que le corresponde a una determinada presión de entrada a la conexión, y se ha aplicado el método de los mínimos cuadrados para determinar analíticamente la ecuación de cada curva. Encontrándose una misma tendencia en la variación de ellas, para las presiones de 15 a 35 lbs/pulg.², y ligeras desviaciones de las curvas correspondientes a las presiones menores de 5 a 10 lbs./pulg.²; ésto es, la tendencia de disminuir los flujos de salida para presiones bajas en la conexión. Estas representan poca carga disponible para absorber las pérdidas de carga propias de la instalación.

Es importante observar estas relaciones, puesto que influye en las demandas de agua que se originan en una conexión domiciliar, constituyéndose como un factor más, en la tendencia del consumo de agua. Esto se ilustra con las figuras N°4.4 (a), (b), (c), (d) p.83, y 4.5 (a), (b), (c), (d) p.84; en las cuales se observan:

Existe la tendencia de regular el porcentaje de abertura de los grifos para evitar que el flujo de salida no cause incomodidad al usuario, cuando la presión de la conexión es excesiva, fig. 4.4 (a), (b). Con lo que se

Fig.4.4.- Influencia de la presión de entrada a la conexión en los flujos de salida de los grifos.



(a).- 100% de abertura del grifo.



(b).- 15% de abertura del grifo para uso del lavado de manos.



(c).- Salida de agua inmediata al medidor.



(d).- Salida de agua (1/2") inmediata al medidor.

Fig.4.5.- Influencia de la presión de entrada a la conexión y la ubicación de las salidas de agua en los flujos de salida.



(a).- Presión de entrada 30 Lbs/pg² y 100% de abertura de ducha.



(b).- Presión de entrada 5 Lbs/pg² y 100% de abertura de ducha.



(c).- Salida de agua inmediata al medidor, presión de entrada 30 lbs/pg². y 100% abertura de ducha.



(d).- Salidas de agua inmediatas al medidor, presión de entrada 25 lbs, pg². y 100% abertura; gasto: 3580 lts/hr.

evita el consumo desmedido de agua.

Es notoria la influencia de la pérdida de carga en los gastos de salida por la ubicación y característica - que tiene cada salida, en la instalación.

Las figuras 4.4 (c), (d) y 4.5 (c), (d), muestran - las salidas inmediatas al medidor; ésto es, sin conside - rar los ramales de tubería, ni los accesorios respectivos.

5. Selección de la zona, Tipo de investigación por muestreo, Elaboración de formularios, Conclusiones y Recomendaciones.

5.0 Introducción al capítulo.

El consumo de agua de uso doméstico, varía de acuerdo con las condiciones de vida de los consumidores y se considera normalmente que es de 150 a 300 lts/hab/día, con un promedio de 200 litros/hab/día, incluyéndose también el riego de jardines. Desde luego que el consumo de agua por habitante, anotados de las estadísticas sirven de simple referencia, ya que la variación es amplia de una localidad a otra, dependiendo de ciertos factores importantes, tales como las condiciones generales de la ciudad, modalidades particulares del usuario, calidad del agua, su costo, la presión y el clima. Debiéndose realizar por ello medicio-

nes para cada caso y más aún cuando se persiguen fines específicos como el nuestro, que queremos conocer las condiciones de funcionamiento de los medidores de agua domiciliar, directamente en el terreno, en función de la demanda para poder seleccionar el medidor más adecuado.

Sabiendo que en cada uno de los factores que afectan a la demanda existen consideraciones que requieren mayor dedicación, y con el fin de lograr un estudio completo sobre la influencia que tienen cada uno de ellos, se da inicio a la serie de problemas que presenta la selección de medidores, que en la práctica requieren de un largo y exhaustivo período de estudio. Bajo estas condiciones no se pretende por ahora abarcar todos los problemas y los factores que intervienen en la selección de medidores.

Dentro del sistema de medidores, sólo se abordará el problema de la selección de medidores, en función de las demandas de agua que se registren en las conexiones domiciliarias. Entonces, concentramos nuestro objetivo en la determinación de la demanda instantánea máxima en las conexiones domiciliarias con el fin de poder establecer las capacidades y los tipos más adecuados para los medidores que se empleen en la ciudad de Lima. Las medidas de las demandas de agua, se hacen también con el fin de determinar la magnitud y frecuencia de las demandas instantáneas bajo los cuales se verifica el consumo de agua y obtener características de él, en cada una de las viviendas que se seleccionen.

5.1 Población de Interés.

La situación económica de los consumidores diferiría en gran parte en las distintas zonas de la ciudad, encontrándose por ello en la forma generica, viviendas de diferentes categorías, que para nuestro caso las clasificamos en tres niveles: alto, intermedio y bajo.

- a) Viviendas de nivel alto (A).- considerándose como tales a las casas de dos pisos, construidas sobre un área de terreno de 300 mts.² o más, incluyendo piscina, áreas de jardín; con tres dormitorios o más, tres baños o más (con instalaciones de agua fría y caliente), cocina, lavandería, garaje, considerándose además acabado fino de construcción y un consumo de agua promedio de 90m³/mes.
- b) Viviendas de nivel intermedio (M).- son las casas de uno o dos pisos que ocupan un área de 80 a 200 Mts.², incluyendo áreas de jardines, un baño completo con instalaciones de agua fría y caliente - más un medio baño y el de servicio; cocina, lavandería y car-port . Siendo el consumo de agua promedio de 40 a 60 Mts.³/mes.
- c) Viviendas de nivel bajo (B).- se considera como tales a las casas de un solo piso, sin jardín, con dos dormitorios, un baño completo, cocina y

lavadero de ropa. El consumo promedio de agua es menor de 40 Mts.³/mes.

Se entiende que para los tres niveles se está considerando el tipo de uso exclusivamente para vivienda, descartando aquellos que se usan con fines comerciales (tiendas, oficinas, etc.), asimismo, no se consideran los departamentos para vivienda de los edificios. Además el tipo de conexión o sistema de suministro de agua será directamente de la red, para las viviendas que se seleccionen, dado que para los otros sistemas de suministro (indirecto, mixto), se requerirá otro procedimiento de aforo de las demandas.

5.2 Selección de la zona.

En principio para seleccionar la zona de trabajo se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- Facilidad de acceso.
- Existencia de diferentes tipos de aparatos instalados en las viviendas.
- Zona con viviendas de diferentes características en instalaciones interiores y niveles socio-económicos.
- Sector de la red de alta o baja presión.

Por lo que se tuvo que trabajar en coordinación con la División de Distribución y la Oficina de Catastro de la Empresa de Saneamiento de Lima, para obtener la información

correspondiente tales como:

- Planos de ubicación y Redes de agua.
- Estado de operación y trabajo de la red.
- Personal disponible para el reconocimiento de las instalaciones del sector.
- Ubicación de las zonas de presión;

con el fin de no interferir en los programas de mantenimiento, establecido por la ESAL, y nosotros poder operar con las precauciones del caso.

Bajo estas pautas se seleccionaron previamente las zonas de:

- A-) Urbanización Palomino (Viviendas Unifamiliares)
- B-) Urbanización Túpac Amaru (Viviendas Unifamiliares)
- C-) Distrito del Rímac
- D-) Urbanización Maranga (4ta. Etapa)

Las mismas que se sometieron al reconocimiento del terreno respectivo, para ver si se ajustaban a las consideraciones pre-establecidas. Encontrándose luego:

- A-) Las viviendas unifamiliares de la Urb. Palomino, fueron tomadas en cuenta, porque aún no se había integrado el suministro de agua a la red general de la ciudad y se abastecía por el sistema de pozo y tanque elevado de la Urbanización, lo cual permitía un fácil control de las variaciones de presión del sector, pero las conexiones domiciliarias no contaban con los medidores instalados.

B-) La Urbanización Túpac Amaru, sí estaba integrada a la red general de la ciudad y contaba con los medidores instalados en las conexiones. La facilidad del acceso, no era muy satisfactoria para poder cumplir con eficacia los objetivos perseguidos.

C-) En el distrito del Rímac, se trató de ubicar viviendas cuyas instalaciones interiores fueron similares a la instalación modelo que se construyó en el Taller de Medidores de la ESAL (ver cap. 4 pg. 50), con el fin de correlacionar resultados de los foros realizados; pero la ubicación de dichas viviendas eran muy distantes entre sí, dadas las características propias de la zona existían viviendas muy heterogéneas, esto es, viviendas y comercio a la vez, edificios, viviendas destinadas a otros fines etc., lo que complicaría el proceso de la selección además que se detectó una presión predominante muy baja 15 lbs/pulg.², aproximadamente.

D-) Urbanización Maranga (zona seleccionada):

Se tenía conocimiento previo de la urbanización, ya que anteriormente se realizaron trabajos auxiliares de adiestramiento referentes a los aforos de las distintas combinaciones de las salidas de agua en una vivienda de la 4ta. Etapa; asimismo existía facilidad de acceso a la zona y las características de las viviendas eran las estimadas, es por esto que se tuvo en cuenta la 4ta etapa de la urba-

nización, como posible zona seleccionada. La misma que -
fué inspeccionada considerándose todos los planteamientos
dichos anteriormente de lo cual se encontró que satisficía
a los requerimientos exigidos.

5.3 Tamaño de la muestra.

Una vez ubicada la zona donde se efectuaría la reco-
gida de datos se tuvo que determinar el tamaño de la mues-
tra, esto es el número de viviendas representativas de la
zona; para lo cual se estimaron variaciones de consumo men-
suales de 20 m³, 40 m³, 60 m³, por mes (datos tomados de
los archivos de la Oficina de Facturación de la ESAL co-
rrespondiente a la zona de Maranga), para poder aplicar la
siguiente fórmula:

$$n = \frac{4 \sigma^2}{L^2}$$

Siendo: N... tamaño de la muestra

4... constante

σ^2 .. varianza (desvío standard al cuadrado)

L^2 .. longitud del intervalo de estimación al cua-
drado.

Esta fórmula es para calcular el tamaño de la muestra con
intervalos de confianza con 95% de seguridad.

Reemplazando valores:

$$n = \frac{4 (20)^2}{400} = 4$$

Con el fin de contar con mayor información y dada las características propias de la zona, se han considerado 8 el número de viviendas a estudiarse.

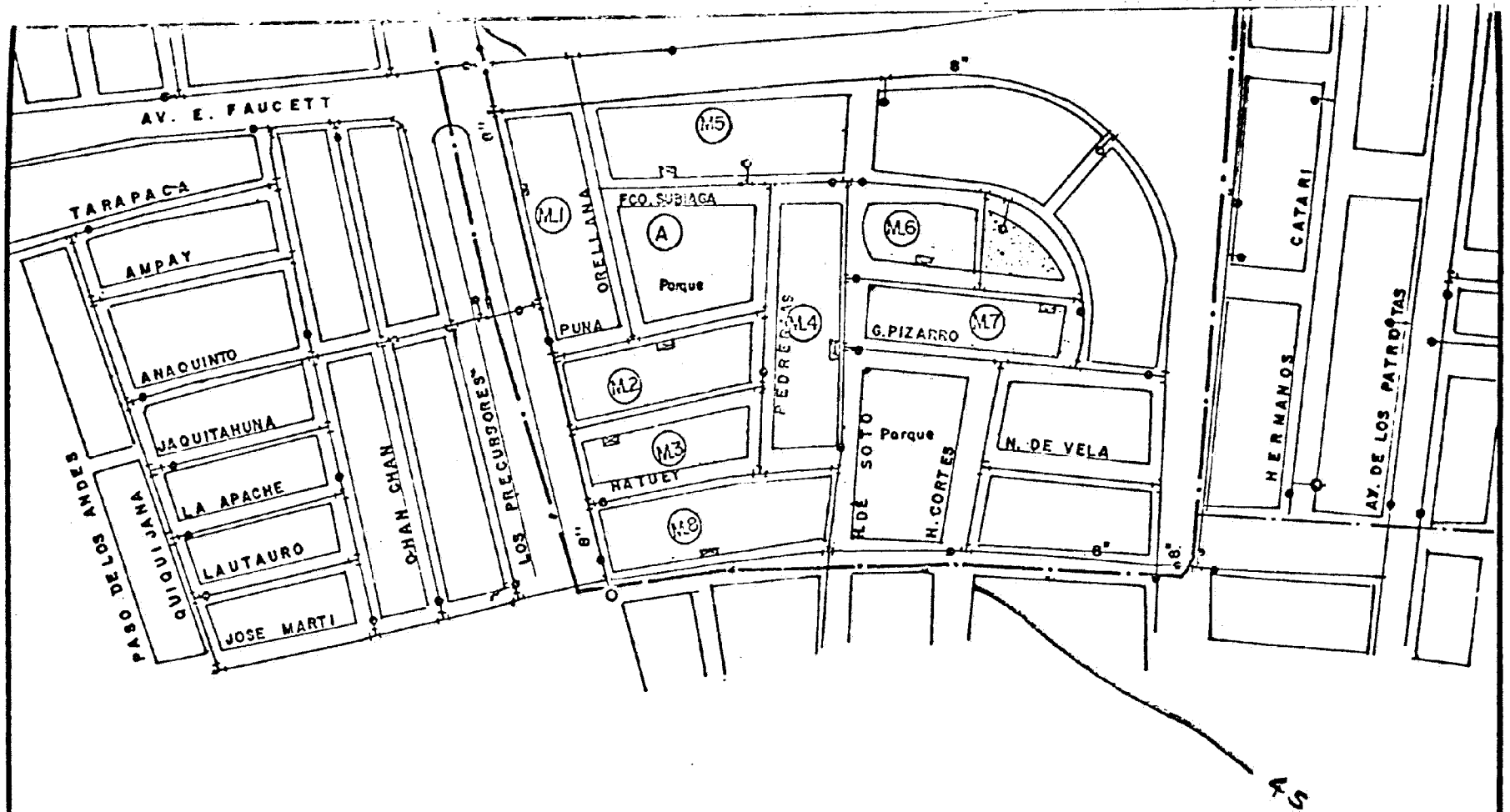
En base a esta determinación se han considerado las 8 viviendas que se seleccionarán una por cada manzana; por tanto deberán ubicarse las 8 manzanas correspondientes de la zona.

5.3.1 Características de la zona seleccionada.

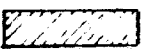


El criterio seguido para elegir las 8 manzanas fue, considerar que entre ellos haya cercanía para facilitar la operación de la recogida de datos, asimismo que estuvieran circundantes a la vivienda donde anteriormente se hicieron trabajos preliminares, también se tuvo en cuenta a las manzanas con mayor número de lotes construídos, siendo en su mayoría con un promedio de 200 mts.² por lote.

Según podemos observar en el plano N°1 de Ubicación pg.94, las 8 manzanas seleccionadas están ubicadas en una superficie más o menos plana cuya cota promedio de terreno es de 45 mts, lo que permite trabajar en una zona cuyas variaciones de presiones por diferencia de niveles es mínima.

La red de distribución está constituída por tuberías principales de 8" \emptyset , y las secundarias de 4" \emptyset , formando anillos de tal manera que permiten una mejor distri-



PLANO Nº LURD. "MARANOA" 4ª ETAPA
 ZONA SELECCIONADA

LEYENDA	
	MANZANA SELECCIONADA
	VIVIENDA SELECCIONADA
	TUBERIA DE 4" Ø

bución de presiones y gastos. Asimismo no se ha detectado fugas de agua en la red, ni deterioros en los grifos de incendio ni en los de riego de jardines.

5.3.2 Listado de las viviendas.

Habiéndose determinado el tamaño de la muestra y seleccionada las 8 viviendas a las que se aplicarán la técnica de muestreo correspondiente, para elegir la vivienda representativa por cada manzana; en la práctica tuvimos que hacer la relación o el listado de todas las viviendas que cumplían con las características deseadas por los objetivos de la investigación (acápite 5.1 pg.88).

Haciendo el recorrido por manzana se iba asignando un número - clase a cada vivienda considerada como componente de la muestra, al mismo tiempo que se tomaba nota de la dirección exacta, como se indica a continuación:

LISTADOS DE LAS VIVIENDAS

(URB. MARANGA-4ta. ETAPA-SAN MIGUEL)

MANZANA N° 1 : (M1)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>
1.-	Calle Orellana N° 120
2.-	" " " 124
3.-	" " " 130

4.-	Calle Orellana	N°	136
5.-	"	"	138
6.-	"	"	142
7.-	"	"	148
8.-	"	"	154
9.-	"	"	160
10.-	"	"	172
11.-	"	"	176
12.-	"	"	184
13.-	"	"	188
14.-	Av. Precursores	N°	863
15.-	"	"	857
16.-	"	"	851
17.-	"	"	845
18.-	"	"	823
19.-	"	"	839
20.-	"	"	873
21.-	"	"	875
22.-	"	"	877
23.-	"	"	879
24.-	"	"	881
25.-	"	"	883

MANZANA N° 2 : (M₂)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Av. Precursores	N° 919
2.-	" "	" 927
3.-	" "	" 931
4.-	Calle Puerto Viejo	N° 182
5.-	" " "	" 170
6.-	" " "	" 166
7.-	" " "	" 150-A
8.-	" " "	" 150-B
9.-	" " "	" 146
10.-	" " "	" 140
11.-	" " "	" 136
12.-	" " "	" 130
13.-	Calle Pedrerías	N° 150
14.-	Calle Puna	N° 123
15.-	" "	" 129
16.-	" "	" 133
17.-	" "	" 139
18.-	" "	" 145
19.-	" "	" 151
20.-	" "	" 157
21.-	" "	" 165
22.-	" "	" 171

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
23.-	Calle Puna	N° 179
24.-	" "	" 183
25.-	" "	" 181

MANZANA N° 3 : (M3)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Av. Precursores	N° 965
2.-	" "	" 959
3.-	Calle Hatuey	N° 280
4.-	" "	" 272
5.-	" "	" 268
6.-	" "	" 264
7.-	" "	" 262
8.-	" "	" 256
9.-	" "	" 252
10.-	" "	" 250
11.-	" "	" 246
12.-	" "	" 240
13.-	" "	" 236
14.-	Calle Pedrerías	N° 176
15.-	" "	" 172
16.-	" "	" 170
17.-	Calle Puerto Viejo"	121

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>			
18.-	Calle Puerto Viejo	N°		131
19.-	"	"	"	135
20.-	"	"	"	145
21.-	"	"	"	151
22.-	"	"	"	155
23.-	"	"	"	161
24.-	"	"	"	167
25.-	"	"	"	175
26.-	"	"	"	179

MANZANA N° 4 : (M4)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>			
1.-	Calle Pedrerías	N°		137
2.-	"	"	N°	141
3.-	"	"	"	145
4.-	"	"	"	151
5.-	"	"	"	155
6.-	"	"	"	159
7.-	"	"	"	161
8.-	"	"	"	163
9.-	"	"	"	169
10.-	"	"	"	175
11.-	"	"	"	177
12.-	"	"	"	181

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>				
13.-	Calle	Pedrerías	N°		119
14.-	"	"	"		121
15.-	"	"	"		123
16.-	"	"	"		127
17.-	"	"	"		131
18.-	"	"	"		135
19.-	Calle	Hatuey	N°		212
20.-	"	"	"		210
21.-	"	"	"		206
22.-	Calle	Hdo. de Soto	N°		224
23.-	"	"	"	"	222
24.-	"	"	"	"	220
25.-	"	"	"	"	216
26.-	"	"	"	"	210
27.-	"	"	"	"	206
28.-	"	"	"	"	198
29.-	"	"	"	"	194
30.-	"	"	"	"	190
31.-	"	"	"	"	184
32.-	"	"	"	"	180
33.-	"	"	"	"	170
34.-	"	"	"	"	168
35.-	"	"	"	"	166
36.-	"	"	"	"	160

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
37.-	Calle Hdo. de Soto	N° 156
38.-	" " " "	" 150

MANZANA N° 5 : (M5)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Calle Fco. Zubiaga	N° 354
2.-	" " " "	" 374
3.-	" " " "	" 378
4.-	Calle Orellana	N° 135
5.-	Av. Elmer Faucett	N° 201
6.-	Calle Hernand.de Soto"	110

MANZANA N° 6 : (M6)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Calle Hdo. de Soto	N° 159
2.-	Calle Isla del Gallo	N° 180
3.-	" " " "	" 150
4.-	Calle Hernán Cortés	N° 124
5.-	Calle Fco. Zubiaga	N° 267
6.-	" " " "	" 283

MANZANA N° 7 : (M7)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Calle Hdo. de Soto	N° 195

2.-	Calle Isla del Gallo	N°191
3.-	" " " "	N°115
4.-	" Gonzalo Pizarro "	150
5.-	" " " "	156
6.-	" " " "	170
7.-	" " " "	174
8.-	" " " "	180
9.-	" " " "	188

MANZANA N°8 : (M8)

<u>NUM.</u>	<u>DIRECCION</u>	
1.-	Calle Hatuey	N° 219
2.-	" "	" 221
3.-	" "	" 247
4.-	" "	" 251
5.-	" "	" 253
6.-	" "	" 265
7.-	" "	" 269
8.-	" "	" 273
9.-	" "	" 279
10.-	Av. Precursores	N° 981
11.-	" "	" 987
12.-	" "	" 991
13.-	Calle José Martí	N° 290

14.-	Calle José Martí	N°	282
15.-	"	"	276
16.-	"	"	270
17.-	"	"	266
18.-	"	"	260
19.-	"	"	256
20.-	"	"	250
21.-	"	"	244
22.-	"	"	222
23.-	"	"	216

RESUMEN:

<u>MANZANA</u>	<u>Número de casas</u>
M1	25
M2	25
M3	26
M4	38
M5	6
M6	6
M7	9
M8	<u>23</u>
TOTAL...	<u><u><u>158</u></u></u>

Este listado representa el número total de viviendas sobre las que se obtendrán resultados y se sacarán conclusiones referentes a las demandas de agua y su relación con la capacidad de los medidores de la conexión domiciliar correspondiente. Esto se logrará a través de las ocho viviendas elegidas, empleando las técnicas de muestreo más conveniente.

5.4 Estudio de la Selección del Tipo de Investigación por Muestreo.

De la recogida de información obviamente depende la veracidad y eficacia de toda la investigación, por esto es necesario aplicar métodos científicos a la misma, para constituirse luego en la estructura fundamental de la información. Ciertamente que no podremos obtener datos sobre toda la población en investigación, dado que rebasaría las posibilidades de recursos disponibles. Es en estos casos donde se toma una muestra representativa de dicha población, que deberá ser elaborada metódica y científicamente, para lograr un alto grado de garantía, con control y facilidad en el proceso de investigación. Entonces el empleo de técnicas de muestreo nos lleva a conseguir la muestra cuyo coeficiente de error es calculable. Los sistemas de muestreo y la representatividad de la muestra las trataremos a continuación.

