

11  
29.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"



**FACTIBILIDAD DE DISPOSITIVOS HIDRAULICOS Y  
SANITARIOS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
EDUARDO RAUL GUTIERREZ ALBORES



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"  
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/158/1987.

SR. EDUARDO RAUL GUTIERREZ ALBORES  
Alumno de la carrera de Ingeniería Civil.  
Presente.


De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 7 de octubre de 1985, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Factibilidad de Dispositivos Hidráulicos y Sanitarios para el uso Eficiente del Agua", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Antecedentes.
- II.- Muebles, Accesorios y su Funcionamiento.
- III.- Análisis de Ahorro.
- IV.- Pruebas a Muebles y Accesorios.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis al señor Ing. José Avila Prieto, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESCRIBIR"  
Acatlán, Edo. de Méx., a 8 de septiembre de 1987.

  
ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO  
Coordinador del Programa de  
Ingeniería.  
ENEP - ACATLAN  
COORDINACION DEL  
PROGRAMA DE INGENIERIA

## I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I " ANTECEDENTES "	
I.1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA	4
I.2 USOS DEL AGUA	5
CAPITULO II " MUEBLES, ACCESORIOS Y SU FUNCIONAMIENTO "	
II.1 MUEBLES SANITARIOS ( W.C. )	11
II.2 ACCESORIOS	31
CAPITULO III " ANALISIS DE AHORRO "	45
CAPITULO IV " PRUEBAS A MUEBLES Y ACCESORIOS	66
CONCLUSIONES	105
BIBLIOGRAFIA	109

## INTRODUCCION:

A través del tiempo el hombre ha evolucionado en todos los campos que lo rodean, para tal efecto ha utilizado diferentes recursos, así como sus conocimientos en la Industrialización y procesamiento de materias primas, el aprovechamiento de -- Energía, el almacenaje y distribución del agua, etc.

El agua es uno de los recursos intrínsecos al hombre, por evolucionado que éste sea no podrá prescindir de ella, ya que es parte fundamental de su vida diaria.

Desde sus orígenes ha utilizado éste líquido para diferentes finalidades, que van desde constituir un elemento primordial para su supervivencia hasta como medio de transporte.

Hoy en día el hombre utiliza el agua para el proceso de -- enfriamiento de diversas plantas industriales, en la elaboración de alimentos, en todo lo que compete en la vida cotidiana de una persona, también como vehículo para el transporte - de desechos humanos e industriales.

En la actualidad el uso del agua se ha diversificado con gran magnitud, lo cual podemos atribuir al uso ilimitado de -- los usuarios. Por ende, desde hace algunos años el abastecimiento de éste líquido en las grandes Metrópolis a pasado a -- ser un problema serio, dado a que las fuentes de abastecimiento se han agotado y las demandas han aumentado en grandes proporciones. " Por ejemplo en la Ciudad de México " anteriormente se obtenía el agua únicamente a partir de los pozos locales, hoy en día se suministra del Valle de Lerma, Rio Cutzama la, así como de pozos situados en la Cuenca del Valle de --

México.

Este problema se ha venido acrecentando debido al desperdicio continuo e indiscriminado del agua, ésto como consecuencia a la falta de conciencia, al no saber lo que representa el alto costo de transporte y distribución de ésta.

En nuestros días, en la Ciudad de México se han puesto en marcha programas de ahorro de agua, mismos que se difunden -- por medio de la radio, televisión y periódicos, estos consisten básicamente en orientar a los usuarios al mejor manejo de éste líquido, sin embargo es necesario implantar nuevas medidas al respecto, como pueden ser; nuevos dispositivos de bajo consumo de agua, utilizar el agua reciclada para las Industrias ó actividades que no requieran agua potable.

Este problema en lo particular me ha motivado para el desarrollo e investigación de mi tesis, que consistirá básicamente en el estudio de los dispositivos de bajo consumo de agua, analizando la eficiencia de su funcionamiento, la posibilidad técnica de su utilización y los aspectos económicos que implica la sustitución de los actuales.