5.4.1 Método de Elección Aleatoria Simple.

Decimos que realizamos una elección aleatoria simple, cuando consideramos una población y mediante un sistema adecuado elegimos al azar una muestra, de tal manera que todos los elementos de dicha población hayan tenido, antes de seleccionar la muestra, la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de ella.

El método de elección de los componentes, puede ser empleando la técnica de la urna, la Tabla de números-aleatorios, elección sistemática sobre listas.

5.4.2 Método de Elección Aleatoria.

Se da este caso, cuando todos los elementos de la población tienen antes de ser elegidos, una probabilidad-conocida, aunque no igual de pertenecer a la muestra.

También pueden aplicarse las mismas técnicas enunciadas en el apartado anterior, para elegir los componentes.

5.4.3 Método de Elección Opinativo.

El muestreo opinativo consiste en elegir la muestra bajo un criterio cualitativo de cada uno de los componentes de la misma, es decir, se escoge a los que representan mejor a la población, según la opinión del investigador.

5.4.4 Método de Muestreo Adoptado.

Existen otros métodos básicos de muestreo con los que podemos elegir los representantes de una muestra además de los enunciados, pero podremos observar que los métodos de elección dependen en gran parte de un juicio sobre la practicidad de cada uno, en las circunstancias concretas. Entonces decidimos obtener la información que necesitamos, aplicando el método de elección aleatoria simple, dada las características de nuestros objetivos.

5.4.5 Técnica Empleada para Elegir la Muestra.

La técnica que se empleó para elegir la muestra - al azar, fue asignando un número-clase, a cada miembro de la población, haciendo uso de la tabla de números aleatorios (ver p. 107), tomada de "Statistical Methods"-George W. Suedecor and William G. Cochran.

El procedimiento de elección es como sigue:

- a) La tabla de números aleatorios tiene dos entradas, por tanto se requiere precisar la fila y columna; para ello se elige al azar un par de dígitos inmediatos, en la misma tabla, indicando cada uno de ellos el número de fila y columna respectivamente.
- b) Entrando por la fila y columna que se preciso, se ubica un par de dígitos y este número es el que represen-

Apéndice VII

NUMEROS ALEATORIOS

51772	74640	42331	29044	46621	62898	93582	04186	19640	87056
24033	23491	83587	06568	21960	21387	76105	10863	97453	90581
45939	60173	52078	25424	11645	55870	56974	37428	93507	94271
30586	02133	75797	45406	31041	86707	12973	17169	88116	42187
03585	79353	81938	82322	06799	85659	36081	50884	14070	74550
64937	03355	95863	20790	65304	55189	00746	65253	11822	15804
15690	61759	51135	08527	62580	41880	25430	88030	24034	07283
09448	56301	57683	30277	94623	85418	68829	06552	41982	49159
21631	91157	77331	60710	52290	16835	48653	71590	13155	14676
91097	17480	29414	06829	87843	28195	27270	47162	35683	47280
50532	25496	95652	42457	73547	76552	50020	24819	52084	70168
07136	40876	79971	54195	25708	51817	36732	72484	94923	75936
27989	64728	10744	08396	56242	90985	28868	99431	50995	26507
85184	73949	36601	46253	00477	25234	09908	36574	72139	70185
54398	21154	97810	36764	32860	11785	55261	59009	38714	38723
65544	34371	09591	07839	58892	92843	72828	91341	84821	63886
08263	65952	85762	64236	39238	18776	84303	99247	46141	03229
39817	67906	48230	16067	81812	15815	63700	85915	19210	45943
62257	04077	70443	95203	02470	30763	92486	54083	23631	05825
53298	90276	62545	21044	16530	03878	07516	95715	02526	33537

ta al número-clase de la vivienda que ha sido elegida.

En los casos en que el número elegido sobrepase la numeración del listado, se elegirá el par de dígitos más inmediatos, siguiendo el sentido de la lectura normal, hasta encontrar el que satisface. Cuando se tiene listados cuya numeración alcance sólo el primer dígito.

Mediante este proceso se eligieron las ocho viviendas representativas del listado de casas que se elaboró con este fin.

Las viviendas seleccionadas son:

<u>Número</u>	<u>Dirección</u>	<u>Manzana</u>
16	Av. Precursores N° 851	M1
18	Calle Puna N° 133	M2
26	Calle Pto. Viejo N° 179	M3
29	Calle Hernando de Soto " 194	M4
02	Calle Fco. Zubiaga N° 378	M5
02	Calle Isla del Gallo N° 180	M6
03	" " " " N° 115	M7
19	Calle José Martí N° 256	M8

5.5 Elaboración del Cuestionario.

En vista de que hasta el momento se conoce la población de interés, y la muestra o grupo de viviendas en las que se han de buscar información, se ha elaborado el formulario respectivo, incluyendo los datos que se adap -

ten concretamente a los objetivos de la investigación.

El formulario recoge los datos necesarios para conocer las características de los factores que originan el consumo de agua y las viviendas seleccionadas, tales como:

- A.- Ubicación de la vivienda.
- B.- Detalles de la vivienda
- C.- Características de la familia.
- D.- Descripción de la instalación interior.
- E.- Observaciones.

Con los cuales se trata de encontrar una clara conexión a la labor de muestreo en el momento de analizar los posibles fallos en la representatividad de la información obtenida.

5.5.1 Diseño del Formulario.

Se tiene necesidad de contar con un cuestionario de fácil manejo, de tal forma que los datos a recogerse puedan ser organizados y ordenados, con el fin de que su aplicación sea funcional y operativa.

El cuestionario se ha preparado para que los datos recogidos sean elaborados manualmente. En cuanto al número, a la forma y al contenido de las preguntas, se ha tenido en cuenta, tan sólo, conseguir los objetivos de la investigación, fortaleciendo el conocimiento de algunos factores que se relacionan con el consumo de agua, que

también se registrará. Por consiguiente el cuestionario contiene mayormente preguntas del tipo cerrada (de dos alternativas) y datos a ser llenados por el entrevistador, así como, fecha, lugar, estado del tiempo, etc., y los datos que requieren ser aforados tal como, la demanda, presión, que se registrará en formularios apartes. Los formatos del cuestionario y demás formularios se presentan en el anexo III - 2da. Parte.

5.6 Mediciones y Registros.

Puesto que, para aforar las demandas de agua emplearemos el medidor de la conexión domiciliar correspondiente, donde haremos la lectura de los registros sucesivos - acumulados por el mismo aparato, de manera que de la diferencia entre los estados en dos momentos diferentes, se obtenga el consumo correspondiente al lapso de tiempo transcurrido. Se tendrá entonces, que determinar la frecuencia de información más conveniente. Para lo cual se hará aforos previos de presiones en la zona a trabajar, para correlacionar su variabilidad con las del consumo de agua respectivo, durante 9 horas consecutivas (de 8 a.m. - a 7 p.m.), y por espacio de una semana. De donde se estimará la frecuencia de lectura más conveniente, a fin de registrar la demanda máxima, originada por la simultaneidad de funcionamiento de los aparatos sanitarios y grifos

de la instalación interior, así mismo, para valorar la duración de dicha demanda y estudiar luego su influencia sobre el medidor, refiriéndolo también a las normas o reglamentos vigentes y a las recomendaciones de los fabricantes. También se estima que el período de atoros será durante una semana por lo menos.

Los registros respectivos, se harán empleando los formularios N° 4 y N°5, del anexo III - 2da. Parte.

5.7 Procedimiento de la Elaboración de Datos.

De la serie de datos ordenados que se obtengan de cada una de las viviendas de la muestra, cuya expresión es diversa, es decir, numérica y literal, según el formulario respectivo, del cual se requiere sacar una visión de conjunto en los aspectos que se relacionen a la investigación para lo cual se tendrá que :

- Clasificar las viviendas en una de las tres categorías o niveles establecidos.
- Hacer cálculos previos (manualmente), para completar datos de las columnas en el formulario N°5, anexo III 2da. parte.

5.8 Intervalo de Tiempo de la Frecuencia de Información.

Con el fin de determinar una frecuencia de información en los aforos de los consumos de agua, de manera que

podamos detectar demandas instantáneas y los factores que incluyen en ellas para correlacionarlas luego con el funcionamiento de los medidores domiciliarios, se empezó por hacer aforos de presiones en la zona seleccionada, durante 9 horas consecutivas (8 a.m. a 7 p.m., aproximadamente) por espacio de una semana. Según los resultados obtenidos (ver formulario N° 4, Anexo III - 2da. Parte), se observa que en la zona predomina la presión promedio de 51 lbs/ - pulg.², que se mantiene constante por más días, y existiendo relación entre las variaciones de presiones y el consumo, podemos estimar, en este caso, que los aforos de las presiones se pueden realizar en las horas donde sea posible la presencia de los máximos y los mínimos, mientras que para obtener mayor frecuencia de información en cuanto a las variaciones de las demandas de agua, optaremos por hacer los aforos respectivos en períodos de 5 minutos, a fin de registrar la demanda máxima que pudieren originarse en la conexión domiciliar.

La estación de aforos de presiones se instaló en el Parque A- (Plano N°1, p. 94), y no obstante a ello fuimos interferidos por personales de la Guardia Civil, a solicitud de los vecinos de la zona, con el fin de acreditar con documentos oficiales de la Universidad y del Puerto Policial correspondiente, la finalidad de los trabajos que se estaban realizando.

Estas consideraciones se tuvo en cuenta para los aforos posteriores.

5.8.1 Ensayo de la Aplicación de los Formularios.

Tratando de tener contacto directo con las viviendas de la zona seleccionada y conocer la funcionabilidad de los formularios elaborados, era necesario en primer lugar, poner sobre-aviso a los vecinos y evitar que fueran sorprendidos, dada la experiencia de los primeros aforos de presiones que se realizaron (acápite 5.8, pag. 111), para lo cual se hicieron los trámites pertinentes, para obtener los documentos necesarios y facilitar la operación de la recogida de datos. Fijada la frecuencia de información de 5 minutos, se tuvo que comprobar en el terreno el N°de viviendas que podrían registrarse en el período de tiempo señalado, resultando de ésto, que a cada tomador de estado le correspondía aforar 2 conexiones que estuvieran ubicadas lo más cerca posible.

Para obtener registros simultáneos de las 8 viviendas durante una misma semana, se solicitó a la Empresa de Saneamiento de Lima (ESAL), tomadores de estado, para el efecto también se hicieron los trámites correspondientes, lográndose contar con la colaboración de un tomador de estado.

Así pudo definirse el procedimiento a seguirse -

en la recogida de datos y tomar las precauciones necesarias, para no viciar la información que se obtuviera, por influencia de los vecinos, al restringirse los consumos, o al responder con datos alterados las preguntas del cuestionario.

Con todas estas consideraciones se diseñaron los formularios que se muestran en el anexo III- 2da. Parte.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las conclusiones y recomendaciones que se formulan en la primera parte de la investigación, mayormente - están dirigidas a encausar las actividades que se realizarán en el terreno, correspondientes a la 2da. parte.

Capítulo 1.-

- Es conveniente hacer averiguaciones en el terreno sobre el comportamiento de los medidores respecto al cumplimiento de las normas, en cuanto a las limitaciones de los flujos de agua que ellos pueden soportar, tales como:

- a) La capacidad nominal de un medidor ha de considerarse como el valor correspondiente al gasto instantáneo máximo.
- b) El trabajo continuo de 24 horas, en los medidores volumétricos no debe sobrepasar flujos mayores a 1/3 de su capacidad nominal.
- c) La carga máxima mensual, en los medidores de velocidad, debe ser 30 veces la cifra de su capacidad nominal, - (en metros cúbicos), y la carga máxima diaria, será - el doble de la cifra que indica su capacidad nominal.

- Los resultados de estos ensayos no siempre -

pueden ser comparados a valores dados por las diferentes normas por lo que a veces se recurre a los valores recomendados por los fabricantes para cada caso, por lo que también deberá tenerse información de ellos.

Capítulo 2.-

- Los resultados obtenidos en el terreno, sobre las demandas de agua, mediante los aforos que se realicen en el medidor de las conexiones, deben referirse a las limitaciones que se dan sobre los gastos admisibles, en las normas vigentes y en las recomendaciones hechas por los fabricantes, a la vez que se deben correlacionar con los diferentes factores que influyen en el consumo de agua.

- Es necesario tener conocimiento previo de los diferentes tipos de aparatos y los principios en que se basan sus mecanismos, para adquirir familiaridad con los medidores, cuando se hagan estudios relativos al sistema de medidores.

Capítulo 3.-

- Adquirir adiestramiento en la lectura de medidores, también es importante, para poder controlar los ensayos que se realicen en el banco de prueba y en las tomas de estado que se hagan en las conexiones.

- La prueba de medidores, es una de las funcio -

nes más importante en un programa de mantenimiento, puesto que constituye el control de las reparaciones y da garantía al público y a la Empresa, sobre el buen funcionamiento de los aparatos. Además de poder determinar la respectiva curva de errores de los medidores, nos permite hacer estudios acerca de la precisión de los registros de los diferentes tipos de aparatos, lo cual representa un factor más, para la selección del medidor.

- El buen funcionamiento de los aparatos, se puede decir que es la base fundamental sobre el que se apoya todo el sistema de medidores, por lo que requiere, además de seleccionar e instalar correctamente los aparatos, una labor permanente de mantenimiento y reparación, la misma que justifica las inversiones que se hagan en el sistema de medidores.

Capítulo 4.-

- Cuando la presión de entrada a la conexión es insuficiente para vencer todas las pérdidas de carga existentes en ella, incluyendo la del medidor, se restringe la demanda.

- Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el taller de medidores (ESAL), de la instalación modelo, son necesarios referirlos a los que se obtengan en el terreno, ésto es, para otros tipos de instalaciones y

se puedan formular resultados más generalizados.

- Habiéndose determinado el valor promedio de, -
0.656, como el exponente de la relación de presiones, co-
rrespondiente a las salidas de agua de los grifos de la -
instalación modelo (Taller de Medidores), es decir:

$(Q_i/Q_j) = (P_i/P_j)^{0.656}$; se encuentra la necesidad de rea-
lizar nuevas experiencias, con el objeto de generalizar -
los resultados que se obtengan de ella. Para tal propó-
sito recomendamos que las determinaciones de presiones, -
se hagan a una distancia prudencial aguas arriba del medi-
dor (entre 0.20 a 0.60 mts.), para encontrar la veracidad
del experimento. Asimismo, se recomienda emplear aparatos
de medición más precisos tales como, tanques calibrados, -
cronógrafos, manómetros contrastados de escalas más am -
plias, en las que se pueda observar hasta las décimas; y
repetir las pruebas 2 a 3 veces, para obtener resultados-
más confiables y poder formular las conclusiones corres -
pondientes.

Por otra parte, en los aforos realizados de las-
salidas de agua inmediatas al medidor (acápite 4.2, p.66),
se ha obtenido como valor promedio del exponente de la re-
lación de presiones, igual a 0.556, ésto es,

$(Q_i/Q_j) = (P_i/P_j)^{0.556}$; para todas las combinaciones po-
sibles de las salidas de agua, según se muestra en la fig.
C-I, p. 119.



Fig. C-I Salidas inmediatas al Medidor.

Esto nos indica que dichas salidas, se aproximan al comportamiento de orificios, cuya velocidades de salida se rigen por la ley: $V = (2gH)^{0.5}$. Con lo que pudo observarse el hecho de no considerar los ramales en la instalación y conectar los grifos a una tubería de 2" de diámetro, empleando niples de 0.20 mts. y 1/2" de diámetro, no afectaba sustancialmente, en ningún caso a las salidas de agua que pueden considerarse como si fueran orificios de la tubería de 2" de diámetro. Asimismo, con este experimento -

se trató de verificar la influencia de los ramales de tuberías, a cada una de las salidas de agua al obtenerse el valor promedio de 0.656, como exponente de la relación de presiones.

También se trató de afinar los cálculos, eliminando los puntos (relaciones de gastos), que se alejaban más de los otros, llegándose a obtener resultados con la misma tendencia (0.686).

De todos modos la validez de estos resultados se deberá considerar sólo para las experiencias realizadas.

Sin embargo, debemos hacer énfasis en realizar nuevas experiencias teniendo en cuenta todas las consideraciones dichas, hasta encontrar la veracidad de las relaciones de presiones y gastos.

Esto permitiría escoger el tamaño del medidor para satisfacer las condiciones futuras o en su defecto verificar las condiciones de servicio. Esto es cuando se haga el mejoramiento de la red, con lo que generalmente se aumenta la presión, lo cual influye en el gasto que consecuentemente origina un aumento de desperdicios.

Entonces, es necesario conocer cual sería los gastos máximos que soportaría el medidor para el caso más desfavorable.

Con estos resultados se facilitaría una programación para hacer el cambio de medidores en las zonas donde

exista los aparatos y donde no exista también, previo estudio de la presión existente y futura. Esto sería antes de llevar a cabo los programas de ampliación de redes.

Capítulo 5.-

- Con la frecuencia de información de 5 minutos - se obtendrán resultados que pueden especularse para otros períodos mayores, tales como 15 y 30 minutos, y poder así formular la frecuencia de información más conveniente para los objetivos buscados.

- Se registrará los consumos a partir de las 8am. o antes, hasta las 6 p.m. aproximadamente, durante una semana y se tendrán en cuenta el primer estado del medidor - que se anote y el último, para registrar los consumos que se produzcan durante la noche y primeras horas de la mañana, durante la semana de aforos y poder hacer luego las comparaciones respectivas y determinar también, la tendencia de consumo de las viviendas.

- La presencia de un tomador de estado en la conexión domiciliar puede influir en el consumo normal de la vivienda, por lo que deberá promocionarse entre los consumidores, los objetivos y alcances de los trabajos a realizarse, con el fin de conseguir colaboración de parte de ellos. Asimismo se recomienda aplicar el cuestionario por partes, en el transcurso de la semana y entrevistar a la

persona que consideremos más entendida o informada de los objetivos que se buscan.

- Los resultados que se obtengan de los aforos, antes de hacerlos extensivos a otras zonas o viviendas, es necesario comparar previamente las características de las mismas y las condiciones de trabajo.

- Se debe preveer contar con todos los documentos que acrediten la finalidad de los trabajos que se realizaran en la zona seleccionada, otorgados por la Universidad, Empresa de Saneamiento de Lima (ESAL), y por el Puesto Policial respectivo; para no ser sorprendidos por los vecinos y personal de la Guardia Civil, interrumpiendo los aforos que se realicen. Como sucediera en el proceso de aforos de presiones.

- Si existieran interferencias o interrupciones en el proceso de la recogida de la información de cualquier índole, es necesario hacer las anotaciones respectivas, para considerarlos posteriormente en la evaluación de datos.

SEGUNDA PARTE

6.- Aplicación de los formularios y de las recomendaciones- Elaboración de la Información obtenida.

6.0. Introducción al capítulo.

Esta parte corresponde al trabajo de campo y a la recogida de datos precisos en las viviendas seleccionadas (pg./28), para poder juzgar acerca de nuestra hipótesis de trabajo, mediante el análisis de los problemas concretos y específicos que encontremos en el terreno con miras a formular las posibles soluciones dentro de las limitaciones de la investigación.

6.1. Aforo de las Demandas de Agua.

Definida la frecuencia de información más conveniente para aforar las demandas de agua (acápite 5.8- pag./11.), y teniendo en cuenta las consideraciones provenientes de -

los ensayos preliminares (5.8.1-pag. ~~113~~), se procedió a la recogida de datos en dos etapas, empleando el Formulario No.5 (Ver Anexo III). Recogiéndose en primer lugar la información correspondiente a la ubicación y características de la conexión domiciliar.

Luego, en la primera semana del 17 al 23 de Abril 73; se hicieron aforos en las viviendas representativas de las manzanas: (M_1-M_3), (M_2-M_5), (M_6-M_7), agrupadas en dos, de tal manera que la distancia entre ellos representara emplear un tiempo máximo de 5 minutos, quedando por aforarse las dos viviendas restantes de las manzanas (M_4-M_8) para la siguiente semana, del 23 al 29 de Abril-73; ya que sólo éramos tres los que podíamos aforar; incluyendo al tomador de estado de la ESAL.

En cuanto al registro de las variaciones de presión, se tuvo en cuenta los aforos realizados por espacio de una semana (acápite 5.8-pag. ~~111~~), encontrándose la poca variación de presión existente en la zona, sólo se registraba la presión de entrada en intervalos de tiempo de 30' a 60' aproximadamente, en los puntos predispuestos para tal fin, éstos eran las conexiones aledañas a las viviendas seleccionadas que aún no tenían instalado el medidor (Lotes sin construir).

Estos datos de presión considerados como promedios-

fueron comprobados con los valores que se registraron previamente durante una semana (acápite 5.8-pag.///), aforándose nuevamente en forma simultánea, para tener mayor confiabilidad.

Para completar los demás datos requeridos por el formulario, tal como el estado del tiempo, se tomaron los datos de temperatura y humedad proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

El promedio de horas de trabajo empleado en el aforo de las demandas de agua, fue de 10 horas diarias, en forma continua, desde las 8.00 a 18.00 horas, aproximadamente. Horario que abedecía a las condiciones de trabajo en sí, y a los contratiempos suscitados en el proceso mismo de la recogida de datos, ya sea por las intervenciones de los vecinos o personal de la Guardia Civil, no obstante al permiso solicitado previamente. Por lo que la información obtenida y la elaboración de los datos respectivos corresponden a un total de 70 horas por espacio de una semana, tratándose de conseguir información de las variaciones y características del consumo durante las horas del día, supuestas las de mayor consumo.

Es así como se pudieron registrar los consumos, en cada una de las viviendas seleccionadas, que representan la muestra en estudio, y de donde se obtuvieron los consu

mos promedios en las 8 viviendas seleccionadas, que se anotan en el siguiente cuadro:

CONSUMO PROMEDIO EN LTS. DE LAS OCHO VIVIENDAS SELECCIONADAS

Horas	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sabado	Doming.	Promedio	Max.	Min.
8-9	361.4	169.9	83.6	79.5	124.8	95.8	255.6	167.2	361.4	79.5
9-10	98.6	55.9	72.3	96.5	147.5	83.4	229.5	112	229.5	55.9
10-11	86.5	114.8	56.5	57.5	85.6	93.1	110.9	86.4	114.8	56.5
11-12	75.8	71.4	67.3	52.5	58.0	45.3	63.3	61.9	75.8	45.3
12-13	57.0	235.3	61.1	52.4	57	109.5	161.4	104.8	235.3	52.4
13-14	95.6	175.8	72.3	58.4	64.9	70.3	60.4	85.4	175.8	58.4
14-15	67.0	119.8	59.6	47.5	63.3	61.9	80.1	71.3	119.8	47.5
15-16	202.8	126	210.6	56	139.5	78	87.4	128.6	210.6	56
16-17	148.8	178.6	119.4	67.5	102.5	88.1	85.5	112.9	178.6	67.5
17-18	51.6	107.1	28.9	72.4	35	175.9	48.4	74.2	175.9	28.9
SUMA-1	245.1	1354.6	831.6	640.2	878.1	901.3	1182.5		1354.6	640.2
MAX	361.4	235.3	210.6	96.5	147.5	175.9	255.6		361.4	96.5
MIN	51.6	55.9	28.9	47.5	35	45.3	48.4		55.9	28.9
PROM.	124.5	135.5	83.2	64.0	87.8	90.1	118.3		135.5	64.0

6.1.f. Consumos producidos durante la noche y primeras horas de la mañana.