Con tal propósito la tesis se integra de la siguiente forma:

En el capítulo I .- se presentan diferentes aspectos que intervienen en el abastecimiento de agua

En el capítulo II.- Se muestra un catálogo de los diferentes dispositivos hidráulicos y sanitarios de bajo consumo de agua, describiendo su funcionamiento, partes que lo componen, posibilidades de sustituirlos en las instalaciones por los --

mas comunmente usados y cantidad de agua para su operación.

En el capítulo III.- Se efectua un análisis del ahorro del agua.

En el capítulo IV.- Se resumen los resultados de las pruebas realizadas a los muebles y accesorios de bajo consumo de agua.

## ANTECEDENTES

En éste capítulo se da un panorama con los diferentes factores que influyen en el problema del abastecimiento del agua.

## 1.1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA.

La precipitación media anual en la Republica Mexicana es de 780 mm, que equivale a un volumen de 1.53 billones de m<sup>3</sup>, del cual solamente el 27% escurre en forma superficial. El resto del volumen de agua precipitada se infiltra hacia las capas profundas del subsuelo para constituir la recarga de los acuíferos o se evapora.

El volumen disponible de agua subterránea no es tan fácil de cuantificar como el agua superficial, ya que el agua superficial se renueva año con año, aunque en volúmenes variables, mientras que el agua subterránea se renueva solamente una pequeña parte ( recarga ) y la mayor parte del volumen susceptible de aprovechamiento se encuentra en forma de almacenamiento que, para fines prácticos, puede considerarse no renovable y sólo puede usarse una vez.

Por otra parte, la forma en que se distribuye la precipitación a nivel Nacional, es muy irregular, dado a que; en el 42% del Territorio Nacional se tienen precipitaciones anuales del orden de 500 mm como máximo, mientras que en el 7% del Territorio Nacional se tienen precipitaciones anuales mayores de 2000 mm. Lo cual trae como consecuencia que, el escurrimiento superficial este mal distribuido, lo que se refleja de



la siguiente manera, el 50% de la disponibilidad potencial -- esté en el sureste, el cual corresponde al 20% del Territorio Nacional y que en la mesa central que comprende un 50% -- del País se tiene el 3% de la disponibilidad potencial.

Por otra parte, los asentamientos humanos se ven también mal distribuidos, esto es, porque el 29% de la población -- Nacional se encuentra asentada a 500 m S.N.M., en donde se -- tiene el 80% agua disponible, mientras que el 71% de la población restante están arriba de los 500 m S.N.M., en donde se tiene una disponibilidad del 20%.

Dada la forma en que se encuentra distribuida el agua disponible y los asentamientos humanos, en el Territorio Nacional se han tenido serios problemas de abastecimiento de agua en las grandes Metrópolis, como lo son la Ciudad de México y su zona conurbada, Monterrey y Guadalajara. Problemas no sólo en cuanto a cantidad sino también a calidad.

Hasta ahora el abastecimiento de agua en estas Ciudades -- se ha hecho por medio de explotación de los acuíferos.

La explotación de los acuíferos ha traído problemas de -- sobreexplotación, los que traen problemas de hundimiento del terreno ( ejemplo Cd. de México ), y el bombeo a profundidades cada vez mayores, o bien disminución de la calidad del -- agua. Con ésto se ha tenido la necesidad de importar el líquido de cuencas externas, trayendo como consecuencia los -- altos costos de este recurso.

## 1.2 USOS DEL AGUA

El agua es un recurso primordial en muchas de las activi-

dades que el hombre desarrolla, por tal motivo es muy común -- ver que existe una competencia del uso que se le deba dar. -- Para tratar de no agudizar los conflictos que se presentan -- por tal motivo, el gobierno ha creado la Ley Federal de Aguas que se encarga de reglamentar la prioridad que se le dará a -- las actividades en el uso del agua.