Con el fin de tener el registro de los consumos que se produjeron durante la noche y las primeras horas de la mañana, ésto es, durante el lapso de tiempo que no se realizaron los aforos para períodos de 5 minutos, en las viviendas seleccionadas, se ha elaborado el Formulario No.5 A, del Anexo III, en el que se anotan los estados del medidor, correspondientes al último registro anotado del día, y al primero del día siguiente; determinándose de esta manera la cantidad de litros de agua que se consumieron en ese lapso de tiempo.

En el cuadro siguiente se anotan los consumos promedios que no fueron aforados cada 5 minutos, desde las 18 horas del día, hasta las 8 horas del día siguiente; para la muestra de 8 viviendas estudiadas.

Días	Horas	Consumos (Lts)	Consum.Acum. (Lts)
Lunes	18.00		
a Martes	8.00	783.5	783.5
Martes	18.00		
a Miércoles	8.00	472.9	1256.4
Miércoles	18.00		
a Jueves	8.00	440.8	1697.2
Jueves	18.00		
a Viernes	8.00	471.6	2168.8

////.

Dias	Horas	Consumos (Lts)	Consum.Acum. (Lts)
Viernes	18.00		
a Sábado	8.00	374.2	2543.0
Sábado	18.00		
a Domingo	8.00	1248.9	3791.9
Domingo	18.00		
a Lunes	8.00	480.7	4272.6

Se puede observar la tendencia de consumir más entre los días sábados y domingos; este aumento refleja la costumbre de la mayoría de las viviendas a regar sus jardines entre esos días en horas de la noche o primeras horas de la mañana. Asimismo, se pone en manifiesto la concentración del mayor número de personas de la vivienda.

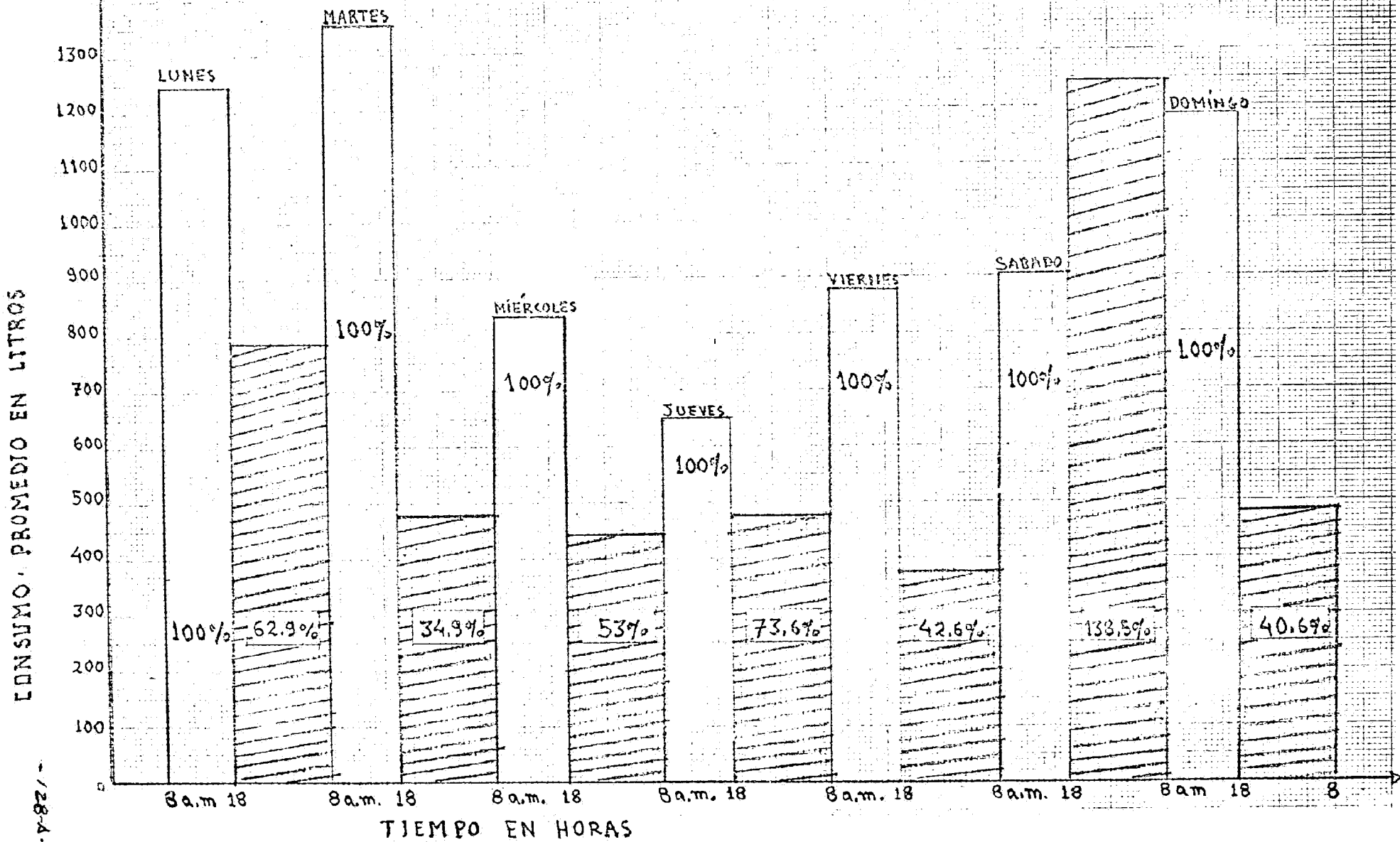
Esto se complementa observando el Histograma 6.1.1-I, pag. 28-4, en el que se comparan los consumos producidos durante el día con los de la noche.

6.2 Aplicación del Cuestionario.

Este formulario fue aplicado a cada una de las viviendas seleccionadas en el transcurso de la semana de aforos de las demandas de agua, con el fin de no incomodar al usuario y se completó posteriormente con los datos proporcionados por la Oficina de Archivo y Facturación de la

CONSUMO PROMEDIO EN LITROS DE LAS OCHO
VIVIENDAS SELECCIONADAS
(De 8 a.m. a 8 a.m.)

- CONSUMO PROMEDIO EN LTS DESDE LAS 8 a.m. hasta LAS 18 HORAS
- CONSUMO PROMEDIO EN LTS DESDE LAS 18 HORAS hasta LAS 8 a.m DEL DIA SIGUIENTE
- % ESTA REFERIDO AL CONSUMO EFECTUADO DURANTE LAS 10 HORAS DEL DIA ANTERIOR



ESAL, referentes al consumo promedio mensual de cada vivienda estudiada. Obteniéndose como promedio $62.3 \text{ m}^3/\text{mes}$, entre las 8 viviendas seleccionadas.

En el Anexo III, se encuentran las encuestas aplicadas según el Formulario No.3

Se analizaron las 8 viviendas encuestadas y se encontró que las características de ellas corresponden al nivel medio (Acápite 5.1-pag.88.). El mayor consumo se registró en la vivienda que tenía fuga de agua permanente en el inodoro, y la mínima demanda se registro en las viviendas con las menores superficie de lote. En ambas la mayor demanda coincide con el riego de jardín.

6.3. Elaboración de los Datos

La elaboración de los datos se ha hecho de acuerdo al plan de trabajo, con el fin de conseguir los objetivos de la investigación.

Se ha tomado como base la información obtenida de las ocho viviendas seleccionadas, empleando los formularios No.3 y 5 del Anexo III, teniéndose de este modo una serie de datos ordenados de cada uno de los componentes de la muestra, los cuales han sido analizados en forma conjunta, a nivel de muestra, como también se han hecho especulacio-

nes con los datos de cada componente tratando de conseguir algunas relaciones que nos lleve a formular las observaciones o conclusiones correspondientes.

6.4. Flujos Horarios.

Una primera elaboración y resumen de los datos se hizo empleando el Formulario No.6 del Anexo IV, de la siguiente manera:

= Se elaboró por cada vivienda estudiada el Formulario No.6 (del Anexo IV) dividido en tres secciones que se destinaron, una a registrar los flujos horarios máximos y los otros los mínimos y promedios, anotados en litros por hora para períodos de consumos de 5 minutos. A la vez que se determinaron los flujos máximos y mínimos para el día y la semana que corresponden. Además en el Anexo IV, se incluye el resumen del Formulario No.6, que se aplicó a cada vivienda, a fin de tener los valores representativos de la muestra y poder sacar las conclusiones finales.

Uno de los principales propósitos de este formulario, es detectar la magnitud de los flujos máximos y mínimos, representativos de las 8 viviendas seleccionadas, completándose con la frecuencia a que se suceden en el medidor de la conexión domiciliar. De donde se obtuvieron los siguientes

tes resultados:

<u>FLUJOS:</u>	<u>LTS/HR.</u>	<u>LTS/MIN.</u>	<u>FRECUENCIA</u> <u>(PERIODOS DE 5')</u>
MAXIMO:	2500	41.6	0.11 %
MINIMO:	12	0.2	5.2 %

(100% < 74.278 Periodos)

Los cuales pueden ser comparados a las diferentes - normas o especificaciones que limitan los flujos horarios, según el caso que corresponda. Esto es, si comparamos nuestros valores obtenidos a las recomendaciones de los fabricantes de los medidores "Kent", que dice:

- Para medidores de capacidad nominal : 3.5 mch.
 - Empieza el registro con: 3.4 Lts/Hr.
 - Capacidad con una pérdida de carga de 10 mts, de columna de agua: 3,500 Lts/Hr
 - Flujo continuo máximo recomendado: 2,730 Lts/Hr.

Podemos observar que los valores obtenidos en el terreno están dentro de estas especificaciones, en la mayoría

de ellos.

El hecho de contar con esta clase de información re presenta tan sólo un factor que debe tomarse en cuenta pa ra la selección de medidores.

Por otra parte, con el Formulario No.6, se muestra- los flujos horarios máximos, mínimos, y promedios con los que se produjeron las demandas de agua durante el día y - la semana en que se realizaron los aforos, con el fin de- relacionarlos a las características de las viviendas, lo- cual constituye otro de los factores a considerarse en la selección de medidores. Por lo que anotamos los siguien-- tes resultados:

Características de las Viviendas

Para Flujos Horarios	Máximo 2,592...Lts/Hr	Mínimo 1,2...Lts/Hr	Promedio 1,547...Lts/Hr.
Superficie del bte	180 m ²	90 m ²	160 m ²
Número de:			
Pisos	2	1	1
Dormitorios	3	3	2
Baños	2	1 1/2	1 1/2
Garajes	-	-	-
Personas	5	6	4
Duchas	1	2	1
Lavamanos	1	2	1
Inodoros	2	2	2
Bidets	-	1	-
Grifos de Lavaderos	2	2	2
Grifos de Jardín	2	1	2
Diámetro de conexión	3/4"	1/2"	3/4"
Consumo Promedio mensual	60.7 m ³	55.5 m ³	* 165.5 m ³

* Vivienda con fuga de agua en el inodoro.

Las características de las viviendas corresponden a aquellas donde dichos flujos se presentaron con mayor frecuencia.

6.5 Frecuencia de Flujos Horarios

Con el Formulario No.7, del Anexo IV, se ha logrado registrar el número de períodos de 5 minutos con que se verifican, en el terreno, los flujos horarios, incluidos en los diferentes intervalos que se han anotado en dicho formulario, de tal manera que éstos puedan involucrar los flujos limitadores, que se dan en las diferentes normas para los medidores; los que podrán correlacionarse con los resultados encontrados en el terreno.

En este formulario además, se registra la variación de los períodos durante una semana, obteniéndose al final, los porcentajes parciales y acumulados para la elaboración de los respectivos histogramas.

Por facilidad de procedimiento, el Formulario No.7, se ha elaborado para cada vivienda estudiada con los valores determinados en el Formulario No.5m del Anexo III, obteniéndose de ellos los registros de la frecuencia de flujos horarios de las ocho viviendas seleccionadas, para período-

dos de consumo de 5 minutos; incluídos en el Anexo IV.

La utilidad de este formulario, es precisar el número de horas que el medidor está registrando los consumos con los diferentes flujos horarios que se produjeron en la conexión domiciliar, durante la semana de afros.

Asimismo, se emplea el Formulario No.7, para la elaboración del histograma de los porcentajes de períodos acumulados, el mismo que permite analizar otros aspectos relativos al consumo y comportamiento de los medidores (Ver acápite 7.3 pag. 59).

6.6 Porcentaje del consumo que se verifica con diferentes flujos horarios.

A partir de los flujos horarios representativos que se indican en el Formulario No7, del Anexo IV, y del número total de períodos de 5 minutos, durante los 7 días, se ha determinado el consumo parcial de una semana verificado con el flujo representativo correspondiente ; como también se han relacionado dichos consumos parciales con el total registrado durante la semana de trabajo, determinándose así, los respectivos porcentajes parciales y acumulados.

Estos valores se han tabulado según el Formulario No.8, del Anexo IV, aplicado a cada una de las viviendas-

estudiadas, para luego agrupar los valores de las ocho---
viviendas y poder formular las conclusiones de la muestra.

Este formulario, permite elaborar el histograma acu-
mulativo de los porcentajes de consumos que se registra--
ron durante la semana de aforos, y que con el histograma-
de los porcentajes de períodos acumulados(Acápite 6.5, pag.
/33.), se logran hacer especulaciones y deducciones refe--
rentes a la demanda de agua y al comportamiento de los me-
didores.

Con el fin de tener una representación gráfica de las
variaciones de los porcentajes de consumos que se suceden
con los diferentes flujos horarios con relación a los por-
centajes de frecuencia de los mismos, para períodos de con-
sumos de 5 minutos, durante la semana de aforos, se han e-
laborado los histogramas de barras, mostrados en las págs.
/37./38, teniendo en cuenta los datos de los formularios --
No.7 (Columnas 1 y 10), y No.8 (Columnas 1 y 5).

En ellos se observa que las mayores frecuencias rela-
tivas de flujos horarios corresponden a los menores valo--
res de porcentajes de consumos que se verifican a flujos-
horarios mínimos. Mientras que para los mayores porcenta-
jes de consumos, corresponden los menores valores de las-
frecuencias relativas, donde los flujos horarios son valo-
res medios, considerándose como máximo 3000 Lts/Hr. Habién--

dose presentado solamente un caso con más de 3,000 Lts/Hr para un período de 5 minutos.

Esto es:

% de consumo (Una semana de aforo)	%Frecuencia	Flujo medio horario(Lts/Hr)
9.76 (Máximo)	1.42	1,150
2.33	15.66 (Máximo)	25
0.47 (Mínimo)	5.28	15
0.59	0.02 (Mínimo)	más de 3,000

Lo que nos indica que un medidor de 3 MCH, de capacidad nominal podría adecuarse a estas características de consumo.

6.7 Análisis Estadístico Matemático.

De los datos elaborados según los acápite anteriores ahora se trata de analizar dichas elaboraciones con el fin de formular las relaciones existentes entre las normas dadas para los medidores y las condiciones reales de trabajo, es decir, ver la factibilidad de aplicación para otros

casos, tratando de no apartarnos de las limitaciones pre-
establecidas.

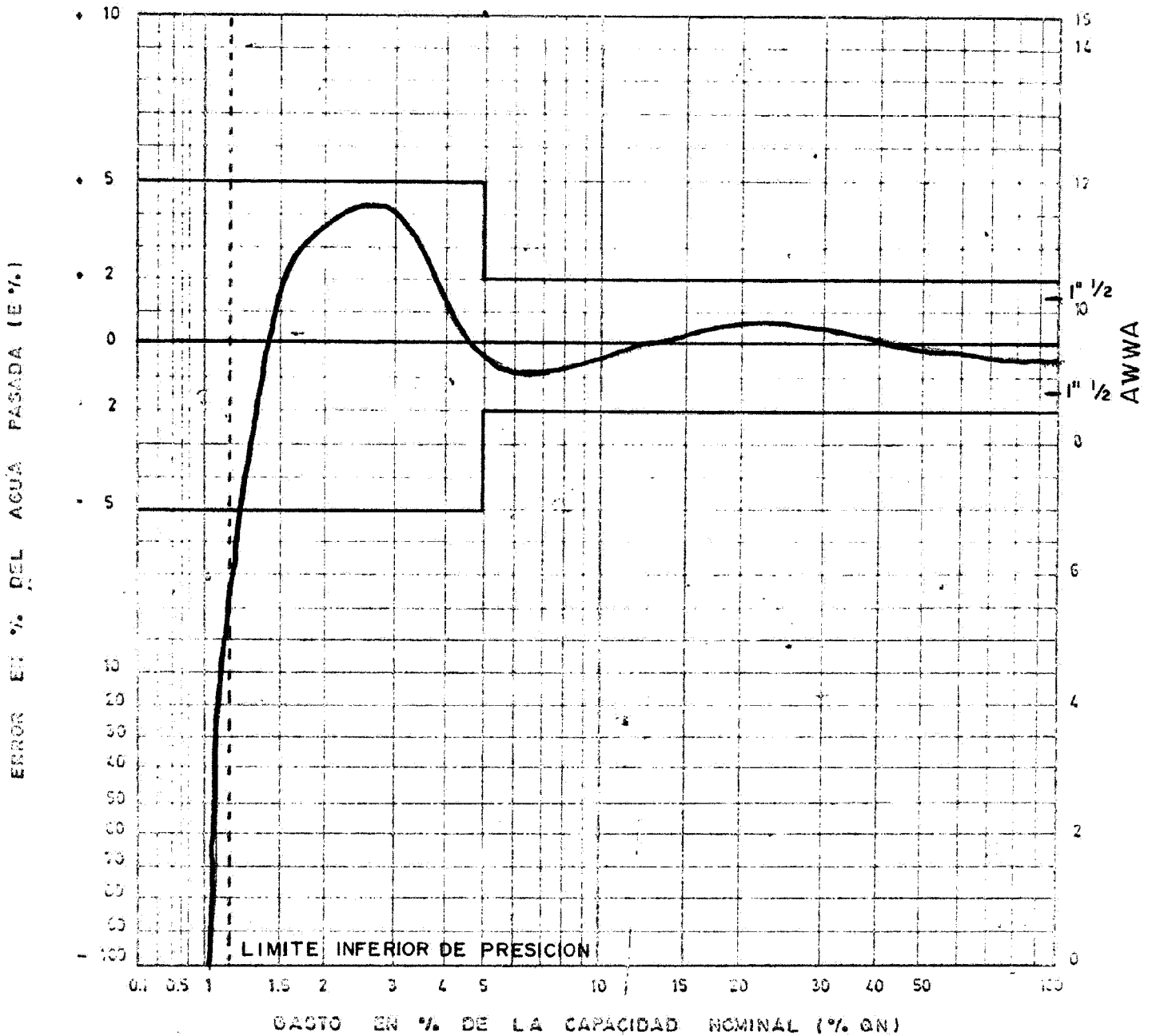
6.7.1. Capacidad Nominal y Porcentaje de agua consumida -
por debajo del límite inferior de precisión del me-
didor.

En la fig. 6.1, pag. 40, observamos la curva de pre-
cisión de un medidor, donde se indica los flujos horarios
limitadores para cada rango de la curva. Estos flujos son
dados por las diferentes normas (MEXICANA, DIN, BRASIL, AW
WA).

Elaborado el histograma acumulativo correspondiente
al Formulario No.8, del Anexo IV (Porcentaje de consumo)
y tomando los valores de flujos horarios establecidos por
las normas DIN, correspondiente al límite inferior de pre-
cisión para las diferentes capacidades nominales de los -
medidores, se ha construido el gráfico "variación del %
de agua consumida por debajo del límite inferior de preci-
sión del medidor para diferentes **capac.**, del Anexo V, para-
cada vivienda estudiada y para el grupo de las ocho vi-
viendas. Encontrándose que existe relación entre las capa-
cidades **nominales** y los porcentajes de consumo que están
por debajo del límite inferior de precisión. Es decir, por-

Fig.6-1.- FLUJOS HORARIOS LIMITES SEGUN LAS DIFERENTES NORMAS (EN Its./Hr.)

Mex.	Din.	Din.	
	200	1500	30000
200	170	1000	20000
100	105	500	10000
70	80	350	7000
50	60	250	5000
30	40	150	3000
20	35 (BRASIL)	100	2000



AWWA	5/8"	56.7	226.8	4536
	3/4"	113.4	435.6	6804
	1"	170.1	680.4	11340
	1 1/2"	340.2	1134.0	22680
	2"	453.6	1214.4	36288
	3"	907.2	3628.8	68040

centajes de consumos que el medidor los registra con un error comprendido entre el -5% al -100%, con lo cual se pretende saber qué tanto influye la capacidad nominal del medidor para un determinado consumo.

Con el fin de encontrar la expresión matemática de la curva que relacione la capacidad nominal del medidor(x), y los porcentajes de consumos que se han registrado por debajo del límite inferior de precisión(Y), se ha aplicado el método analítico de los mínimos cuadrados, para cada vivienda estudiada, como también al grupo de las 8 viviendas seleccionadas, empleándose el Formulario No9, del Anexo V.

Habiéndose seguido la metodología del muestreo aleatorio para la recogida de datos, y tratando de encontrar el grado de representatividad de los datos muestrales alrededor de la recta determinada por el método de mínimos cuadrados de Y sobre X, es necesario medir la dispersión de dichos datos, con relación a la recta, $y = a_1 - a_0 x$, para lo cual se empleará la expresión del Error Típico de la Estima de Y sobre X. Esto es:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est.})^2}{N}}$$

De los cálculos desarrollados en el Anexo V, los --- resultados obtenidos para la muestra estudiada de 8 viviendas, son los siguientes:

$$Y = 2.07 X^{0.919}$$

Con un error típico de la estima:

$$S_{yx} = \pm 9.48$$

Esto se ilustra con el gráfico correspondiente, de - la pág. 44, donde se observa que con las diferentes capacidades de medidores se registrarán los siguientes porcentajes de agua consumida que estén por debajo del límite inferior de precisión:

Capac. Nominal (MCH)	% de Agua Consumido por debajo del <u>límite inferior de precisión</u>	
	(Máximo)	(Mínimo)
2	12.0	0.0
3	14.5	0.0
5	19.0	0.5
7	23.0	5.0
10	28.5	10.0
20	43.5	25.0
30	56.0	37.0

Estos resultados, nos está indicando que con medidores de 2 y 3 M.C.H., de capacidad, se pueden registrar el 100% del agua consumida en las viviendas ó en su defecto se registrarán el 88% y 85.5%, respectivamente con errores menores al 5%.