En México la actividad que más utiliza agua es la de Generación de Energía Eléctrica por medio de las plantas hidroeléctricas; sin embargo, el consumo en éste tipo de plantas es -- muy bajo, pues retorna prácticamente toda el agua que se utiliza para mover las turbinas.

Las demás actividades importantes consumidoras de agua son la agricultura, el uso doméstico y la industria. De acuerdo -- con las estimaciones de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico que se muestran en el cuadro 1.2.1, en 1980 se extrajo -- un volumen de 155,814 millones de  $m^3$  para los usos mas importantes, lo cual representa el 38% de la disponibilidad superficial potencial. En ese mismo año, el consumo correspondiente fue de 41,672 millones de  $m^3$ , es decir el 10% de la disponibilidad superficial.

Hacia el año 2000, el consumo se incrementará a un volumen equivalente al 22% de la disponibilidad superficial. Aparentemente esto indica que no existen problemas para soportar las demandas actuales y futuras de agua en el país, sin embargo, la mala distribución espacial y temporal del recurso, hace -- que se tengan problemas de escasez y competencia en algunas -- zonas, éste problema se vio en el punto 1.1, cuando se señaló la forma en que se encuentra distribuida la población con respecto a la distribución del agua.

Es frecuente ver que debido al nivel tan intenso del uso del agua en irrigación, cualquier nuevo desarrollo urbano, - industrial, turístico o de cualquier otra índole, entrará de alguna manera en competencia con el usuario agrícola.

Como se muestra en el cuadro 1.2.1, la industria ocupa el siguiente lugar de utilización del agua después del riego, - aunque su nivel de consumo está muy por debajo, ya que representa el 6% del total Nacional.

Las principales industrias consumidoras son: la azucarera que usa el 35% de los 5,802 millones de m<sup>3</sup> demandados en -- 1980, la Industria química el 22%, la de celulosa y papel el 8 %, la de petróleo el 7% y las industrias de la bebida, textiles, siderúrgica, termoeléctrica y de los alimentos, que - en conjunto comprenden el 11%. Se estima además, que en aproximadamente 5,000 establecimientos industriales se concentra el 83% del volumen total extraído para éste sector.

La mayor participación de la industria en la demanda de -- agua se localiza en la cuenca del río Papaloapan, donde operan los principales ingenios azucareros, en las zonas del --- Istmo de Tehuantepec y del Golfo de México en la zona norte - con las industrias de petróleo y petroquímica, así como en -- las cercanías de Monterrey y el Valle de México.

Uno de los principales problemas que afrontan las indus--- trias en la actualidad es que se han concentrado en unas cuantas ciudades y con ellos han contribuido a generar problemas de abastecimiento a esas ciudades, como es el caso de la Ciudad de México y Monterrey donde se concentra el 70% del em--- pleo industrial total y el valor de la producción, además de que se concentran 3,000 de los 5,000 establecimientos mas con

sumidores de agua.

El sector industrial tiene grandes posibilidades de mejorar la eficiencia en el uso del agua, debido a la existencia de tecnologías que ahorran el líquido a través de la recirculación de agua o del uso de técnicas que utilizan un menor volumen. Así mismo, la industria es uno de los usuarios potenciales mas importantes para la utilización de aguas residuales tratadas, ya que en ciertos procesos no requieren de agua de calidad potable.

Desde el punto de vista del volumen utilizado, el usuario de menor importancia de los señalados en el cuadro I.2.1, es el agua potable, ya que en 1980 se extrajeron 4,184 millones de  $m^3$  y se consumieron 1,350 millones de  $m^3$  a nivel Nacional, lo cual representó el 30% de la extracción y consumo totales en ese año. Sin embargo, su importancia radica en que el recurso resulta vital para el desarrollo humano y que es indispensable para que se pueda hablar de cualquier tipo de actividad económica y social; de ahí el lugar que ocupa en la Reglamentación de la Ley Federal de Aguas.

EXTRACCION Y CONSUMO DE AGUA POR LOS DIFERENTES USUARIOS

USUARIOS	MILLONES DE M3							
	EXTRACCION				CONSUMO			
	1950	1980	1990	2000	1950	1980	1990	2000
RIEGO 1/	29,500	45,953	71,248	94,597	23,600	37,968	57,455	79,477
§	78	29	29	20	99	91	92	90
GENERACION DE ELECTRICIDAD	7,700	99,875	160,006	362,256	0	75	78	78
§	20	64	65	75	0	0	0	0
AGUA POTABLE	500	4,184	6,342	8,757	200	1,350	2,004	2,914
§	1	3	2	2	1	3	3	3
INDUSTRIA	600	5,802	9,525	15,580	70	2,279	3,100	6,087
§	1	4	4	3	0	6	5	7
TOTAL	38,300	155,814	247,121	481,190	23,870	41,672	62,637	88,556
§	100	100	100	100	100	100	100	100

1/ TANTO LA EXTRACCION COMO EL CONSUMO DE AGUA PARA RIEGO INGLUYEN A LOS USOS PECUARIO Y ACUICOLA.

FUENTE: COMISION DEL PLAN NACIONAL HIDRAULICO

CUADRO I.2.1 PRINCIPALES USOS DE AGUA EN MEXICO.

## MUEBLES, ACCESORIOS Y SU FUNCIONAMIENTO.

El problema de abastecimiento de agua se ha acentuado en algunas ciudades y tiende a ocurrir lo mismo en otras que están en desarrollo, esto es, como se expuso anteriormente debido a la ubicación de las ciudades respecto de las fuentes potenciales de abastecimiento, así como por el constante crecimiento de las mismas, como también de la problemática de la distribución y uso inadecuado en que incurre cuando el líquido llega a los lugares de consumo.

Este fenómeno a ocurrido en otros países, los que a su vez han investigado y solucionado en gran medida su problema mediante diferentes formas.

Tomando esta referencia, en este trabajo se propone utilizar una de las soluciones investigadas en otros países, la -- que se piensa puede ser la mas adecuada para nuestro país, -- dado a nuestras costumbres de higiene personal, del hogar, -- centro de trabajo, etc. Ya que tal solución no altera en nada nuestras costumbres, los conflictos sociales y políticos también serán menores.

Esta solución es sustituir muebles hidráulicos y sanitarios de uso doméstico ( tal criterio se puede emplear en todos aquellos lugares en donde se tengan instalaciones similares o semejantes a los domésticos, como son: hoteles, restaurantes, baños públicos, fabricas, oficinas, etc. ), por muebles que cumplen con las mismas funciones pero que utilizan menor cantidad de agua.

A continuación se hará una descripción de los muebles <sup>11</sup> de uso más común en nuestro país y de los muebles de bajo consumo de agua.

## II.1 MUEBLES SANITARIOS ( W.C. ).

### EXCUSADO CONVENCIONAL CON DEPOSITO SEPARADO

#### DESCRIPCION:

Constituye el tipo de excusado convencional cuyo uso posiblemente sea el más común en México. El depósito está separado de la taza pero se apoya directamente en la parte posterior de ella y se sujeta mediante pernos. La limpieza de la taza generalmente se efectúa empleando un sifón con chorro o con vórtice. Eficaz descarga y limpieza con poco ruido; aspecto estético generalmente aceptable.

#### CONSUMO:

Cada uno requiere entre 20 y 30 litros, cifra que depende de la marca y modelo específicos.

#### ACEPTACION:

Siendo uno de los tipos de excusados que han resultado de innumerables concepciones, diseños, modificaciones, pruebas, etc., a lo largo de muchos años, su aceptación por el público es total.

#### OBSERVACIONES:

Adaptación de líneas, dispositivos de llenado y válvulas de descarga convencionales.