Mientras con medidores de mayor capacidad, es menor el porcentaje de agua consumida que se registraría con errores menores al 5%.

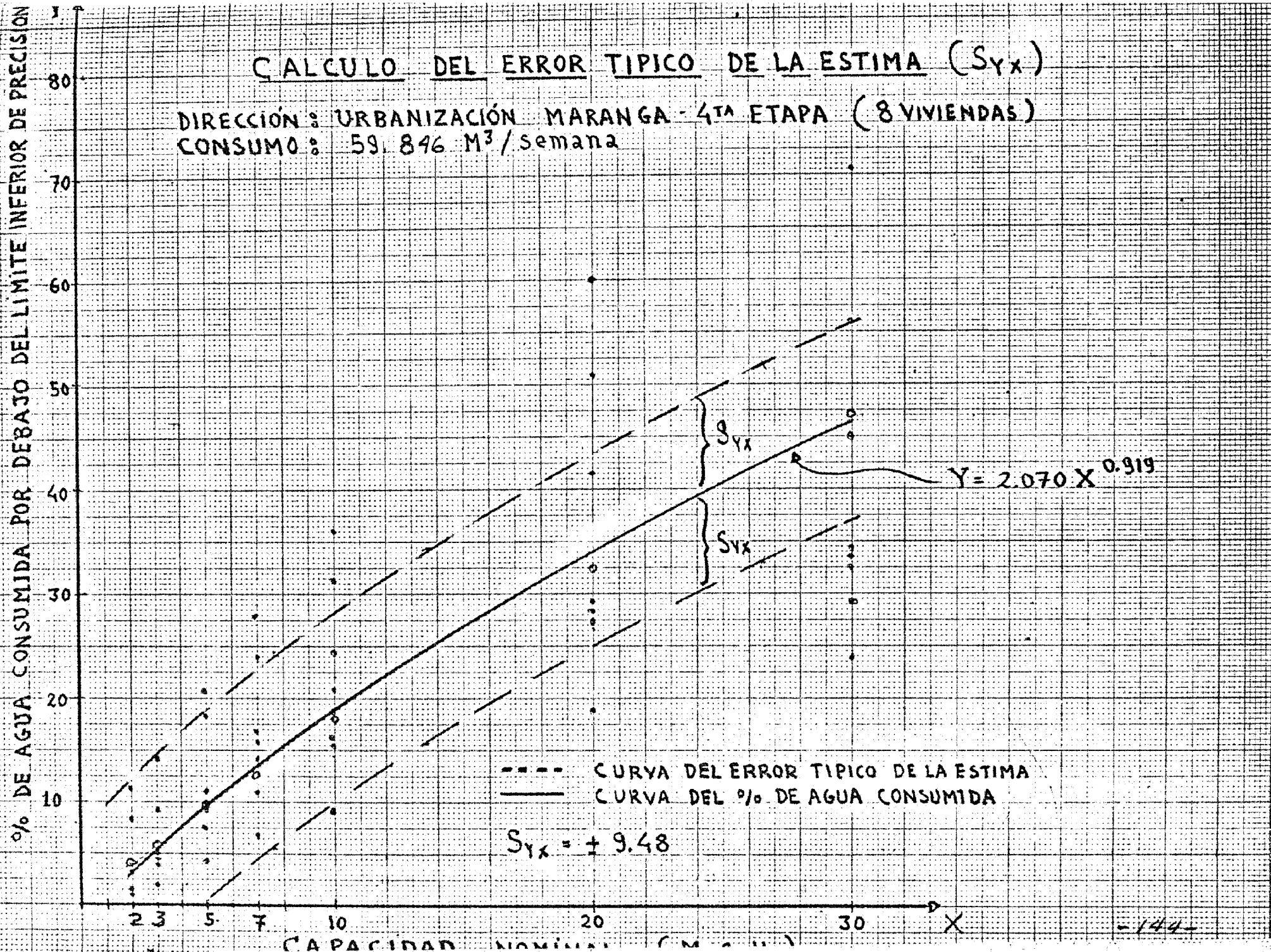
6.7.2. Consumo Semanal y Porcentaje de Agua Consumida por Debajo del Límite Inferior de Precisión del Medidor.

A partir de los gráficos "Variación del % de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión para diferentes capacidades", elaborados según el Acápite 6.7.1., pag. ~~139~~, se ha podido determinar las curvas que relacionan los consumos semanales registrados en cada vivienda estudiada con el porcentaje de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión en una determinada capacidad nominal. Ver gráfico 6.7.1 pag. ~~146~~...

En dicho gráfico podemos observar que los menores porcentajes de agua consumida corresponden a los medidores de 2 y 3 MCH, de capacidad diferenciando en pequeña proporción para los consumos de 6 á 11 m³, por semana. Mien-

CALCULO DEL ERROR TIPICO DE LA ESTIMA (S_{YX})

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN MARANGA - 4ª ETAPA (8 VIVIENDAS)
CONSUMO: 59.846 M³/semana



tras que para estos mismos consumos el % de agua se ha consumido por debajo del límite inferior de precisión es mucho mayor para medidores de capacidad nominal superior a los 3 MCH.

Asimismo, es notorio observar que para todos los tamaños de medidores, la tendencia a aumentar los porcentajes de agua que se han registrado con precisiones menores al límite inferior se produciría para consumos semanales menores que los 6 m^3 y mayores que los 11 m^3 .

En estas condiciones, si se efectuara la venta del agua, se estaría cobrando sobre un porcentaje menor del consumo real que se haya producido en la conexión, puesto que el error del medidor es mayor.

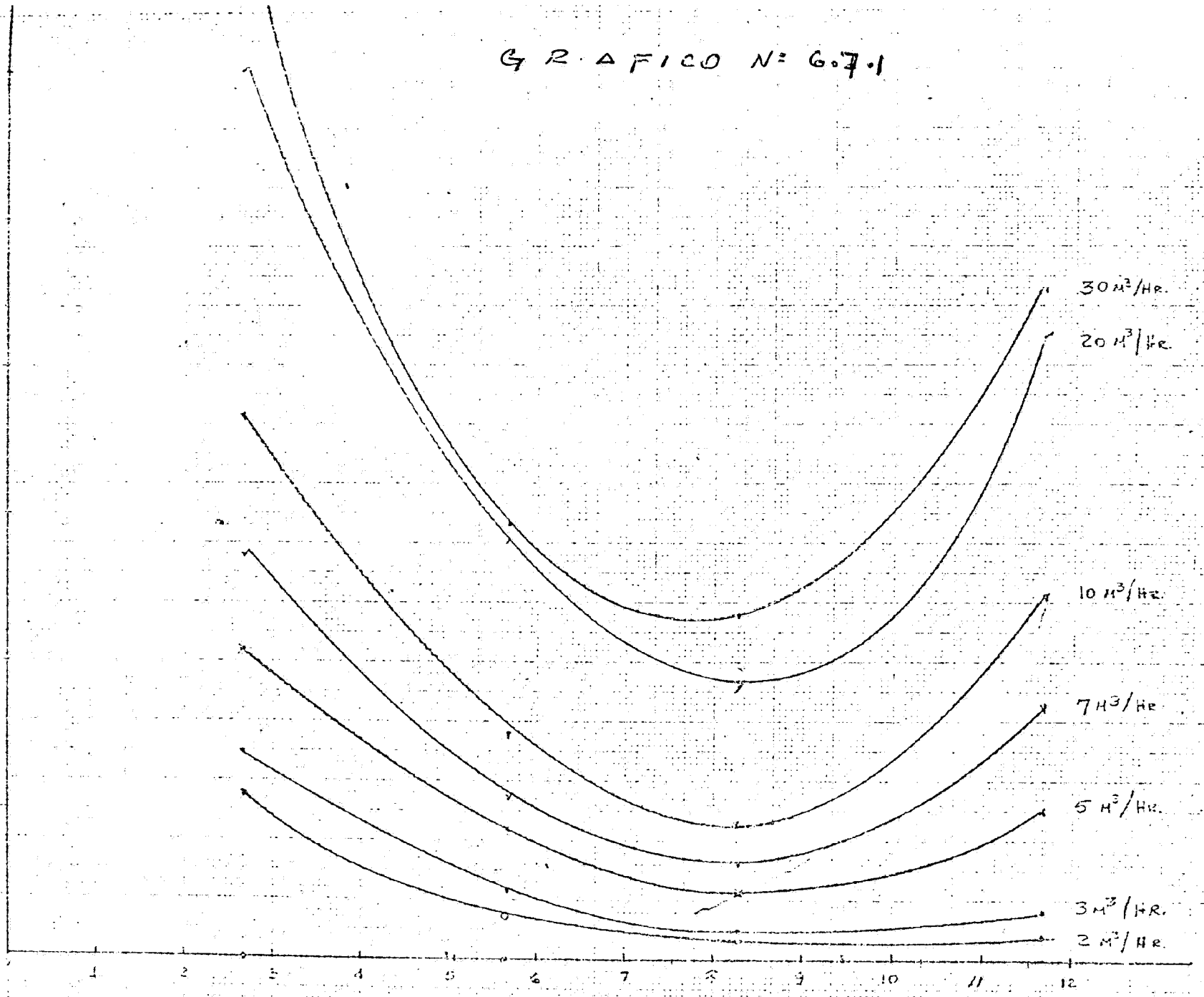
Desde luego que, es necesario contar con más información o datos, para poder generalizar las especulaciones o conclusiones que puedan observarse en estas relaciones encontradas.

Sin embargo, se ha pretendido determinar una ley o ecuación empírica que pueda relacionar las tres variables: Consumo (X), Capacidad Nominal(Y), y Porcentaje de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión(Z).

El procedimiento analítico correspondiente que se ha seguido, se desarrolla en el Anexo V, llegándose a determi-

% DE AGUA CONSUMIDA POR SE BAJA DEL LIMITE INFERIOR DE PRESIÓN

GRAFICO N° 6.7.1



CONSUMO SEÑAL EN METROS CUBICOS

nar la siguiente expresión:

$$\frac{1}{Z} = 0.0796 - 0.0167X - \frac{0.9384X^{0.1246}}{Y}$$

Cabe agregar que, por lo general en las ecuaciones de este tipo se adaptan adecuadamente a la interpolación, pero con frecuencia no se pueden emplear con seguridad - para la extrapolación, salvo en intervalos muy estrechos; pues para su generalización se requiere contar con mayor número de datos de consumos y poder compararlos. Por esta razón la ecuación empírica que se ha determinado, sólo representa la posibilidad de que existe una expresión matemática que relaciona las tres variables: Consumo, Capacidad Nominal, y Porcentaje de agua consumido por debajo del límite inferior de precisión.

7. Error Medio del Medidor, Influencia de la precisión del medidor, Tarifas.

7.0 Introducción al capítulo.

Con el fin de completar y comprobar los trabajos - realizados a través de los capítulos anteriores y poder - robustecer la seguridad de las conclusiones finales de la investigación, ha sido necesario realizar trabajos auxiliares, que mayormente se describen en la primera parte y que ahora se complementa, siguiendo el orden exigido por la redacción.

7.1. Error Medio del Medidor

Cuando se quiere conocer el gasto real con el que se registran los volúmenes de agua de las conexiones domiciliarias, a través de l medidor, se requiere determinar el

error medio del medidor. Esto es, partiendo de la curva-- de precisión que tenga el medidor, sabremos los porcentajes máximos o mínimos de error para cada campo ó rango de medida de la curva, en los mismos que ya se conocen los flujos horarios, límites respectivos, establecidos por las diferentes normas; además contando con el histograma de los porcentajes de consumo acumulados que se verifican a diferentes flujos horarios, que se haya elaborado con los datos de las demandas instantáneas de una conexión domiciliar, podremos determinar el error medio del medidor de una capacidad nominal dada.

En nuestro caso, contamos con el histograma de los porcentajes de consumo representativo de las ocho viviendas seleccionadas (Gráfico B, Fig. 7.1. pag. 57.) elaborado sobre la base de las demandas instantáneas, para períodos de consumo de 5 minutos (Ver Acápito 6.6 pag....).

Los medidores de dichas viviendas no tienen la curva de precisión respectiva, y para poder contar con los elementos necesarios para la determinación del error medio representativo de los medidores de las ocho viviendas en estudio, asumiremos una curva de precisión que se ha determinado a diferentes medidores que han sido retirados de las conexiones domiciliarias por razones de mantenimien

to.

Asimismo, asumiremos los flujos horarios límites dados por las normas DIN, para las diferentes capacidades nominales (Ver Fig. 6.1.-pag. ⁴⁰). Con estos tres elementos podremos elaborar el cuadro No. 7.1.

Cuadro 7.1. ERROR MEDIO DEL MEDIDOR

Capac. Nom. (M.C.H.) (1)	% de Error Lím(DIN) (2)	Fluj.Hor. Lím.(DIN) (3)	% del Consumo Semanal (4)	(2)(4) 100
2	50	< 35	6	3.00
2	3	35-100	14	0.42
2	1.5	100 >	80	1.20
Error Medio del Medidor-----				4.62 %
3	50	< 40	7	3.50
3	3	40-150	20	0.60
3	1.5	150 >	73	1.09
Error Medio del Medidor-----				5.19 %
5	50	< 60	11	5.50
5	3	60-250	33	0.99
5	1.5	250 >	56	0.84
Error Medio del Medidor-----				7.33 %

Según los valores del error medio que se han determinado en el cuadro 7.1, para medidores de diferentes capacidades, observamos que el menor porcentaje de error se

(A) % DE PERÍODOS EN QUE EL FLUJO HORARIO ES MENOR DE :

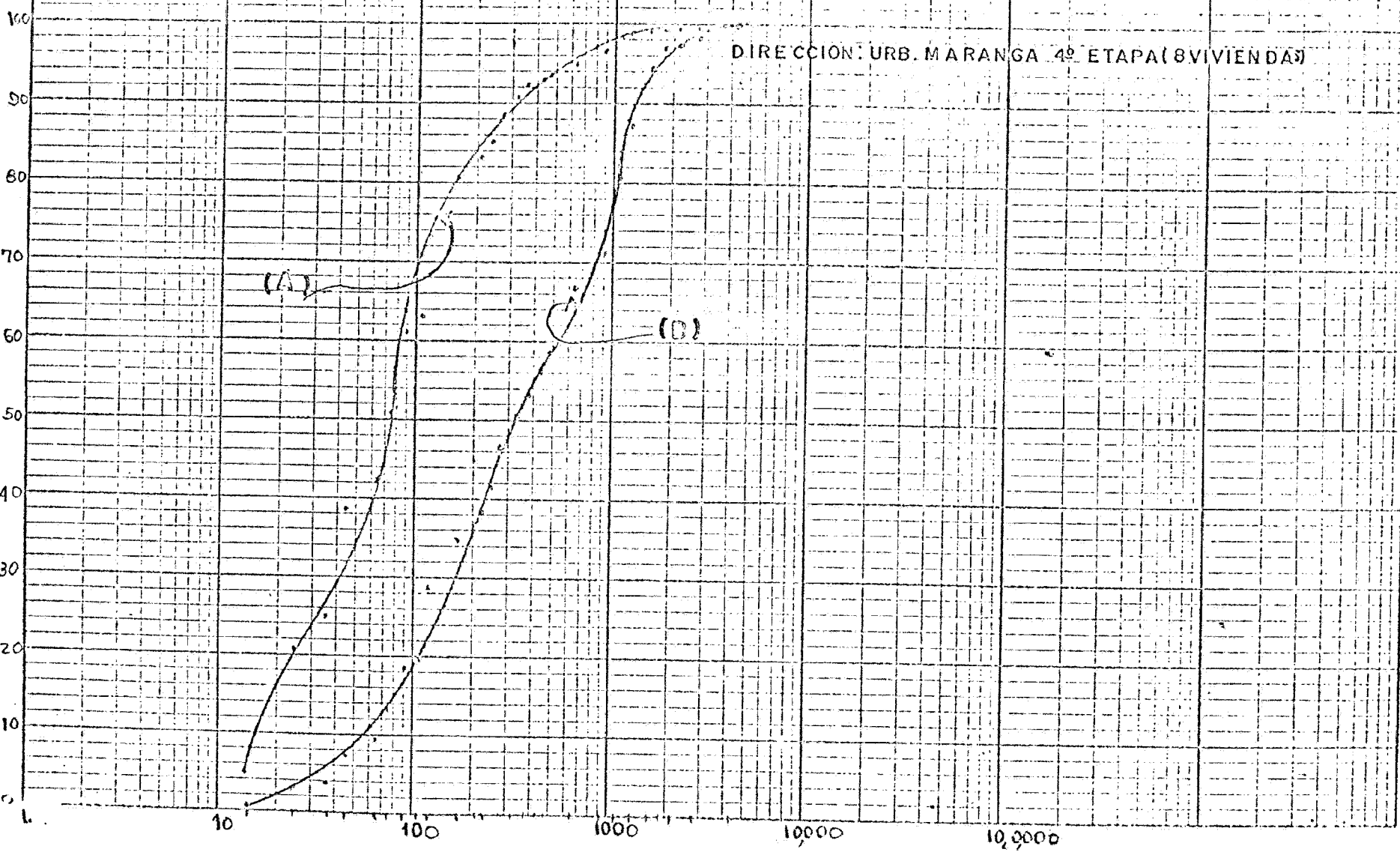
(B) % DEL CONSUMO QUE SE VERIFICA A FLUJOS HORARIOS MENORES DE :

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE FLUJOS HORARIOS Y PORCENTAJE DE CONSUMO QUE SE SUCEDEN CON FLUJOS MEDIOS HORARIOS MENORES

(PARA PERÍODOS DE CONSUMO DE 5 MINUTOS)

TRAFFICOS REALIZADOS DURANTE UNA SEMANA

DIRECCION: URB. MARANGA 4ª ETAPA (8 VIVIENDAS)



FLUJOS HORARIOS EN LTS/HORA

-15/-

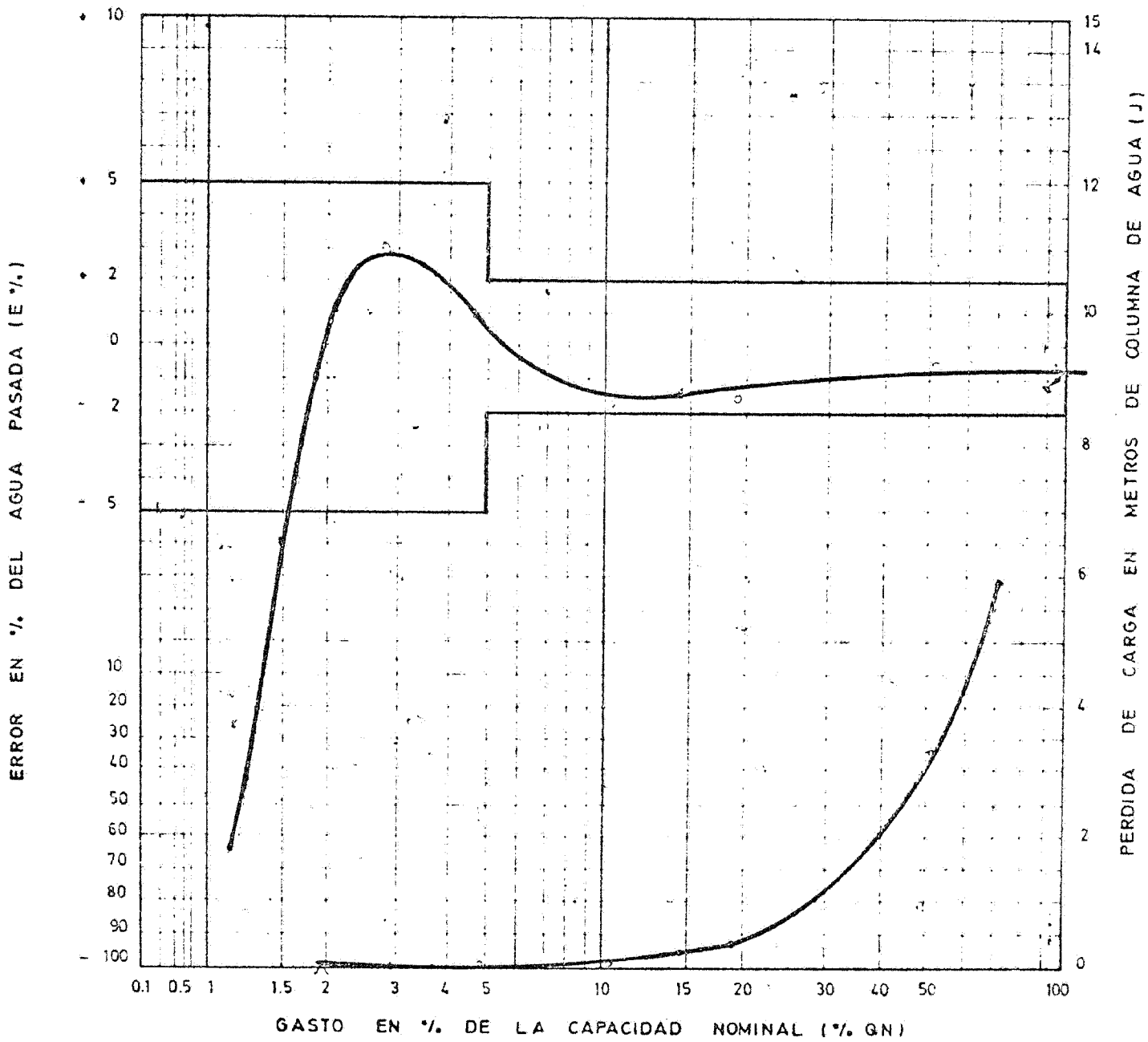
DATE

TRC

Fig. 7.2.

CURVAS CARACTERISTICAS

MEDIDOR N° 40315 MARCA: BADGER TMA
 CAPACIDAD NOMINAL 3m3/Hora DIAMETRO NOMINAL 5/8"
 TIPO VELOCIDAD CHORRO UNICO



CURVA DE ERRORES (% QN) vs (E %)

CURVA DE PERDIDA DE CARGA (% QN) vs (J)

registraría con un medidor de $2\text{m}^3/\text{hr}$. dado que el consumo en la mayoría de las viviendas se verifican con flujos -- horarios bajos (Ver Formulario No.7 Anexo IV).