## EXCUSADO CONVENCIONAL CON DEPOSITO INTEGRADO

## DESCRIPCION:

Se trata de un diseño moderno donde el depósito y la taza están integrados en una sola pieza. El depósito tiene una posición baja comparado con otros tipos de excusados convencionales por lo que se emplea un sifón con vértice para la acción de limpieza. Eficaz descarga y limpieza con poco ruido; aspecto moderno generalmente aceptado.

## CONSUMO:

Cada uso requiere entre 25 y 35 litros, cifra que depende de la marca y modelo específicos.

## ACEPTACION:

Siendo uno de los tipos de excusados convencionales que -- han resultado de innumerables concepciones, diseños, modificaciones, pruebas, etc., a lo largo de muchos años, su aceptación por el usuario es total excepto por su costo que es relativamente alto.

## OBSERVACIONES:

Adaptación de líneas, dispositivos de llenado y válvulas - de descarga convencionales.



## EXCUSADO CONVENCIONAL SIN DEPOSITO

## DESCRIPCION:

Este tipo de excusado, usado generalmente en edificios públicos, escuelas y restaurantes, carece de depósito y se conecta mediante un fluxómetro a una línea de alimentación de diámetro grande. la descarga y limpieza de la taza se logra mediante un sifón con chorro o bien, directamente con la corriente de agua a gran velocidad que proviene de la línea. La configuración del tubo de evacuación de la taza es muy sencilla lo que aunado a la alta velocidad de la corriente reduce las posibilidades de obstrucción. Eficaz descarga y limpieza; mínima posibilidad de obstrucción del conducto de evacuación.

## CONSUMO:

La alta velocidad de la corriente de agua que se logra gracias al gran diámetro de la línea de distribución, permite -- obtener una eficaz limpieza empleando consumos relativamente reducidos: algunos modelos utilizan 16 litros en cada uso.

## ACEPTACION:

El efecto de limpieza que se logra en este tipo de excusado es eficaz y resulta mínima la posibilidad de obstrucción de su conducto de evacuación. Estas características ventajosas, junto con la necesidad de disponer de líneas de alimentación con diámetros y gastos ( para su distribución entre varios -- excusados ) relativamente grandes, hacen que su empleo típico sea en edificios públicos, escuelas, restaurantes, etc.

## OBSERVACIONES:

Requiere conectarse a líneas de distribución de diámetros y gastos relativamente grandes, típicamente disponibles en -- edificios públicos, escuelas, restaurantes, etc.

## EXCUSADO CONVENCIONAL CON BAJO NIVEL DE AGUA

## DESCRIPCION:

El diseño de la configuración interna de la taza de este tipo de excusado convencional, permite que la acción del sifón con chorro se logra con menos agua que en otros tipos convencionales. El nivel del agua en la taza se encuentra más abajo de lo normal y, siendo reducido el diámetro del tubo de evacuación, la cantidad de agua que es necesaria mover mediante el sifón resulta menor. El depósito que se coloca sobre la taza, generalmente separado de ella, es de menor capacidad que en otros tipos convencionales. Constituye uno de los tipos convencionales de excusados de menor consumo de agua.

## CONSUMO:

Cada uso requiere entre 10 y 15 litros, cifra que depende de la marca y modelo específicos.

## ACEPTACION:

Exceptuando la configuración interna de la taza, cuyo tubo de evacuación es de menor diámetro y puede significar una mayor posibilidad de obstrucción por objetos extraños indebidamente arrojados en él, las demás características de este tipo de excusado son convencionales por lo que su aceptación por el usuario es total.

## OBSERVACIONES:

Adaptación de líneas, dispositivos de llenado y válvulas de descarga convencionales.

## DESCRIPCION:

Se trata de un tipo de excusado de aspecto y taza convencionales donde la limpieza se efectúa mediante un chorro a gran velocidad que proviene del depósito donde el agua se encuentra mayor presión que la atmosférica. Este último efecto se logra mediante la acción del aire comprimido que queda atrapado en la parte superior del depósito hermético durante su alimentación. Se emplean válvulas diferentes a las de los excusados convencionales para el sellado de la alimentación del tanque, la limpieza de la taza y la recuperación del nivel de agua en ésta última. Eficaz descarga y limpieza con bajo consumo de agua.