Si en realidad empleáramos el medidor de $2\text{m}^3/\text{hr}$. de capacidad nominal, se estaría limitando el consumo para flujos no mayores de 2000 lts/hr., ésto es, considerando las especificaciones de las normas y recomendaciones de los fabricantes; además es muy probable que en las conexiones donde la presión de entrada es alta y donde las salidas de agua puedan usarse con el mayor número de combinaciones se producirán flujos mayores a 2000 lts/hr, de acuerdo a lo experimentado en la instalación modelo (Formulario No2, Anexo II). De donde tomamos los siguientes valores:

(considerando el 100% de abertura de los grifos).

<u>Combinaciones de las salidas de agua</u>	<u>Pres. Entrada (Lbs/Pulg²)</u>	<u>Flujos (Lts/Hr)</u>
LC-LM	25	2050
LC-LR	25	2100
D-LR	20	2170
LC-D-LR	20	2392
LC-LM-D-I-LR	20	2410

El máximo error medio se ha determinado para un medidor de $5\text{m}^3/\text{hr}$. de capacidad, puesto que el flujo correspondiente al límite inferior de precisión es alto, de 60 lts/hr, y los flujos menores los registraría con mayor error.

Para nuestro caso la diferencia de errores medios entre los medidores de 2 y $3\text{m}^3/\text{hr}$, de capacidad, es pequeña (0.57%), por lo que sería más conveniente emplear el de $3\text{m}^3/\text{hr}$, ya que se contaría con mayor holgura, en las limitaciones de los flujos, para cuando se originen consumos con flujos horarios entre 2000 a 3000 lts/hr.

De todo lo dicho, observamos que es muy importante contar con la curva de errores del medidor, puesto que puede suceder que el límite de precisión del medidor escape del flujo horario límite que se dan en las normas para diferentes capacidades de los medidores.

En la fig. 7.3, se representa la curva de errores de un medidor deteriorado cuyo límite inferior de precisión es inapreciable.

Contando con la curva de errores del medidor se podrá cotejar con los valores que se obtengan del histograma "porcentajes de consumos que se suceden a diferentes flujos horarios", y así sabremos si los consumos de la --

vivienda, son registrados por el medidor con los flujos horarios que se hayan determinado.

7.2. Influencia de la precisión del medidor en los registros.

Es importante hacer notar, que para estudiar el funcionamiento de los medidores y realizar operaciones de mantenimiento, es indispensable determinar la curva de errores del medidor. Como pudimos observar en el acápite anterior, con el objeto de comparar los registros de volúmenes de agua, empleando medidores de diferentes tipos tanto volumétricos como de velocidad, y poder observar el efecto que ellos producen en dicha precisión, como también ver la influencia de la acción del tiempo sobre la precisión de los medidores; se realizaron ensayos en el Banco de Prueba del Taller de Medidores de la ESAL.

Para el efecto se tomaron muestras de medidores de diferentes estados de conservación, esto es, nuevos, reparados y sin reparación.

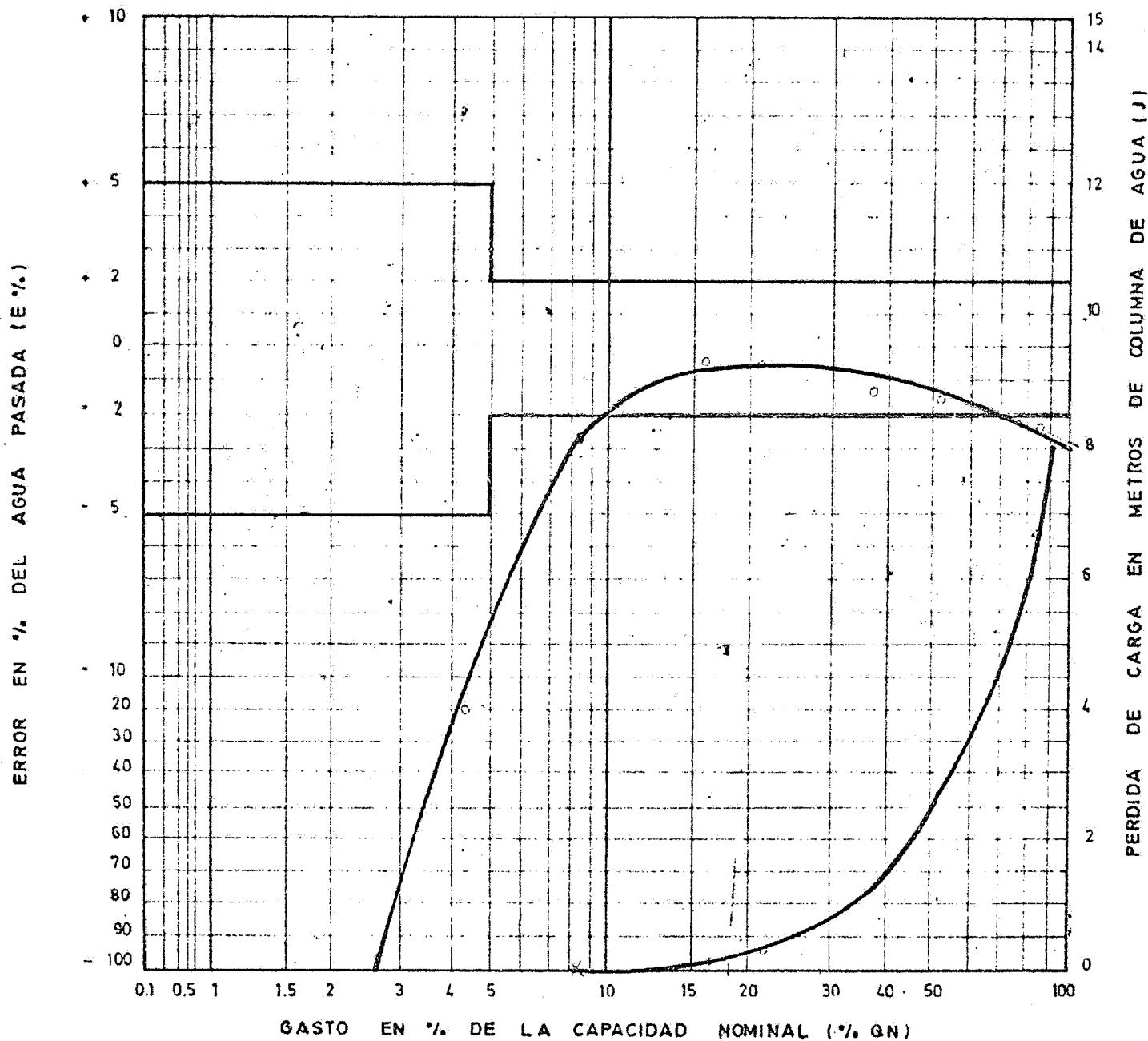
Procediendo a operar de acuerdo a lo indicado en el acápite 3.5.1, pag, 55, se han obtenido; resultados que se indican en el Formulario No.1, del Anexo IV.

Analizando los resultados incluidos en dicho formu-

Fig. 7.3

CURVAS CARACTERISTICAS

MEDIDOR N° 18760281 MARCA : ROCKWEL
 CAPACIDAD NOMINAL 7.2m³/Hora DIAMETRO NOMINAL 3/4 "
 TIPO VOLUMETRICO DE PISTON



CURVA DE ERRORES (% QN) vs (E %)
 CURVA DE PERDIDA DE CARGA (% QN) vs (J)

lario, se puede anotar que para medidores de diferentes edades, los errores de los registros varían desde 0 hasta-100%.

En el cuadro 7.2, se presenta un resúmen comparativo de los valores registrados por los medidores de diferentes tipos, para iguales volúmenes de agua que han pasado a un mismo flujo.

Cuadro 7.2 Precisión de los Registros de algunos medidores.

Medidor (tipo)	Registro (*1)(Lts)	Error (%)	Observaciones
Volumétrico-Piston	99.5	-0.5	Reparado
" "	99.0	-1.0	Usado
(1) " "	97.8	-2.2	Usado
Chorro Unico	100.3	-0.3	Nuevo
(2) " "	101.0	1.0	Nuevo
" "	99.6	-0.4	Nuevo
Volumétrico-Disco	94.0	-6.0	Sin reparación
(3) " "	95.8	-4.2	" "
" "	98.9	-1.1	Reparado.

(*) Sobre la base de 100 Lts.

Si procediéramos a cobrar el consumo de agua, registrado con estos medidores, la venta habría sido, con:

(1) : Menor en 2.2 %

(2) : Mayor en 1.0 %

(3) : Menor en 4.2 %

Para hallar una relación directa entre la edad del medidor y el error observado se tendría que tener un control cuidadoso del estado del medidor, en cuanto a las reparaciones efectuadas, cambio de sus piezas originales, condiciones de trabajo a que fueron sometidos.

7.2.1. Comparación de los diferentes tipos de medidores

-Los medidores volumétricos son más sensibles y precisos para flujos bajos, pero son susceptibles a paralizarse fácilmente cuando las características físico-químicas del agua (sólidos en suspensión, dureza, etc, son de baja calidad.

-En cambio los medidores de velocidad son menos sensibles que los volumétricos, requiriendo de flujos de agua capaces de vencer la resistencia del rotor para que pueda registrarlos.

-Entre los medidores de velocidad, el de chorro múltiple tiene mayor precisión que el de chorro único, cuya construcción es la más sencilla.

-El de chorro múltiple es más propenso a obstruirse

por tener los orificios de entrada y salida de agua en la cámara,mas pequeños.

-En los medidores volumétricos, si se paraliza el órgano móvil, no permiten el paso del agua, en cambio en los medidores de velocidad sí pueden dejar pasar el agua en esas mismas condiciones. Sin embargo, en los de velocidad, existe una determinada cantidad de agua que no registra el medidor, que pasa a través de los espacios existentes entre el órgano móvil y la cámara.

Hemos podido observar que la precisión de un medidor, es el factor decisivo en la selección del tipo de medidor a adoptarse y está íntimamente ligado con las tarifas y con el costo de los medidores; por lo tanto, deberá tenerse información estadística del tiempo durante el cual mantiene la precisión y así realizar estudios de costos anuales, incluyendo la depreciación y el mantenimiento.

7.3. Comportamiento de los medidores y su relación con las tarifas.

Una de las medidas para controlar los consumos excesivos que sobrepasan los límites normales de uso es el co-

bro de servicio de agua potable. Para lo cual se establecen tarifas cuyas estructuras se hacen sobre la base de l consumo, por lo que el empleo de los medidores tiene -- vital importancia.

Un estudio tarifario engloba una serie de consideraciones que exigen dedicación exclusiva para lograr fácil - aplicación a los sistemas de facturación y cobranza, como también a los diversos sistemas de abastecimiento de agua

En este acápite se pretenden, tan sólo, relacionar la influencia que tiene el comportamiento de los medido-- res, referido a la precisión de los registros y su rela-- ción con el porcentaje del tiempo que el medidor está re-- gistrando para los diferentes flujos horarios que se suce-- den en los consumos de las conexiones domiciliarias.

Esto es, si relacionamos la curva de errores repre-- sentada en la fig. 7.2 (pag/52.) con la curva "A" "Curva de porcentaje de períodos", de la fig. 7.1.(pag/51.) podremos decir que:

-Para un medidor de $3 \text{ m}^3/\text{hr.}$, de capacidad, el 30%-- del tiempo se está registrando un 7% del consumo semanal, con un error de -20%; para los flujos menores de 40 Lts/Hr.

Esto quiere decir que si se vendiera el agua medida con el medidor que tenga esa precisión se habría obtenido,

una venta menor en 20%, por un período de tiempo que representa el 30% del tiempo total aforado durante la semana.

- Para flujos comprendidos entre 40-150 Lts/Hr, el 50% del tiempo se está registrando un 20% del consumo semanal, con un error de $\pm 0.6\%$, por lo que la venta obtenida sería mayor en 0.6% por el período de tiempo que se indica (50% del tiempo total aforado).

-Y para flujos mayores de 150 Lts/Hr., el 20% del tiempo total aforado, el medidor está registrando el 73% del consumo semanal, con un error de -1.0% obteniéndose una venta menor en 1.0%.

Estas diferencias pueden ser más significativas, dependiendo en gran parte del comportamiento del medidor y las condiciones de trabajo a que se somete, puesto que influye en la precisión de los registros y a su vez éstos implican en la venta del agua; asimismo estos resultados toman mayor importancia cuando se aplican las tarifas existentes, que a la vez varían de acuerdo a las condiciones locales de la ciudad.

Con el fin de ilustrar lo dicho en el párrafo anterior, se presenta la estructura tarifaria para el cobro del servicio de agua potable y de alcantarillado, doméstico, en las diferentes ciudades del país, dada por el Ministerio de Vivienda.

Estructura tarifaria del servicio de agua
potable del Ministerio de Vivienda.

GRUPO I

Iquitos, Tarapoto, Yurimaguas, Sullana, Tumbes, Corrales,
y Zorritos:

Doméstico	:	20 m3	S/ 40.00
Doméstico	:	15 m3	S/ 30.00
Exceso hasta		40 m3 a	S/ 2.00 m3.
Mantenimiento alcantarillado a			S/ 0.50 m3.

GRUPO II

Piura, Paita, Querocotillo, Chulucanas, Catacaos, Chiclayo, Eten, Pimentel, Chimbote, Casma, Pacasmayo, Cajamarca, Lurín, Pachacamac, Huaral, Vitarte, Pativilca Imperial, Mala, San Antonio, Puente Piedra, Chancay, Cañete, Nazca, Chincha, Huancayo, La Merced, Huanta, Ayacucho, Huánuco, Tingo María, Tacna, Ilo, Azángaro, y Cuzco.

Doméstico	:	20 m3	S/ 40.00
Doméstico	:	15 m3	S/ 30.00
Exceso hasta		40 m3 a	S/ 2.00 m3.
Mantenimiento Alcantarillado			S/ 0.50 m3.

GRUPO III

Zarumilla, San de la Virgen, Pampas de Hospital, Morropón, Olmos Mocupe, Zaña, Bellavista, Huambos, Luya, Lamud, Pacora, Chongoyape, Chota, Cutervo, Jayanca, Monsefú, Chachapoyas, Chota, Huarmey, Guadalupe, San Pedro de Lloc, Contumazá, San Miguel (Cajamarca), Bambamarca, Cajabamba, Celendín - Huaraz, Recuay, Aija, Yungay, Ranrairca, Carhuaz, Chiquián, Cazaraz, Marcará, Sayán, Matucana, Supe, Pueblo, San Luis, Cerro Azul, Lunahuaná, Chala, Palpa, Chupaca, Ahuac, Aco, Concepción, - San Jerónimo de Tunan, Jauja, Huaripampa, Muqui, Muquiyauyo, - San Lorenzo, Tarma, Acobamba, (Tarma), San Pedro de Cajas, Palcamayo, Carhuamayo, La Oroya, Huancavelica, Acobamba (Huancavelica), Izcuchaca, Lircay, Castrovirreyna, Andahuaylas, Panao, - Llata, La Unión, Pachia, Locumba, Moquegua, Puno, Juli, Ayaviri, Paucartambo, Huarcocondo, Calca, Acomayo, Pitumarca, Pomacanchi, Urubamba, Sicuani, y Abancay.

Doméstico	:	20 m ³	S/. 24.00
Doméstico	:	15 m ³	S/. 18.00
Exceso hasta		40 m ³ a	S/. 1.20 m ³ .
Mantenimiento Alcantarillado a			S/. 0.50 m ³ .

Para los consumos que superen el doble de los mínimos fijados en las tarifas, se establece un recargo por cada metro cúbico consumido según la siguiente escala:

Servicios Domésticos y Comerciales

S/ 0.50 por m³.

Por otra parte el sistema tarifario de la Empresa - de Saneamiento de Lima(ESAL), contempla un recargo sobre los consumos que exceden las cantidades que se consideran normales para satisfacer las necesidades de la vivienda. Dichos recargos por consumos excesivos están en función - de los consumos mínimos fijados para cada diámetro.

El cuadro siguiente indica los consumos mínimos facturables.

Clase	Diámetro	Valor m ³ (S/)	Consumo Mí- nimo m ³	Importe Mínimo(S/)	Desagüe
A	----	0.50	20	10.00	-----
B	5/8"	1.50	22	33.00	3.00
B	3/4"	1.50	32	48.00	7.00
B	1"	1.50	80	120.00	15.00
B	2"	1.50	200	300.00	30.00
B	3"	1.50	400	600.00	40.00
B	4"	1.50	600	900.00	50.00

(A).-Tarifa de tipo económico, que es menor a la tarifa - normal.

(B).-Tarifa normal.

De lo anterior se desprende que para una conexión de 5/8" el precio de agua es de S/ 1.50 hasta 44 m³, el mismo que sufre un recargo de S/ 0.40 sobre el exceso de 45 m³, hasta 100 m³.

En caso de un diámetro de 3/4" el precio de agua no varía hasta 64 m³, sufre un recargo de S/ 0.40 de 65 m³ a 100 m³ y un recargo de S/ 0.60 por cada m³ que excede a los 100 m³.

En caso de un diámetro de 1" el precio de agua no varía hasta los 100 m³ a partir del cual sufre un recargo de S/ 0.60.

En caso de las conexiones de 2", 3" y 4", el recargo es de S/ 0.60 sobre cada m³ que excede a los 100 m³, siempre que el consumo sea mayor que el mínimo fijado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Observando los resultados de los trabajos realizados a través de la presente investigación, se puede anotar que para obtener conclusiones completas y específicas sobre los problemas que se presentan en la selección de medidores, se requeriría un largo período de ensayos, contando con los recursos necesarios, por lo cual debe entenderse este trabajo como una orientación de las actividades futuras, destinadas a buscar datos experimentales en el taller y en el terreno, sobre este aspecto del sistema de medidores.

Por lo tanto, las conclusiones que se anoten, sobre los trabajos particulares que se realizaron, deberán considerarse como preliminares.

*

1. Aforo de Presiones:

El registro de presiones fue necesario hacerlo, sólo en intervalos de una hora, en la zona donde se trabajó (Urb. Maranga 4ta. Etapa), puesto que durante la semana - de aforo, se ha podido observar que la variación instantánea de las presiones se encontraba entre - 3 lbs/pulg², de la presión promedio (51 Lbs/pulg²), a excepción de las dos únicas veces en que bajó hasta 40 y 36 lbs/pulg², por un período de 10 minutos, aproximadamente; lo que se atribuye a la abertura de los grifos de incendio, de parte -- del personal de una compañía de bomberos, al realizar sus prácticas.

La presiones promedios por día (8 am. a 7 pm), que se determinaron, son:

Días	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Dmgo.	Promd. semana
Presiones (Lb/pulg ²)	51.4	51.9	51.9	50.4	51.1	49.7	51.7	51.1

Estos han sido las consideraciones que se tomaron - en cuenta para nuestro caso. Sin embargo en vista de que - existe correlación entre los consumos y las presiones, es

necesario tener el registro de las variaciones instantáneas de presión, cuando se lleven a cabo investigaciones similares a la nuestra, en otras zonas de trabajo, de características diferentes, con el fin de contar con datos estadísticos que nos permita formular conclusiones más generalizadas referentes a la correlación existente entre consumos y presiones y poder referir la información obtenida a diferentes zonas de presión.

2. Reajuste de Formularios:

Hacemos los reajustes y observaciones correspondientes a los formularios que se aplicaron durante el proceso de la recogida de datos, puesto que en algunos de ellos, no se justifica hacer los análisis estadísticos por razones económicas y de tiempo, sobre datos que no van a contribuir con los objetivos de la investigación.

a) Formulario No.3.- Cuestionario.

- En la sección B.- (Detalles de la Vivienda), debe observarse tener el registro del número de garajes(d). En su lugar considera la existencia de piscinas.

- En la sección C.- (Características de la familia), obviar el número de personas menores de 12 años.
- Sección D.- (Descripción de la instalación interior) , con el fin de ubicar al tipo de instalación(1), dentro de los tres sistemas de suministro definidos, y emplear los términos más apropiados, deberá cambiarse a la siguiente forma:

1.- Sistema de Alimentación:...

Directa

Indirecta

Mixta

- Sección E.- (Observaciones); en este punto se ha considerado demasiado espacio para anotar las observaciones que tengan relación con los objetivos que se persiguen.
 - Ver Formulario No.3, modificado al final del capítulo.
- b) Formulario No. 4.- Aforo de Presiones.
- El intervalo de tiempo considerado para el registro correspondiente, estuvo en función de las variaciones instantáneas de presión.
- c) Formulario No.5.- Aforo de las Demandas de Agua.
- En la Hoja No. 1, deberá indicarse el período de consu-

mo, sobre el que se hicieron los registros.

- Se ha considerado necesario tener el registro del estado del tiempo (temperatura y humedad), con el fin de acumular datos estadísticos, para que después, puedan ser comparados con otros trabajos similares y poder llegar a formular conclusiones con relación a este factor del consumo de agua.
- Ver Formulario No.5, modificado al final del capítulo.

3. Características de las viviendas:

Se ha observado que, sobre las características de las viviendas, en cuanto al número de aparatos sanitarios, jardines, personas, etc; directamente constituyen un factor de la demanda de agua; pero asimismo es necesario considerar la modalidad o tendencia del consumo en las viviendas, puesto que se ha podido registrar mayor % de consumo entre las 18 horas del día/y las 8 horas del día ^{sábado} domingo, en la mayoría de las viviendas, sobrepasando el 38.5% más, del consumo diurno del día sábado (8 hrs a 18 hrs), el 5% más del día domingo(8 hs- 18 hs) y llegando a alcanzar el 92% del día de mayor consumo diurno(Martes de 8 hs-

18 hrs); como se observa en el histograma 61.1-I de la pag
,

Para los demás días se llegó a registrar consumos - desde las 18 hs. de un día hasta las 8 hs. del día siguiente que alcanzaban un promedio de 51.26% del consumo diurno. Esto se atribuye al riego de jardín en esas horas - (18 hs a 8 hs), y a los hábitos propios de cada vivienda.

Entonces se ve la necesidad de aforar las demandas instantáneas de agua, desde las primeras horas de la mañana (6. am.) hasta las 22 horas aproximadamente; para determinar la magnitud de ellas y luego poder relacionarlas a las especificaciones dadas sobre el comportamiento de los medidores. Además, para llegar a obtener resultados más generalizados, es necesario tener el registro de estas demandas para otras semanas, de tal manera que puedan constituir información estadística para cuando se realicen trabajos similares.

4. Demandas Máximas:

Para hacer los estudios de las demandas de consumo en las 8 viviendas seleccionadas, es necesario elaborar cantidades considerables de cuadros y gráficos sobre la -

información contenida en el Formulario No.5 del Anexo III, asimismo su interpretación y elaboración de datos es larga y cuidadosa, para llegar a formular las conclusiones correspondientes.

En vista de los recursos disponibles y las condiciones de trabajo durante el proceso de la investigación, es decir, que no se emplearon registradores gráficos; la tabulación y cálculos de los datos se hicieron manualmente y que la información obtenida corresponde a un período aproximado de 10 horas del día, se optó por analizar las demandas de consumo que se sucedieron en una de las 8 viviendas seleccionadas. Al mismo tiempo que se han relacionado los flujos horarios máximos (Q_{mh}), que se produjeron en la vivienda durante la semana de aforos, respecto al gasto promedio (Q_p) del día (K_1), de la vivienda estudiada. Los mismos flujos horarios máximos de cada día, se han relacionado al gasto promedio de la semana (K_2), de esa vivienda; a los gastos promedios del día (K_3), y de la semana (K_4), producidos en las 8 viviendas seleccionadas.

La vivienda que se escogió para analizar sus demandas, corresponde a la dirección de Hernando de Soto No. 194 (M-4), considerada la más representativa.

- Relación de flujos horarios en Lts/Hr, en la vivienda -

M-4.

Días	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Qmh	1464	2592	1476	1104	672	1428	1128
Qp	145.1	243.1	222.9	76.8	67.5	100.9	135.7
K ₁	10.1	10.7	6.62	14.4	9.95	14.2	8.31

- El gasto promedio (Qp) de la semana, en la vivienda escogida es, Qp = 141.7 Lts/Hr, y la relación con los flujos horarios máximos son:

$$(K_2 = \frac{Q_{m h}}{141.7})$$

Días	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
K ₂	10.33	18.29	10.41	7.79	4.74	10.07	7.96

- Relación del Qmh de la vivienda M-4 con el gasto promedio diario

/(Qp') en Lts/hr, de las 8 viviendas seleccionadas:

(K₃ = Qmh/Qp'), y con el gasto promedio semanal (Qp''),

de las 8 viviendas: (K₄ = qmh/Qp'''); Qp''' = 102.92 Lts/Hr.

Días	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Qmh	1464	2592	1476	1104	672	1428	1128
Qp'	125.6	144.7	87.1	64.5	91.6	90.8	116.2
K ₃	11.66	17.91	16.95	17.13	7.34	15.72	9.71
K ₄	14.22	25.18	14.34	10.73	6.53	14.87	10.96

- Resumen de las relaciones de los flujos horarios máxi--
 mos de la vivienda(M-4) con los gastos promedios; diario
 y semanal de la misma vivienda (K₁,K₂) y de las 8 vivien--
 das seleccionada (K₃,K₄):

Ctes.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sabado	Doming.	Promd.
K ₁	10.1	10.7	6.62	14.4	9.95	14.2	8.31	10.61
K ₂	10.33	18.29	10.41	7.79	4.74	10.07	7.96	9.94
K ₃	11.66	17.91	16.95	17.13	7.34	15.72	9.71	13.77
K ₄	14.22	25.18	14.34	10.73	6.53	13.87	10.96	13.69

Estas relaciones se hicieron con el fin de encontrar
 las variaciones de los valores que se han podido obtener

para cada caso, observándose que la variación es más notoria cuando se relaciona el $Q_m h.$ al Q_p de la semana de las 8 viviendas, pudiendo alcanzar hasta un valor de 25.18 (K_4). Asimismo podemos comparar estos valores con los que se tiene para fines de diseño de redes(), por lo que podemos anotar que deben considerarse los casos específicos, para cuando se apliquen estas relaciones, puesto que su variación es contrastante.

La representación gráfica de la variación instantánea de los flujos horarios, que se produjeron, cada día (8 a 18 hrs), en la vivienda (M-4), se muestra al final del capítulo; para períodos de consumo de 5 minutos. Se indica también los diferentes gastos promedios que sirvieron para determinar los valores de los constantes K_1 , K_2 , K_3 , y K_4 respectivamente.

Así, como hemos analizado las demandas máximas que se produjeron en una vivienda (M-4); análogamente se analizaría para cada una de las 7 viviendas restantes de la muestra, con el fin de obtener mayor cantidad de datos que puedan ser comparados y generalizar los resultados obtenidos. Para esto, es necesario contar con registradores gráficos de consumo de agua, y emplear la computadora para la elaboración de datos. También, esto requiere contar con

programas de trabajos, elaborados en estrecha coordinación, entre la Universidad y la Empresa de Saneamiento de Lima, para obtener beneficios desde el punto de vista académico y empresarial respectivamente.

5. Horas de Máxima Demanda:

Los flujos instantáneos máximos a que se suceden - los consumos, en las 8 viviendas seleccionadas, para períodos de 5 minutos, alcanzan los valores en Lts/Hr., que se indican en el siguiente cuadro, para cada hora:

- Flujos instantáneos máximos en Lts/Hr., de las 8 viviendas seleccionadas (Urb. Maranga 4ta. Etapa).

.....

//....

HORA	FLUJOS HORARIOS INSTANTANEOS, MAXIMOS LTS/HR.									
	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMGO.	MAX.	MIN.	PROM.
8-9	2520	2976	540	348	1080	720	2830	2976	348	1580--.6
9-10	1992	360	1008	1368	4488	912	1560	4488	360	1669.7
10-11	1548	1824	696	408	1476	1428	648	1548	408	1146.8
11-12	468	1512	384	408	456	384	588	1512	384	600.0
12-13	396	2832	588	588	588	928	1728	2832	396	1092.6
13-14	936	1728	1632	744	444	552	600	1728	444	948.0
14-15	468	2592	432	492	1032	240	384	2592	240	805.7
15-16	1464	1008	1848	672	588	480	288	1848	288	906.8
16-17	852	1992	1332	948	1536	384	1128	1992	384	1167.4
17-18	264	1704	384	420	252	1320	528	1704	252	696.0
MAX.	2520	2976	1848	1368	4488	1428	2880	4488	1368	2501.1
MIN.	264	360	384	348	252	240	288	384	240	305.1

5. Consumo Per-cápita:

El consumo que se sucede en cada vivienda, está sujeto a las características propias de ellas, ésto es, en cuanto al número de salidas de agua, área de jardines, nú-

mero de personal y los hábitos y costumbres que ellos tienen, etc. Pero en la práctica se dan valores del consumo de agua potable de la población en litros/habitante/día, lo que representa el consumo per-cápita; que a su vez irá variando de acuerdo al caso que se esté considerando; ésto es, el tipo de vivienda (niveles altos, medio, bajo); el número de viviendas, puesto que se ha podido observar variaciones de consumos per-cápitas, al hacer las determinaciones en cada una de las viviendas y al considerar el grupo de las 8 viviendas seleccionadas.

Según se muestran en los siguientes cuadros:

- Consumo per-cápita(Lts/hab/día), en cada vivienda:

Días Vivienda	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DMINGO.	PROM.
M-1	*	1427	489.3	469.5	408.8	1606.3	564.5	827.5
M-2	*	230.6	164.8	95.6	136.0	223.9	168.5	169.9
M-3	*	132.5	88.7	105.7	87.7	107.7	87.3	101.6
M-4	336.2	492.2	472.8	187.0	195.4	422.0	*	350.9
M-5	*	227.8	114.8	394.5	224.2	194.8	157.0	218.9
M-6	*	336.7	464.7	115.3	362.7	592.0	386.7	376.3
M-7	*	410.3	317.3	301.3	564.0	399.3	476.7	411.5
M-8	394.7	147.0	155.7	145.7	232.5	280.8	*	226.1

* No se anotó el estado del medidor, el día anterior.

- El mayor consumo per-cápita, corresponde a la vivienda (M-1), donde se detectó fuga de agua en la grifería del inodoro.
- Consumo per-cápita(Lts/Hab/día), para las 8 viviendas seleccionadas:

DIAS	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMGO.	PROMD.
Lts/Hab/D.	368.1	366.5	243.5	206.8	232.9	401.1	249.9	295.6

7.- Comparación de los diferentes tipos de medidores:

Se trató de investigar el comportamiento relativo - de varios tipos de medidores, colocándolos en serie en una misma conexión, a fin de determinar la precisión de los registros correspondientes en cada uno de ellos; pero la realización de dichos trabajos, implicaba interrumpir el funcionamiento de los medidores en servicio y remodelar las instalaciones existentes, para poder adaptarlos a una instalación en serie. Por lo que tuvimos que concretarnos a realizar estos ensayos, en el Banco de Prueba del Taller de Medidores de la Empresa de Saneamiento de Lima(ESAL).

De la muestra de medidores que se tomaron, de diferentes estados de conservación y tiempo de uso, a continuación se hace la comparación relativa de los diferentes tipos de medidores:

- Los medidores volumétricos son más sensibles y --- precisos para flujos bajos, pero son susceptibles a paralizarse fácilmente cuando las características físico-químicas del agua (sólidos en suspensión, dureza, etc), son de baja calidad.

- En cambio los medidores de velocidad son menos sensibles que los volumétricos, requiriendo de flujos de agua capaces de vencer la resistencia del rotor para que pueda registrarlos.

- Entre los medidores de velocidad, el de chorro múltiple tiene mayor precisión que el de chorro único, cuya construcción más simple.

- El de chorro múltiple es más propenso a obstruirse, por tener los orificios de entrada y salida de agua de la cámara, más pequeños.

- En los medidores volumétricos, si se paraliza el órgano móvil, no permiten el paso del agua. En cambio en los de velocidad puede dejar pasar el agua en esas mismas condiciones. Sin embargo en los de velocidad existe una de

terminada cantidad de agua, que no registra el medidor, - que pasa a través de los espacios existentes entre el órgano móvil y la cámara.

-Hemos podido observar que la precisión de un medidor, es el factor decisivo en la selección del tipo de medidor a adoptarse y está íntimamente ligado con las tarifas y el costo de los medidores; por lo tanto deberá tenerse información estadística del tiempo, durante el cual mantiene la precisión y así poder realizar estudios de costos anuales, incluyendo la depreciación y el mantenimiento.

Asimismo, para realizar estudios de la posible correlación existente entre las demandas máximas en las conexiones y el grado de precisión en los registros de los medidores, que tengan de acuerdo con el tiempo que lleven trabajando en ellos; es necesario tener el registro de la fecha de entrada y salida de los medidores, de tal manera que puedan constituir una información estadística.

8. Selección del tamaño de Medidores:

El diámetro nominal y la capacidad nominal, son los

parámetros que establecen el tamaño del medidor y sus condiciones hidráulicas y de medida. El empleo de estos términos para designar los medidores, varía de unos países a otros.

En nuestro caso, con la capacidad nominal se fijan las condiciones de trabajo, para las que generalmente se establecen tres limitaciones, una para el máximo registro mensual, otra para la carga máxima instantánea y otra para la carga máxima diaria. Siendo la carga máxima mensual la más factible de conocer y controlar, por lo que constituye una base para la selección del tamaño de los medidores. Sin embargo, a la vez, es necesario verificar en el terreno, el cumplimiento de la limitación que corresponde a la carga máxima instantánea; puesto que se ha podido observar la posibilidad de producirse flujos instantáneos que excedan a esa limitación, dependiendo ésto, de las condiciones y características de consumo en la conexión.

Asimismo, la importancia de verificar la carga máxima instantánea que se produce en las conexiones domiciliarias, es que permite elaborar datos estadísticos, e histogramas, cuyas aplicaciones se proyectan no sólo a controlar las limitaciones que se dan en las diferentes normas, sino

que además permiten considerar otros aspectos relativos al comportamiento de los medidores. Aunque la realización de estos trabajos, implica un largo y exhaustivo período de ensayos, es necesario y urgente contar con esta información; por lo que resulta indispensable tomar muestras adecuadas con un número reducido de viviendas.

9. Frecuencia de flujos horarios y porcentaje del consumo, que se verifica con diferentes flujos medios horarios:

Durante la semana de aforos, se ha registrado un consumo total acumulado de 59.846 m^3 , entre las 8 viviendas-seleccionadas, haciéndose lecturas, desde las 8 a 18 horas de cada día, en períodos de 5 minutos; llegándose a determinar que:

- a)- El 7% del consumo semanal, se suceden a flujos horarios menores de 40 Lts/Hr, durante el 30% - del tiempo total de la semana de aforos.

- b)- El 20% del consumo semanal, se suceden a flujos horarios comprendidos entre 40-150 Lts/Hr., durante el 50% del tiempo total de la semana de a-

foros.

- c)- El 73% del consumo semanal, se suceden a flujos -
horarios mayores de 150 Lts/Hr, durante el 20%
del tiempo total de la semana de aforos.

Esto muestra que en cuanto se refiere al comporta-
miento del medidor, los de $3 \text{ m}^3/\text{hr}$. de capacidad, estarían
registrando mayor parte del consumo, con errores compren-
didos entre - 2% y + 2%, mientras que el 50% del tiempo -
total, estaría registrando consumos, con errores de - 5%.

10. Capacidad nominal y porcentaje de agua consumida por
debajo del límite inferior de precisión del medidor

Con diferentes capacidades de medidores se registra-
rían los siguientes porcentajes de agua del consumo total,
que estarían por debajo del límite inferior de precisión
del medidor, ésto es, registros con errores comprendidos
entre el - 5% y + 100%:

.....

Capac. Nominal	<u>% de agua consumida por debajo del límite inferior de precisión</u>	
	Máximo	Mínimo
2	12.0	0.0
3	14.5	0.0
5	19.0	0.5
7	23.0	5.0
10	28.5	10.0
20	43.5	25.0
30	56.0	37.0

Estos resultados nos indican, que con medidores de 2 y 3 M.C.H. de capacidad, se puede llegar a registrar el 100% del consumo total de agua, con errores menores al 5%, o en su defecto se registrarían el 88% y 85.5% del consumo total, respectivamente. Mientras que con medidores de mayor capacidad, sería menor el porcentaje de agua consumida, que se registraría con errores menores al 5%.

.....

11. Frecuencia de Información de las demandas instantáneas.

Habiéndose establecido el período de 5 minutos, para registrar las demandas instantáneas en las conexiones domiciliarias, con el que pudo determinarse los flujos instantáneos máximos y mínimos que se muestran en el cuadro de la pg(22) , y corresponden a la vivienda de la calle Hernando de Soto No.94-(M-4), con el fin de poder compararlos con los flujos instantáneos máximos y mínimos que se determinaron para esa misma vivienda, pero con períodos de 15 y 30 minutos respectivamente. Los que se muestran en las pags. ~~22.4x 23.~~

Se puede observar, que es conveniente tener información de la demanda instantánea con períodos de 5 minutos - puesto que los altos flujos instantáneos se pueden detectar y relacionarlos al comportamiento de los medidores.

.....

FLUJOS INSTANTANEOS MAXIMOS EN LTS/Hr.
 (Para períodos de consumo de 15 minutos)

DIRECC: HERNANDO DE SOTO No. 194)M-4)

HORA	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
8-9	24	84	252	104	424	104	88
9-10	132	88	20	8	184	208	156
10-11	144	132	80	52	24	1304	412
11-12	64	244	216	144	44	84	52
12-13	104	104	244	48	24	120	696
13-14	216	252	136	56	44	104	136
14-15	144	1216	704	76	156	172	268
15-16	1240	492	1148	124	172	132	176
16-17	180	1380	904	508	36	164	984
17-18	140	1340	188	592	16	20	56

FLUJOS INSTANTANEOS MINIMOS EN LTS/Hr.

8-9	4	8	20	36	252	8	8
9-10	4	20	4	8	60	8	76
10-11	8	4	28	12	24	16	84
11-12	16	28	24	8	8	40	12
12-13	8	12	48	28	4	52	40
13-14	44	4	28	8	32	48	12
14-15	60	412	12	4	12	24	60
15-16	240	20	940	24	8	44	104
16-17	48	84	28	16	16	32	28
17-18	40	20	4	72	8	8	20

FLUJOS INSTANTANEOS MAXIMOS EN LTS/Hr.
(Para períodos de consumo de 30 minutos)

Dirección: Hernando de Soto No. 194-(M-4)

Hora	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
8-9	14-Max	80	336	90	394	68	48
9-10	116	84	12	4	136	168	148
10-11	132	68	1946	40	12	1008	302
11-12	60	146	152	116	34	72	40
12-13	88	70	158	46	14	96	638
13-14	134	128	160	28	38	1924	80
14-15	134	994	370	66	84	110	218
15-16	1080	300	974	116	132	106	140
16-17	124	716	1986	326	22	148	368
17-18	150	924	94	366	14	14	52

FLUJOS INSTANTANEOS MINIMOS EN LTS/Hr.

8-9	8	10	90	42	264	56	12
9-10	2	26	12	4	72	48	86
10-11	24	26	14	12	12	58	98
11-12	40	34	86	4	8	48	20
12-13	24	6	70	14	8	72	54
13-14	86	36	38	20	18	70	56
14-15	86	434	20	38	20	98	118
15-16	484	36	926	46	46	50	140
16-17	76	130	878	36	18	42	58
17-18	80	34	32	126	4	12	38

Durante el proceso de la investigación se originaron una serie de experiencias imprevistas, a causa de los ensayos programados para el logro de los objetivos que se buscaban; cierto es que muchas de ellas, sirvieron para reforzar los objetivos de la investigación, por lo que les dedicamos tiempo y trabajo, e igual interés prestamos a las otras nuevas experiencias o ensayos que nos apartaban de los objetivos formulados, y es ésta, precisamente la observación que nos hacemos, para recomendar mantenerse siempre abocados, solamente, a aquellos trabajos que van a satisfacer los objetivos de la investigación, con el fin de llegar a formular las conclusiones esperadas.

A.- UBICACION DE LA VIVIENDA.

Direc:.....Dist.....Nivel.....

B.-DETALLES DE LA VIVIENDA.

1-Superficie del lote.....m2 Sup.const.....m2

-Número de:

SI NO

- | | | | |
|-------------------|-------------------|-----|-----|
| a) Pisos..... | -Lavadero de ropa | --- | --- |
| b) Dormitorios... | -Lavadora | --- | --- |
| c) Baños..... | - Jardín exterior | --- | --- |
| d) Piscina..... | -Jardín interior | --- | --- |
| e)Automóviles.... | -Agua Caliente | --- | --- |

C.- CARACTERISTICAS DE LA FAMILIA.

1-Número de personasP.Serv....

D.- DESCRIPCION DE LA INSTALACION INTERIOR.

Diám. de la conex.....

Medidor Nº.....Cap.Nom.....Diám.Nom.....

Marca.....Tipo.....

Sistema de instalacion:

Directa Indirecta Mixta

2-Número de :

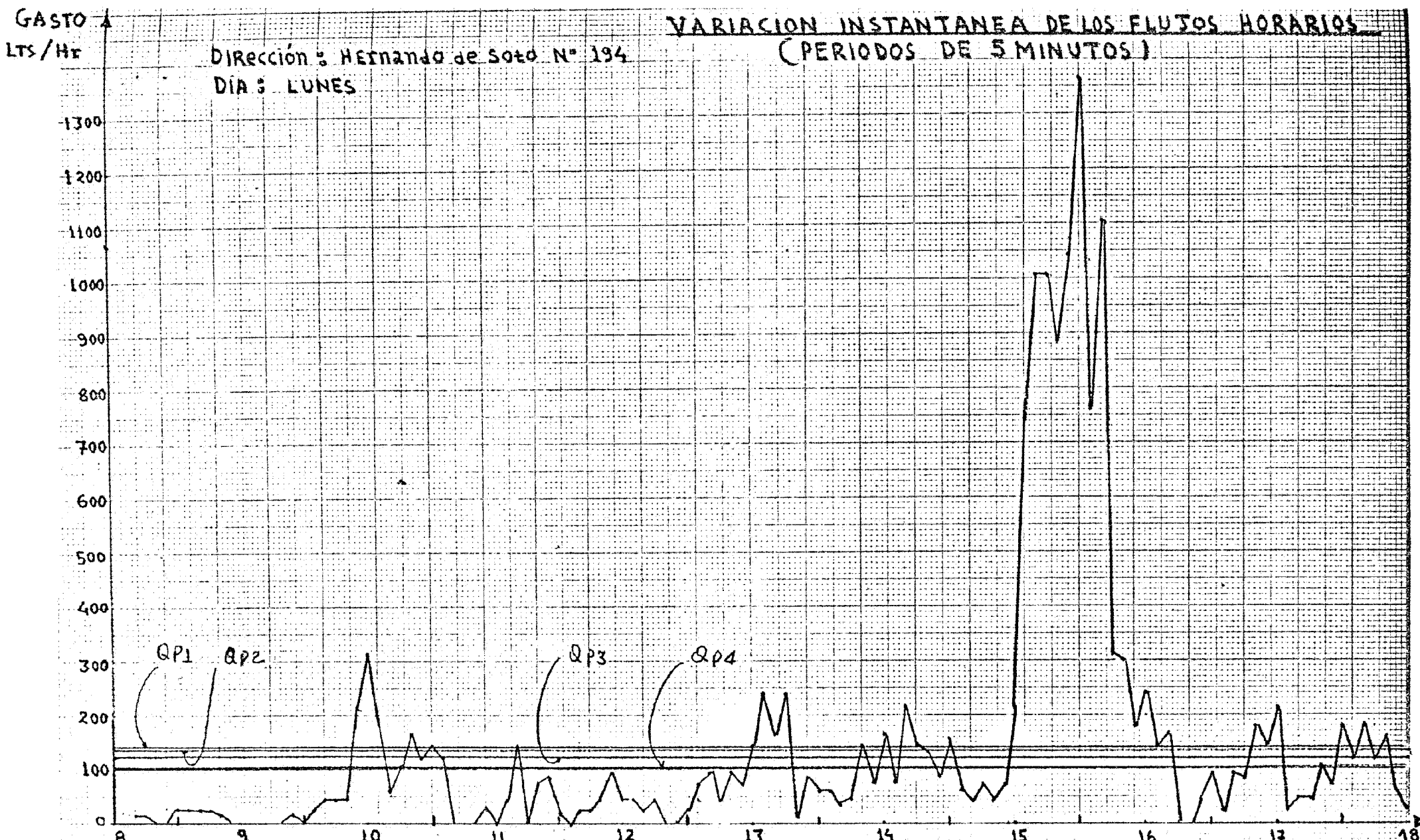
- | | |
|-----------------|--------------------------|
| -Duchas..... | -Bidets..... |
| -Lavamanos..... | -Grifos de lavaderos.... |
| -Inodoros..... | -Grifos de Jardín..... |

3-Consumo Promedio (3 a 6 meses anteriores):...m3/mes

E.- OBSERVACIONES:

-)-----

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
 (PERIODOS DE 5 MINUTOS)