## CONSUMO:

Cada uso requiere entre 8 y 10 litros, cifra que depende de la marca y modelo específicos.

## ACEPTACION:

Desde los puntos de vista funcional y estético, su aceptación es total por parte del usuario. Sin embargo, debido a que requiere disponer en la línea de alimentación de presiones entre 25 y 80 m.c.a., su uso y comercialización son limitados.

## OBSERVACIONES:

Los dispositivos y válvulas de llenado y descarga del depósito son diferentes a las convencionales pero de fácil instalación y mantenimiento.

## EXCUSADO CONVENCIONAL CON DEPOSITO DE DESCARGA DUAL

## DESCRIPCION:

De aspecto externo y configuración de la taza convencionales, el diseño del depósito de este tipo de excusado le permite descargar la totalidad del agua o sólo una parte de ella - al accionar la palanca en una u otra dirección, según se trate de evacuar desechos sólidos o líquidos, respectivamente. - Los dos recipientes de plástico que van colocados bocabajo -- ocupando un tercio del volumen del depósito se comunican entre sí y con el mecanismo de la palanca mediante tubos por la parte superior que permitan el paso del aire cuando se trata de descargar la totalidad del depósito. Por el contrario, si se pretende efectuar una descarga parcial, la acción de la palanca bloquea el paso del aire creando un vacío que retiene - el agua de los recipientes. Fácil adaptación con inversión -- reducida en excusados convencionales; limpieza y evacuación - efectivas.

## CONSUMO:

Dependiendo de la marca y modelo específicos de este tipo de excusados, la descarga parcial puede constituir entre el - 50 y 80 por ciento del volumen de agua en el depósito.

## ACEPTACION:

Como se trata de un dispositivo que se puede adaptar fácilmente y con poca inversión en excusados convencionales que ya estén funcionando lográndose resultados efectivos, la aceptación por el usuario es total.

## OBSERVACIONES:

Existen diversos dispositivos patentados no comerciales -- que permiten lograr el mismo efecto basándose en principios - pruebas sistemáticas de laboratorio y de campo para comprobar su eficiencia.

No requiere de modificaciones ni adaptaciones especiales de - las líneas y dispositivos de alimentación y descarga.

## DESCRIPCION:

La evacuación en este excusado se logra mediante la acción combinada de la gravedad y el empuje de aire a presión. El ciclo de descarga está formado por varias operaciones en secuencia que se inician al presionar un botón. Primeramente, el fondo de la taza, que está articulado en una de sus aristas y que comunica con una cámara inferior en forma de tolva, se abre dejando caer los desechos dentro de esta última; se inicia en ese momento la limpieza de las paredes de la taza mediante agua que proviene del anillo de distribución convencional en su parte superior. Una vez terminado el lavado de la taza, el fondo recupera su posición original cerrando herméticamente la tolva inferior e iniciándose su presurización mediante aire a  $4 \text{ ó } 5 \text{ kg/cm}^2$ . La válvula que comunica esta cámara con la línea de descarga y finalmente con el sistema de drenaje, se abre automáticamente al alcanzarse  $1.5 \text{ ó } 2 \text{ kg/cm}^2$  de presión permitiendo el paso de los desechos en forma de tapones que bajo la acción del aire a presión pueden desplazarse horizontalmente hasta 10 m. Eficaz descarga y limpieza; aspecto estético moderno generalmente aceptado; consumo de agua muy reducido.

## CONSUMO:

Cada uso requiere un total de aproximadamente 3 litros de los cuales un poco más de la mitad quedan en el fondo de la taza al final de cada ciclo de descarga y limpieza.