DIREcción : Hernando de Soto N° 194
 DIA : LUNES

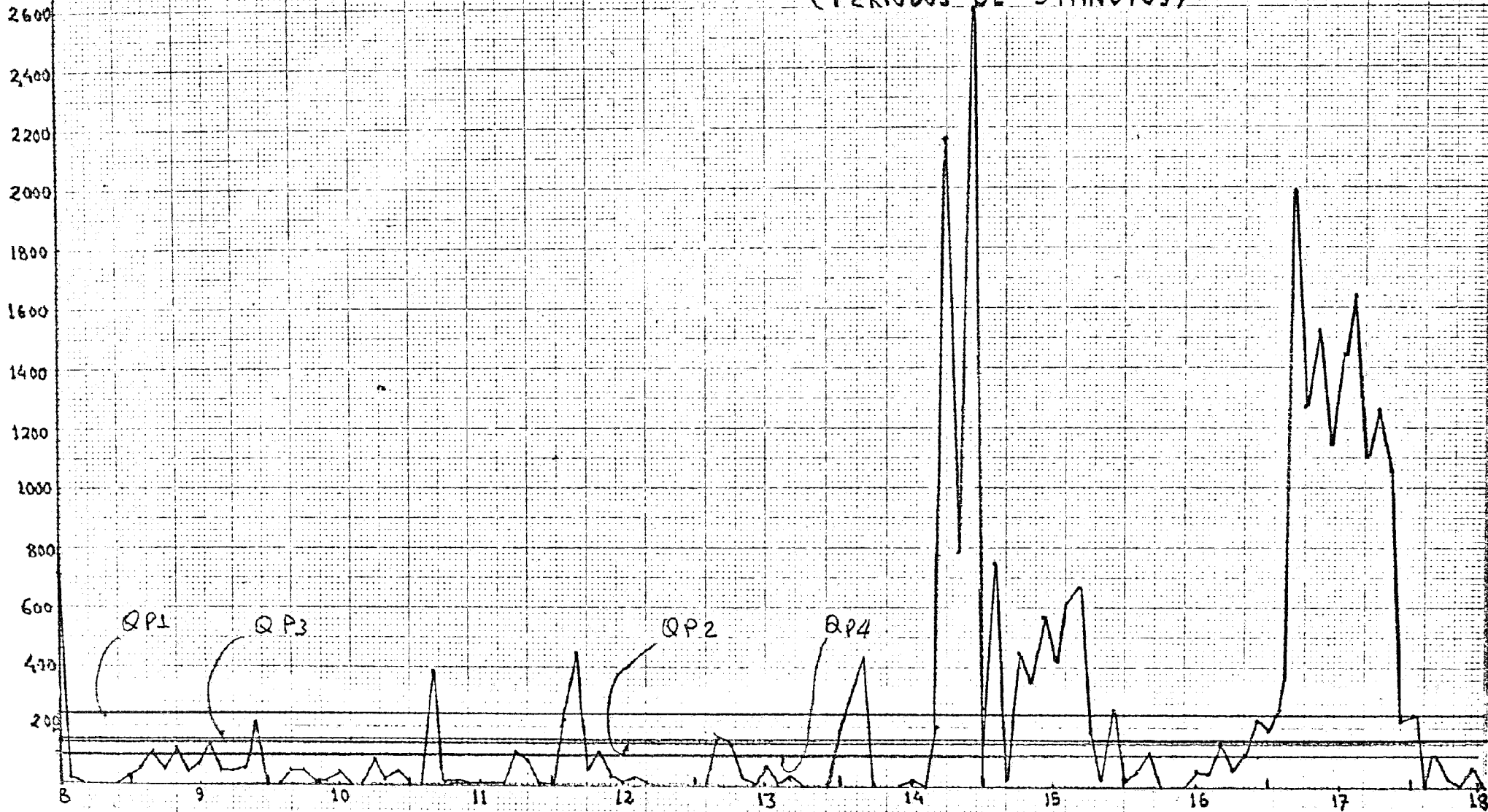
QP1.- GASTO PROMEDIO DEL DIA
 QP2.- " " DE LA SEMANA
 QP3.- " " DEL DIA (8 VIVIENDAS)
 QP4.- " " DE LA SEMANA (8 VIVIENDAS)

Tiempo horas

GASTO
LTS/Hr

Dirección : Hernando de Soto N° 194
Día : Martes

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODOS DE 5 MINUTOS)

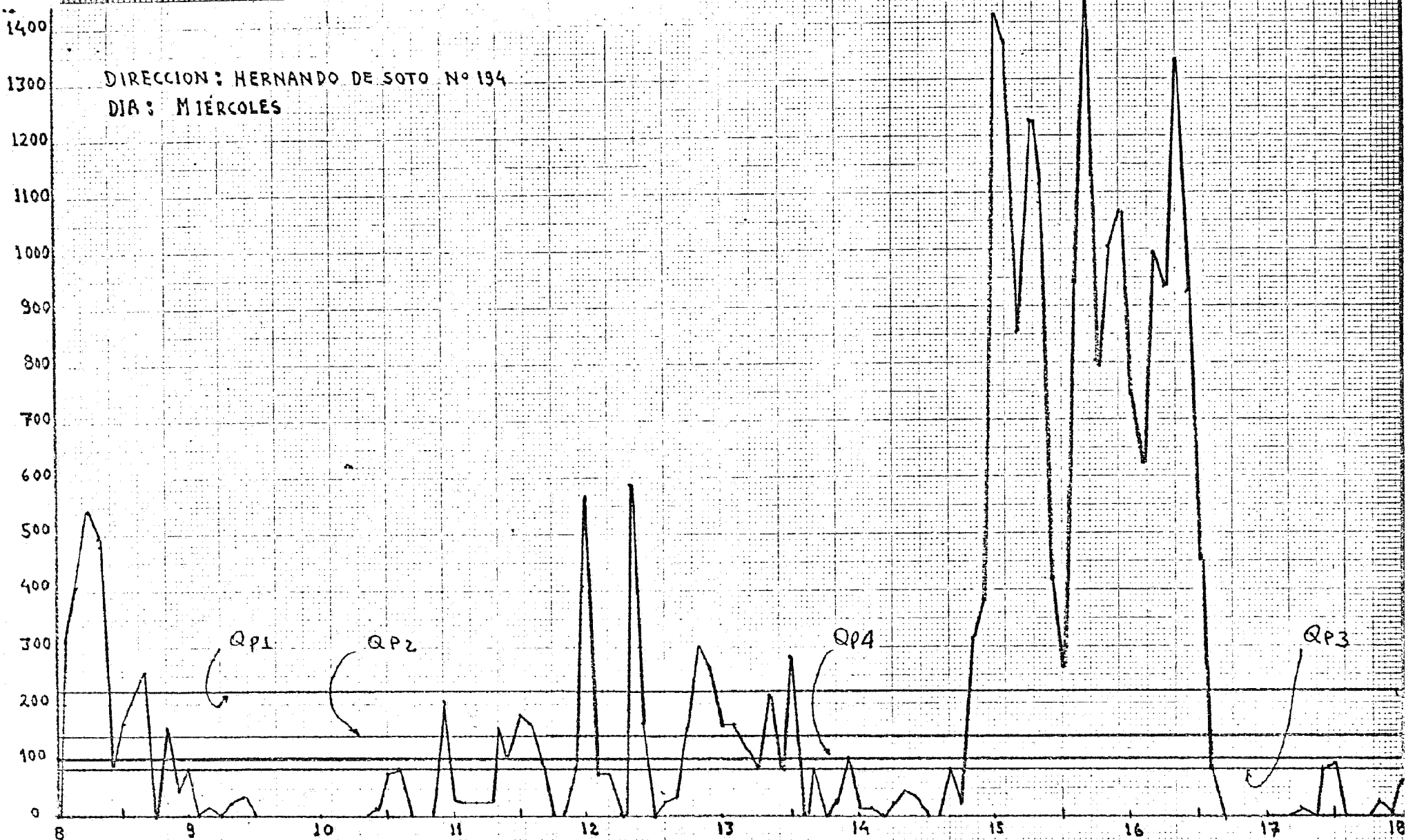


QP1.- GASTO PROMEDIO DEL DIA
QP2.- " " DE LA SEMANA
QP3.- " " DEL DIA (8 VIVIENDAS)
QP4.- " " DE LA SEMANA (8 VIVIENDAS)

Tiempo
horas

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODOS DE 5 MINUTOS)

GASTO



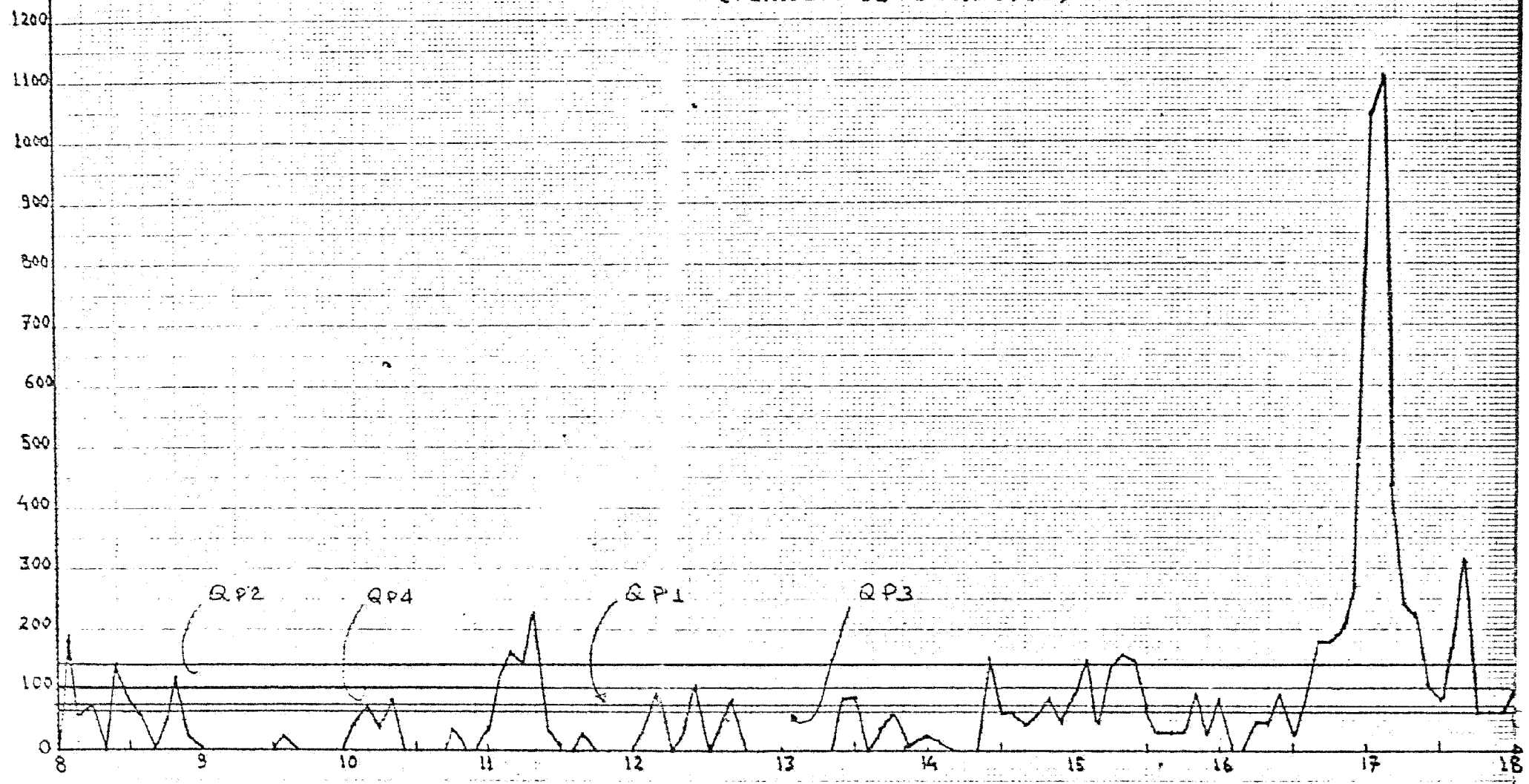
- QP1.- GASTO PROMEDIO DEL DIA
- QP2.- " " DE LA SEMANA
- QP3.- " " DEL DIA (8VIVIENDAS)
- QP4.- " " DE LA SEMANA (8VIVIENDAS.)

Tiempo
horas

GASTO
Lts/Hr.

Dirección: Hernando de Soto N° 194
Día: Jueves

VARIACIÓN INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODOS DE 5 MINUTOS)



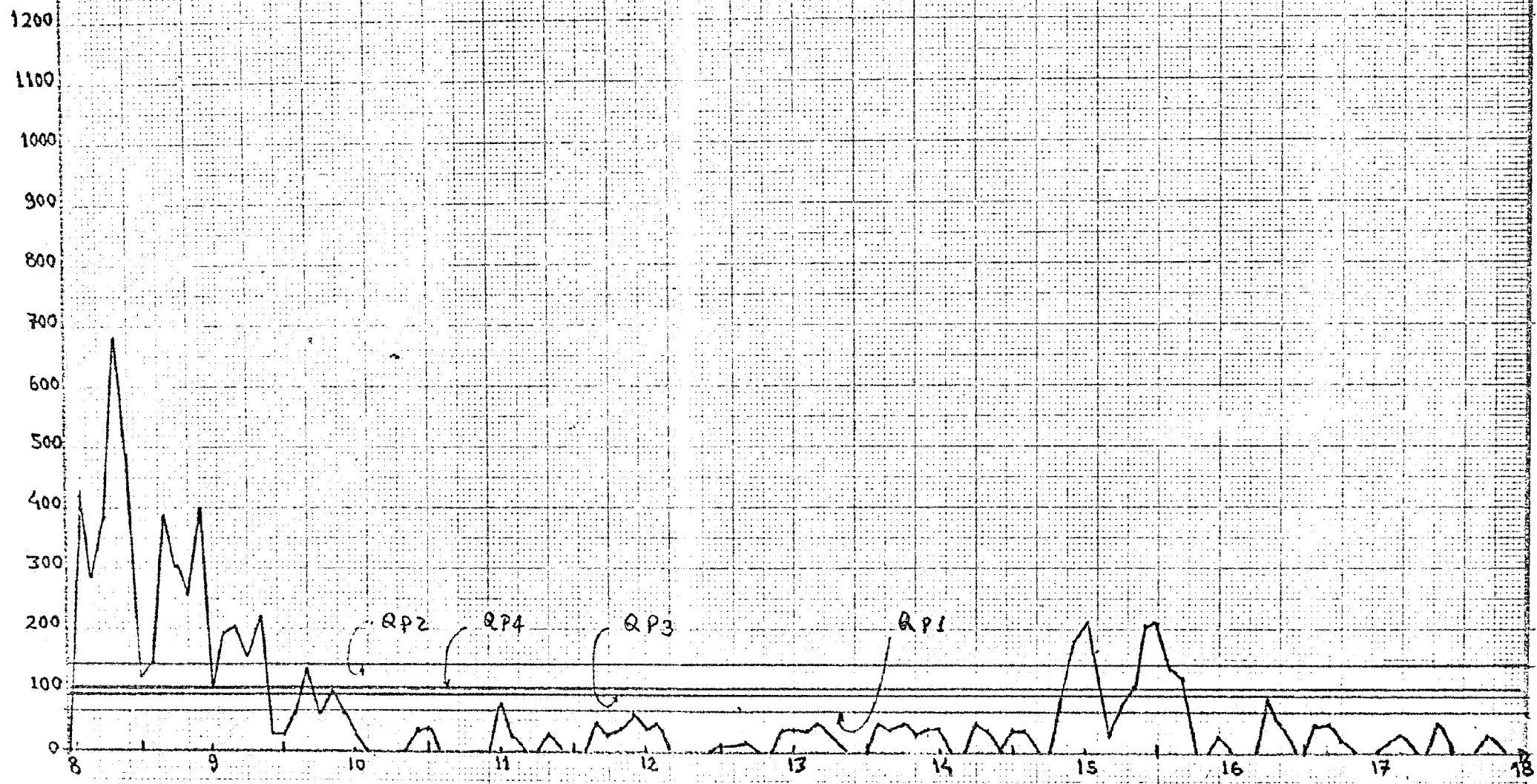
Tiempo
horas

- QP1 - GASTO PROMEDIO DEL DIA
- QP2 - " " DE LA SEMANA
- QP3 - " " DEL DIA (8 VIVIENDAS)
- QP4 - " " DE LA SEMANA (8 VIVIENDAS)

GASTO
LTS/Hr

Dirección: Hernando de Soto N° 1194
Día: Viernes

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODO DE 5 MINUTOS)



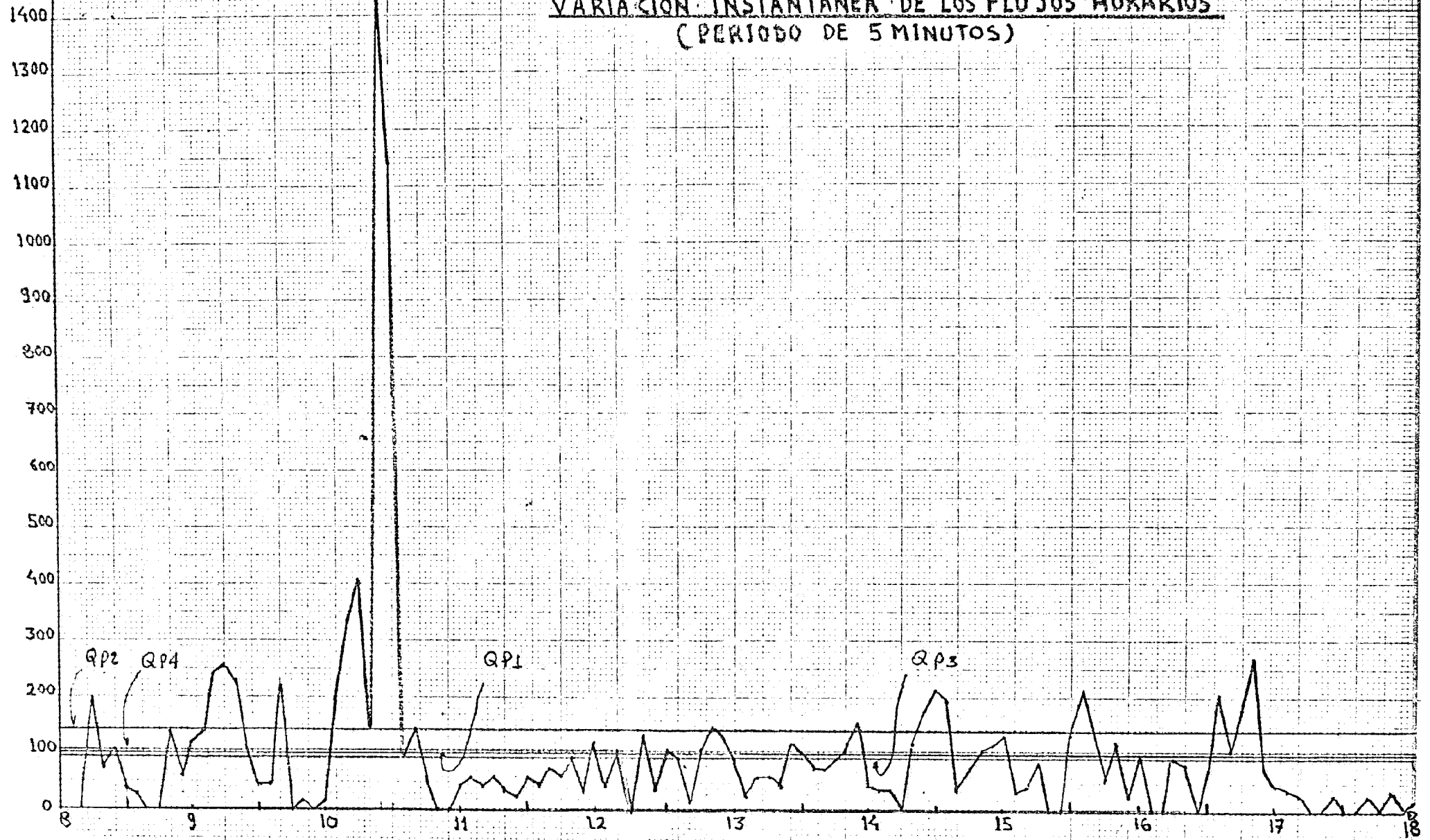
- QP1.- GASTO PROMEDIO DEL DIA
- QP2.- " " DE LA SEMANA
- QP3.- " " DEL DIA (8 VIVIENDAS)
- QP4.- " " DE LA SEMANA (8 VIVIENDAS)

Tiempo
horas

Dirección: Hernando de Soto N° 134

Día: Sábado

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODO DE 5 MINUTOS)

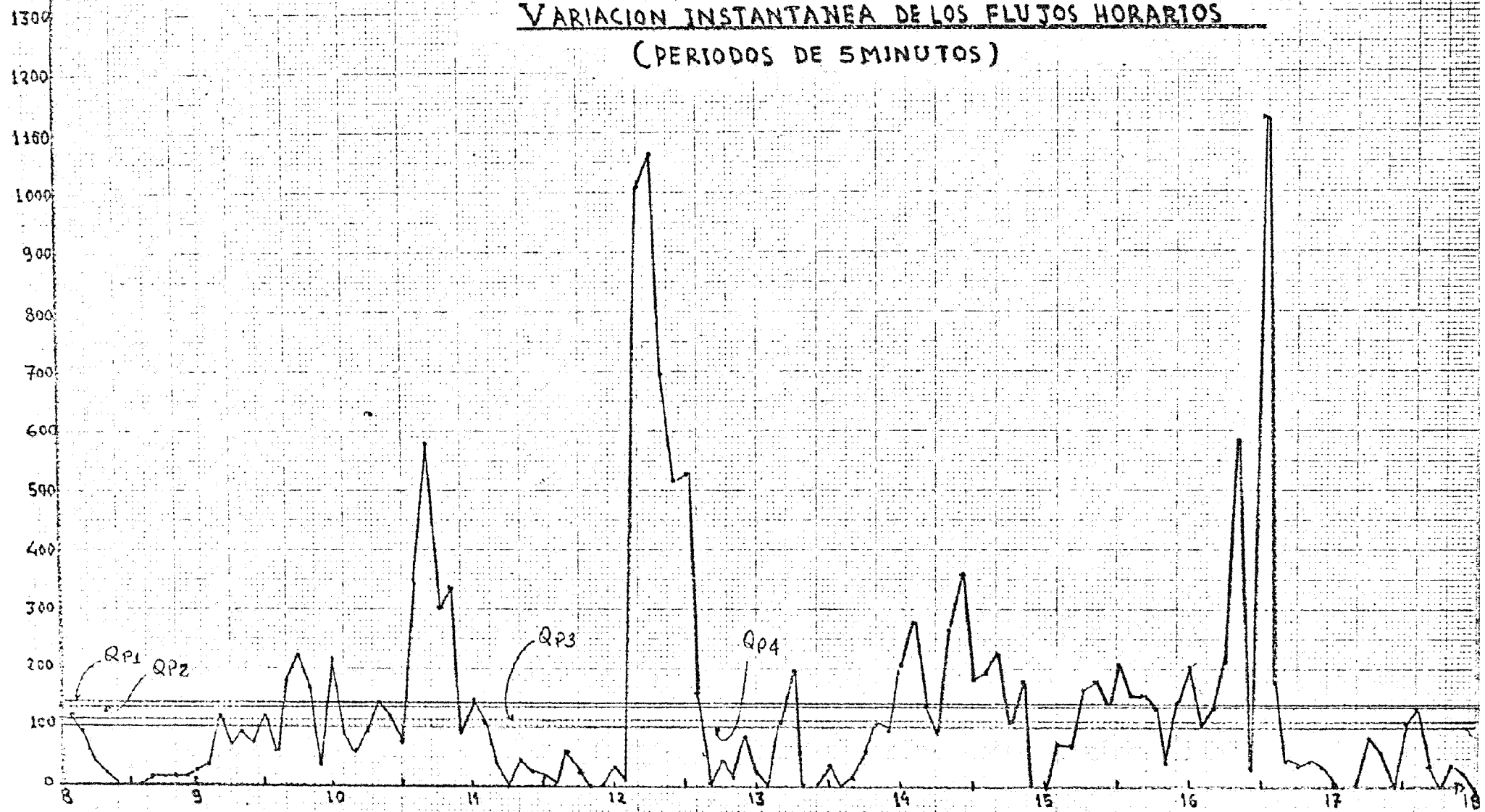


- QP1 -- GASTO PROMEDIO DEL DIA
- QP2 -- " " DE LA SEMANA
- QP3 -- " " DEL DIA (8 VIV.)
- QP4 -- " " DE LA SEMANA (8 VIV.)