## ACEPTACION:

El común y eficaz empleo en transportes públicos, resturan

tes, oficinas, etc., donde se ha buscado abatir el consumo de agua, ha motivado una creciente demanda por este tipo de excusado en los países industrializados, no obstante que puede -- representar mayores costos de inversión y de mantenimiento.

OBSERVACIONES:

Es necesario disponer de un sistema de compresión de aire.

Adaptación a líneas de alimentación y de drenaje convencionales; requiere de un compresor de aire que puede alimentar a uno o varios excusados.



## EXCUSADO CON DESCARGA POR PRESION AL VACIO

## DESCRIPCION:

Bajo la acción combinada de una reducida cantidad de agua y de aire, succionados ambos por una bomba de vacío, se transportan los desechos desde la taza hasta un tanque de almacenamiento. La taza, de aspecto convencional, dispone de una válvula de diafragma, con mecanismo y dispositivos de activación y de control que permiten realizar en siete segundos la evacuación por succión hacia la línea de descarga que se encuentra a una presión de vacío de al menos doce pulgadas de mercurio, se emplean tres y medio pies cúbicos de aire a presión atmosférica del medio ambiente. La mezcla del agua con los desechos forma tapones que el aire empuja a lo largo de la línea de descarga hasta el tanque de almacenamiento. La tubería tiene un diámetro tres veces menor que el convencional y no requiere de trazos que aprovechen la gravedad, pudiendo rodear por arriba cualquier obstáculo existente en el terreno de su instalación. Eficaz descarga y limpieza con poco ruido; menor gasto de drenaje a manejar; trazo e instalación sencillos de tubería de menor diámetro; disminución de fugas y filtraciones.

## CONSUMO:

Cada uso requiere entre 1 y 1.5 litros de agua. Si bien, es necesario consumir energía eléctrica para operar las bombas de vacío y de descargas del tanque de almacenamiento, el monto se estima menor que el convencionalmente requerido en redes locales de drenaje.

## ACEPTACION:

Este sistema ha sido diseñado para instalarse en conjuntos habitacionales, hoteles, escuelas, edificios, etc., donde el agua es sumamente escasa o la red pública de drenaje está saturada o no existe, o bien, donde el terreno es muy plano y se requeriría de cuantiosas inversiones en estaciones de bombeo. Un solo cuarto de máquinas constituido por dos bombas de vacío que trabajan alternadamente, un tanque de almacenamiento de desechos, una bomba para la descarga de éstos últimos y tableros de arranque y control, permite desalojar una red. Varios factores combinados entre los cuales destacan el menor diámetro de la tubería y su instalación más sencilla, hacen competitivo su costo dependiendo del número y características de las unidades a que preste servicio. La inducción de aire a través del excusado se traduce en una ventilación efectiva -- del baño. La presión de vacío en la red local de drenaje reduce sustancialmente las fugas y filtraciones contaminantes. La aceptación de este sistema por el público usuario es, en suma, cada vez mayor.

## OBSERVACIONES:

Requiere de válvulas y controles especiales para la evacuación de la taza; emplea una bomba de vacío para mantener la presión negativa en el drenaje local y en el tanque de almacenamiento, y una bomba común para la descarga de éste último.

## DESCRIPCION:

Los excusados pertenecientes a este tipo funcionan esencialmente igual que los convencionales, pero sus elementos -- ( depósito, válvulas, conducto para el sifón, alimentación de la taza, etc. ) están diseñados en forma óptima de modo que el consumo de agua resulte muy bajo sin que se pierda efectividad en su función sanitaria. Utilizando una avanzada ingeniería de detalle, que depende de la marca comercial y el modelo específicos, se han mejorado la configuración y el funcionamiento hidráulico de la taza y su conducto de descarga, los mecanismos de apertura y cierre de válvulas, los materiales de fabricación y acabado final, etc. Lo anterior, combinado con las prácticas del moderno Diseño Industrial, ha permitido lograr un dispositivo que pueda incidir favorablemente en el ahorro de agua. Bajo consumo de agua; eficaz descarga y limpieza con poco ruido.