GASTO
LTS / HZ

DIRECCIÓN : HERNANDO DE SOTO N.º 194
DÍA : DOMINGO

VARIACION INSTANTANEA DE LOS FLUJOS HORARIOS
(PERIODOS DE 5 MINUTOS)



- QP1. GASTO PROMEDIO DEL DIA
- QP2. " " DE LA SEMANA
- QP3. " " DEL DIA (8 VIVIENDAS)
- QP4. " " DE LA SEMANA (8 VIVIENDAS)

Tiempo
horas

Formulario

No. 5. B.

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja No. 1.

PERIODO DE CONSUMO: 15'

Dirección... H. DE SOTO No. 194 Manz. N. 4 Nivel.....

Medidor No..... Marca..... Capac..... Diám.....

Fecha... 23-4-73..... Estado del tiempo: - Temperatura... 16,800 - 23,200

Día... LUNES..... - Humedad... 68% - 96%.....

Hora	Pres. Ent. Lb/Plg2.	ESTADO m3.	Lts.	Dif. Lts.	Dif. Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acum. Lts/Hr.
8.00	50	1,782	624				
15		"	626	02	02	8	8
30	51	"	628	02	04	8	16
45		"	634	06	06	24	40
9.00	51	"	635	01	11	4	44
15		"	635	00	11	0	44
30	52	"	636	01	12	4	48
45		"	646	10	22	40	88
10.00	51	"	694	48	70	192	280
15		"	724	30	100	120	400
30	53	"	760	36	136	144	544
45		"	770	10	146	40	584
11.00	50	"	772	02	148	8	592
15		"	788	16	164	64	656
30	51	"	802	14	178	56	712
45		"	806	04	182	16	728
12.00	51	"	822	16	198	64	792
15		"	832	10	208	40	832
30	52	"	834	02	210	8	840
45		"	852	18	228	72	912
13.00	52	"	878	26	254	104	1,016
15		"	932	54	308	216	1,232
30	52	"	945	13	321	52	1,284
45		"	956	11	332	44	1,328
14.00	50	"	988	32	364	128	1,456
15		1,783	024	36	400	144	1,600
30	50	"	055	31	431	124	1,724
40		"	070	15	446	60	1,784
15.00	49	"	098	28	474	112	1,896
15		"	328	230	704	920	2,816
30	49	"	638	310	1,014	1,240	4,056
45		"	820	182	1,196	728	4,784
16.00	48	"	880	60	1,256	240	5,024
15		"	906	26	1,282	104	5,128
30	50	"	918	12	1,294	48	5,176
45		"	935	17	1,311	68	5,244
17.00	51	"	980	45	1,356	180	5,424
15		"	990	10	1,366	40	5,464
30	53	1,784	020	30	1,396	120	5,584
45		"	055	35	1,431	140	5,724
18.00	54	"	075	20	1,451	80	5,804

Formulario

No... 5. A.

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja No..1....

PERIODO DE CONSUMO: 15'

Dirección... H. DE SOTO. No. 194.....Manz... M. 4.....Nivel.....

Medidor No.....Marca.....Capac.....Diám.....

Fecha... 24-4-73..... Estado del tiempo: - Temperatura... 16,9°C. - 25,2°C...

Día..... MARTES..... - Humedad... 63% - 95%.....

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO m3.	Lts.	Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	GastoAcum. Lts/Hr.
8.00	50	1,784	305				
15			307	02	02	8	8
30	52		310	03	05	12	20
45			329	19	24	76	96
9.00	53		350	21	45	84	180
15			370	20	65	80	260
30	52		392	22	87	88	348
45			400	08	95	32	380
10.00	50		405	05	100	20	400
15			412	07	107	28	428
30	49		418	06	113	24	452
45			451	33	146	132	584
11.00	50		452	01	147	4	588
15			462	10	157	40	628
30	49		469	07	164	28	656
45			530	61	225	244	900
12.00	51		542	12	237	48	948
15			545	03	240	12	960
30	51		"	00	240	0	960
45			571	26	266	104	1,064
13.00	50		580	09	275	36	1,100
15			582	02	277	8	1,108
30	52		598	16	293	64	1,172
45			661	63	356	252	1,424
14.00	48		662	01	357	4	1,428
15			861	199	556	796	2,224
30	50	1,785	165	304	860	1,216	3,440
45			268	103	963	412	3,852
15.00	51		382	114	1,077	456	4,308
15			505	123	1,200	492	4,800
30	49		532	27	1,227	108	4,908
45			545	13	1,240	52	4,960
16.00	48		550	05	1,245	20	4,980
15			571	21	1,266	84	5,064
30	51		615	44	1,310	176	5,240
45			912	297	1,607	1,188	6,428
17.00	52	1,786	257	345	1,952	1,380	7,808
15			592	335	2,287	1,340	9,148
30	54		719	127	2,414	508	9,656
45			731	12	2,426	48	9,704
18.00	54		736	05	2,431	20	9,724

Formulario

No... 5.B.

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja No. 1....

(PERIODO DE CONSUMO: 15')

Dirección... R. DE SOTO... Nº. 194..... Manz..... N. 4..... Nivel.....

Medidor No..... Marca..... Capac..... Diám.....

Fecha... 25-4-73..... Estado del tiempo: - Temperatura. 17.10C. - 26.20C...

Día... MIÉRCOLES..... - Humedad... 54% - 93%.....

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO m3.	Lts.	Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	GastoAcum. Lts/Hr.
8.00	51	1,786	756				
15			861	05	05	20	20
30	51		924	63	68	252	272
45			945	21	89	84	356
9.00	52		969	24	113	96	452
15			970	01	114	4	456
30	51		975	05	119	20	476
45			975	00	"	00	"
10.00	51		975	00	"	00	"
15			975	00	"	00	"
30	52		982	07	126	28	480
45			989	07	133	28	508
11.00	51	1,787	009	20	153	80	588
15			015	06	159	24	612
30	51		052	37	196	148	760
45			074	22	218	88	848
12.00	51		128	54	272	216	1,064
15			140	12	284	48	1,112
30	50		163	23	307	92	1,204
45			181	18	325	72	1,276
13.00	53		242	61	386	244	1,520
15			273	31	417	124	1,644
30	52		322	49	466	196	1,840
45			329	07	473	28	1,868
14.00	52		341	12	485	48	1,916
15			344	03	488	12	1,928
30	50		351	07	495	28	1,956
45			360	09	504	36	1,992
15.00	51		536	176	680	704	2,696
15			823	287	967	1,148	3,844
30	50	1,788	073	250	1,217	1,000	4,844
45			325	252	1,469	1,008	5,852
16.00	53		560	235	1,704	940	6,792
15			773	213	1,917	852	7,644
30	51		999	226	2,143	904	8,548
45		1,789	006	07	2,150	28	8,576
17.00	50		006	00	"	00	"
15			007	01	2,151	4	8,580
30	52		022	15	2,166	60	8,640
45			022	00	"	00	"
18.00	53		069	47	2,213	188	8,828

Formulario

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja N° 1

N° 5B

(PERIODO DE CONSUMO: 15')

Dirección: HERNANDO DE SOTO

Manz. M 4

Nivel

Medidor N°

Marca

Capac.

Diam.

Fecha 26-4-73

Estado del tiempo: - Temperatura 17.4°C - 24.6°C

Día: JUEVES

- Humedad 62% - 94%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m3.	Lts.				
8.00	52	1,789	180				
15			206	26	26	104	104
30	52		225	19	45	76	180
45			234	09	54	36	216
9.00	50		246	12	66	48	264
15			246	00	"	00	"
30	53		246	00	"	00	"
45			248	02	68	08	272
10.00	52		248	00	"	00	"
15			261	13	81	52	324
30	52		268	07	88	28	352
45			271	03	91	12	364
11.00	51		274	03	94	12	376
15			310	36	130	144	520
30	50		332	22	152	88	608
45			334	02	154	8	616
12.00	50		334	00	"	00	"
15			345	11	165	44	660
30	49		357	12	177	48	708
45			364	07	184	28	736
13.00	50		364	00	"	00	"
15			364	00	"	00	"
30	50		378	14	198	56	792
45			386	08	206	32	824
14.00	51		388	02	208	8	832
15			389	01	209	4	836
30	48		407	18	227	72	908
45			421	14	241	56	964
15.00	51		440	19	260	76	1,040
15			467	27	287	108	1,148
30	50		498	31	318	124	1,272
45			504	06	324	24	1,296
16.00	52		521	17	341	68	1,364
15			525	04	345	16	1,380
30	54		539	14	359	56	1,436
45			575	36	395	144	1,580
17.00	53		702	127	522	508	2,088
15			850	148	670	592	2,680
30	54		885	035	705	140	2,820
45			930	45	750	180	3,000
18.00	52		948	18	768	72	3,072

Formulario

No. **5. B.**

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja No. **1**

(PERIODO DE CONSUMO: 15')

Dirección... **HERNANDO DE SOTO No. 194** Manz..... Nivel.....

Medidor No..... Marca..... Capac..... Diám.....

Fecha... **27-4-74** Estado del tiempo: - Temperatura. **17.10C - 25.20C**...

Día... **VIERNES** - Humedad... **60% - 95%**.....

Hora	Pres. Ent. Lb/Plg2.	ESTADO m3:	Lts.	Dif. Lts.	Dif. Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acum. Lts/Hr.
8.00	48	1,790	115				
15			206	91	91	364	364
9.00	50		312	106	197	424	788
45			381	69	266	276	1,064
9.00	48		444	63	329	252	1,316
15			490	46	375	184	1,500
9.30	50		512	22	397	88	1,588
45			533	21	418	84	1,672
10.00	51		548	15	433	60	1,732
15			548	00	"	00	"
10.30	49		554	06	439	24	1,756
45			554	00	"	00	"
11.00	51		560	06	445	24	1,780
15			562	02	447	08	1,788
11.30	52		564	02	449	08	1,796
45			570	06	455	24	1,820
12.00	50		581	11	466	44	1,864
15			581	00	"	00	"
12.30	52		585	04	470	16	1,880
45			586	01	471	04	1,884
13.00	49		592	06	477	24	1,908
15			601	09	486	36	1,944
13.30	50		601	00	"	00	"
45			612	11	497	44	1,988
14.00	50		620	08	505	32	2,020
15			624	04	509	16	2,036
14.30	50		630	06	515	24	2,060
45			633	03	518	12	2,072
15.00	49		672	39	557	156	2,228
15			695	23	580	92	2,320
15.30	48		738	43	623	172	2,492
45			759	21	644	84	2,576
16.00	49		761	02	646	08	2,584
15			768	07	653	28	2,612
16.30	50		772	04	657	16	2,628
45			781	09	666	36	2,664
17.00	50		781	00	"	00	"
15			784	03	669	12	2,676
17.30	51		788	04	673	16	2,692
45			790	02	675	08	2,700
18.00	52		790	00	"	00	"

Formulario

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja N° 1

N° 5B

(PERIODO DE CONSUMO: 15')

Dirección: HERNANDO DE SOTO N° 194 Manz. M 4 Nivel

Medidor N° Marca Capac. Diam.

Fecha 28-4-73 Estado del tiempo: - Temperatura 16.4°C - 22.8°C

Día: SABADO - Humedad 68% - 94%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m3.	Lts.				
8.00	48	1,791	092				
15			108	16	16	64	64
30	48		126	18	34	72	136
45			128	02	36	8	144
9.00	49		154	26	62	104	248
15			206	52	114	208	456
30	50		238	32	146	128	584
45			260	22	168	88	672
10.00	51		262	02	170	08	680
15			440	178	348	712	1,392
30	51		766	326	674	1,304	2,696
45			791	25	699	100	2,796
11.00	51		795	04	703	16	2,812
15			809	14	717	56	2,868
30	50		819	10	727	40	2,908
45			834	15	742	60	2,968
12.00	52		855	21	763	84	3,052
15			868	13	776	52	3,104
30	50		891	23	799	92	3,196
45			909	18	817	72	3,268
13.00	51		939	30	847	120	3,388
15			951	12	859	48	3,436
30	51		974	23	882	92	3,528
45			986	12	894	48	3,576
14.00	51	1,792	012	26	920	104	3,680
15			018	06	926	24	3,704
30	50		061	43	969	172	3,876
45			086	25	994	100	3,976
15.00	49		116	30	1,024	120	4,096
15			130	14	1,038	56	4,152
30	52		141	11	1,049	44	4,196
45			174	33	1,082	132	4,328
16.00	48		194	20	1,102	80	4,408
15			202	08	1,110	32	4,440
30	45		215	13	1,123	52	4,492
45			256	41	1,164	164	4,656
17.00	50		289	33	1,197	132	4,788
15			294	05	1,202	20	4,808
30	53		296	02	1,204	08	4,816
45			298	02	1,206	08	4,824
18.00	54		302	04	1,210	16	4,840

Formulario

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja N° 1

N° 5B

(PERIODO DE CONSUMO : 15')

Dirección: HERNANDO DE SOTO N° 194 Manz. Nivel

Medidor N° Marca Capac. Diam.

Fecha 29-4-73 Estado del tiempo: - Temperatura 16.3º C - 22.8º C

Día: DOMINGO - Humedad 68% - 93%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m³.	Lts.				
8.00	50	1,793	403				
15			425	22	22	88	88
30	50		427	02	24	8	96
45			429	02	26	8	104
9.00	52		433	04	30	16	120
15			452	19	49	76	196
30	53		476	24	73	96	292
45			515	39	112	156	448
10.00	54		550	35	147	140	588
15			571	21	168	84	672
30	54		599	28	196	112	784
45			702	103	299	412	1,196
11.00	52		750	48	347	192	1,388
15			763	13	360	52	1,440
30	52		770	07	367	28	1,468
45			777	07	374	28	1,496
12.00	52		780	03	377	12	1,508
15			954	174	551	696	2,204
30	50	1,794	099	145	696	580	2,784
45			116	17	713	68	2,852
13.00	52		126	10	723	40	2,892
15			151	25	748	100	2,992
30	52		154	03	751	12	3,004
45			160	06	757	24	3,028
14.00	53		194	34	791	136	3,164
15			236	42	833	168	3,332
30	53		303	67	900	268	3,600
45			347	44	944	176	3,776
15.00	52		362	15	959	60	3,836
15			388	26	985	104	3,940
30	51		432	44	1,029	176	4,116
45			469	37	1,066	148	4,264
16.00	50		502	33	1,099	132	4,396
15			540	38	1,137	152	4,548
30	52		686	146	1,283	984	5,132
45			708	22	1,305	88	5,220
17.00	52		715	07	1,312	28	5,248
15			727	12	1,324	48	5,296
30	52		741	14	1,338	56	5,352
45			755	14	1,352	56	5,408
18.00	53		760	05	1,357	20	5,428

Formulario

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja N° 1

N° 50

(PERIODO DE CONSUMO: 30')

Dirección: HERNANDO DE SOTO N° 194 Manz. M 4 Nivel

Medidor N° Marca Capac. Diam.

Fecha 27-4-73 Estado del tiempo: - Temperatura 17.12C-25.22C

Día: VIERNES - Humedad 60%-95%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m3.	Lts.				
8.00	48	1,790	115				
30	50		312	197	197	394	394
9.00	48		444	132	329	264	658
30	50		512	68	397	136	794
10.00	51		548	36	433	72	866
30	49		554	06	439	12	878
11.00	51		560	06	445	12	890
30	52		564	04	449	08	898
12.00	50		581	17	466	34	932
30	52		585	04	470	08	940
13.00	49		592	07	477	14	954
30	50		601	09	486	18	972
14.00	50		620	19	505	38	1,010
30	50		630	10	515	20	1,030
15.00	49		672	42	557	84	1,114
30	48		738	66	623	132	1,246
16.00	49		761	23	646	46	1,292
30	50		772	11	657	22	1,314
17.00	50		781	09	666	18	1,332
30	51		788	07	673	14	1,346
18.00	52		790	02	675	04	1,350

Formulario

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja N° 1

N° 50

(PERIODO DE CONSUMO: 30')

Dirección: HERNANDO DE SOTO 194

Manz. M 4

Nivel

Medidor N°

Marca

Capac.

Diam.

Fecha 28-4-73

Estado del tiempo: - Temperatura 16.4°C-22.8°C.

Día: SABADO

- Humedad 68% o 94%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg2.	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m3.	Lts.				
8.00	48	1,791	092				
30	48		126	34	34	68	68
9.00	49		154	28	62	56	124
30	50		238	84	146	168	292
10.00	51		262	24	170	48	340
30	51		766	504	674	1,008	1,348
11.00	51		795	29	703	58	1,406
30	50		819	24	727	48	1,454
12.00	52		855	36	763	72	1,526
30	50		891	36	799	72	1,598
13.00	51		939	48	847	96	1,694
30	51		974	35	882	70	1,764
14.00	51	1,792	012	962	1,844	1,924	3,688
30	50		061	49	1,893	98	3,786
15.00	49		116	55	1,948	110	3,896
30	52		141	25	1,973	50	3,946
16.00	48		194	53	2,026	106	4,052
30	45		215	21	2,047	42	4,094
17.00	50		289	74	2,121	148	4,242
30	53		296	07	2,128	14	4,256
18.00	54		302	06	2,134	12	4,268

Formulario

Nº 5c

AFORO DE LAS DEMANDAS DE AGUA

Hoja Nº 1

PERIODO DE CONSUMO: 30'

Dirección: HERNANDO DE SOTO Nº 194 Manz. M 4 Nivel

Medidor Nº Marca Capac. Diam.

Fecha 29-4-73 Estado del tiempo: - Temperatura 16.3°C - 22.8°C

Día: DOMINGO - Humedad 68% - 93%

Hora	Pres.Ent. Lb/Plg ² .	ESTADO		Dif. Lts.	Dif.Acum. Lts.	Gasto Lts/Hr.	Gasto Acumul. Lts/Hr.
		m ³ .	Lts.				
8.00	50	1,793	402				
30	50		427	24	24	48	48
9.00	52		433	06	30	12	60
30	53		476	43	73	86	146
10.00	54		550	74	147	148	294
30	54		599	49	196	98	392
11.00	52		750	151	347	302	694
30	52		770	20	367	40	734
12.00	52		780	10	377	20	754
30	50	1,794	099	319	696	638	1,392
13.00	52		126	27	723	54	1,446
30	52		154	28	751	56	1,502
14.00	53		194	40	791	80	1,582
30	53		303	109	900	218	1,800
15.00	52		362	59	959	118	1,918
30	51		432	70	1,029	140	2,058
16.00	50		502	70	1,099	140	2,198
30	52		686	184	1,283	368	2,566
17.00	52		715	29	1,312	58	2,624
30	52		741	26	1,338	52	2,676
18.00	53		760	19	1,357	38	2,714

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BRIGAUX, GUY - Instalaciones Sanitarias.
Barcelona 1,965, Ed. Gustavo Gili S.A.
- 2.- RODRIGUEZ AVIAL, MARIANO - Instalaciones en los edificios.
- 3.- GALLIZIO, ANGELO - Instalaciones Sanitarias.
Barcelona 1,964, Ed. Científico Médico.
- 4.- ORTEGA GARCIA, JOSE - Instalaciones Sanitarias en viviendas.
2da. Ed. Barcelona, Ed. CEAC, S.A. - 1,960
- 5.- NIELSEN, LOUIS - Diseño Standard en Plomería.
(Traducción de la 1ra. Ed. en inglés de 1,963)
Ed. Cía. Editorial Continental, S.A. - 1,965.
- 6.- COUTINHO, ATAUPLHO - Instalaciones Hidráulicas Domesticas -
liarias.
2da. Ed. 1961, Ed. Edgard Blücher.
- 7.- BABBITT, HAROLD E. - Plumbing.
3ra. Ed., New York 1960 - Ed. Mc. Graw-Hill Book Cía. -
Inc.

- 8.- ALBERDI, JAVIER - Lorente, Santiago.
MORENO, Eduardo - Metodología de Investigación por -
Muestreo.
Madrid 1969, Ed. Euroamérica, S.A.
- 9.- Manual de Referencia de Medidores de Agua Domiciliar.
Tomo I; de la Organización Panamericana de la Salud.
(O.P.S/O.M.S).
- 10.- Manual del Tercer Curso Intensivo Sobre "Investiga -
ción de fugas y Medición de sistemas de distribución
de agua".- Universidad de Nuevo León - Facultad de -
Ingeniería Civil - México 1966.
- 11.- SNEDECOR, GEORGE W.- COCHRAN, William G.- Statisti -
cal Methods.
6ta. Ed. Ed. The Iown State University Press - USA -
1968.
- 12.- DAVIS, DALE S. - Nomografía y Ecuaciones Empíricos.
(Traducción de la 2da. Ed. en Inglés 1962)
Ed. Cía. Editorial Continental, S.A.-México 1965
- 13.- DAVIS, CALM V. - Handbook of Applied Hydraulics.
1ra. Ed. - New York and London 1942 - Ed Mc Graw- -
Hill Book Company, Inc.
- 14.- Publicaciones y Catálogos de Medidores Publicados -
por las siguientes firmas:
Badger Meter Manufacturing Company.

Rockwell Manufacturing Company.

Medidores Azteca, S.A.

Medidores Kent Colombiana Ltda.

-----°-----