## CONSUMO:

Cada uso requiere entre 3 y 6 litros, cifra que depende de la marca y modelo específicos.

## ACEPTACION:

Desde los puntos de vista funcional y estético, su aceptación es total por parte del usuario. Sin embargo, la tecnología implica en el diseño de los diversos modelos, puede significar un costo relativamente alto.

## OBSERVACIONES:

Adaptación de líneas de suministro y desagüe convencionales.

## DESCRIPCION:

El mingitorio convencional es un dispositivo sanitario cuyo uso esta prácticamente limitado a los baños públicos de hombres, existiendo algunos modelos para mujeres en los países Europeos y llegándose a instalar ocasionalmente en casas - habitación. - Su funcionamiento es muy parecido al de los excusados convencionales sin depósito que se conectan a la línea de suministro a través de un fluxómetro. La operación del mingitorio se puede - iniciar manualmente mediante una válvula o automáticamente en - forma periódica en lugares con alto número de usuarios. La acción hidráulica de limpieza puede ser mediante una corriente -- distribuida en toda la superficie del mueble que fluye por gravedad; puede ser también mediante un chorro con sifón; o puede llevarse acabo directamente mediante un chorro de gran velocidad. Eficaz limpieza con relativamente bajo consumo de agua.

## CONSUMO:

Dependiendo del tipo, marca y modelo específicos, así como - de la acción hidráulica empleada para su limpieza, un mingitorio puede consumir entre 4 y 8 litros de agua en cada uso, si - bien algunos modelos llegan a emplear hasta 15 litros. La operación periódica de estos dispositivos mediante válvulas automática sólo se justifica en terminos de ahorro del agua, en los baños públicos con gran número de usuarios.

## ACEPTACION:

La instalación de mingitorios, en los baños públicos está totalmente difundida y aceptada en la sociedad contemporánea ya que constituye dispositivos de uso práctico, con suficiente garantía sanitaria y de consumo de agua relativamente bajo. En casas - habitación no se ha extendido su utilización - debido fundamentalmente a la inversión adicional que puede -- representar ya que no forma parte de las costumbres de la familia típica.

## OBSERVACIONES:

Se conecta a líneas de suministro convencionales.

VALVULAS CONVENCIONALES PARA DESCARGA DEL DEPOSITO DE  
UN EXCUSADO

- Al accionar la palanca del excusado, se desaclopa el elemento obturador de su asiento permitiendo la descarga rápida del agua en el depósito hacia la taza.

- La fuga que se establece con el tiempo, debido a la acción corrosiva del agua sobre el asiento de la válvula, puede llegar a ser considerable.

- Dependiendo del tipo específico de válvulas, el obturador consiste en un tapón o en un cuerpo esférico que va conectado a la palanca mediante varillas o una cadena.

- En todos los tipos, el costo de su instalación o sustitución es bajo si se compara con el costo del mueble en su totalidad o con el costo que puede significar la existencia de un afuga a través de la válvula misma.

- El asiento de la válvula inevitablemente se deteriora con el tiempo, debido a la acción corrosiva del agua siendo necesarias su revisión y reparación periódicas.

- La instalación y sustitución de la válvula es muy simple pudiendo llevarla a cabo el usuario.

27

DISPOSITIVO REDUCTOR DE LA DESCARGA DE UN DEPOSITO  
CONVENCIONAL

DESCRIPCION:

Se trata de un dispositivo adaptable a la válvula de descarga convencional del depósito de un excusado que permite obtener una descarga parcial, únicamente durante el tiempo en que se mantenga accionada la palanca. El usuario deberá observar la evacuación de la taza y decidir hasta qué momento suelta la palanca para interrumpir la descarga del depósito. Existen diversas modalidades de este dispositivo pero esencialmente consiste en un pequeño cuerpo pesado que se sujeta al elemento obturador de la descarga con objeto de contrarrestar en forma total o parcial su capacidad de flotación. Se logra así en el primer caso, una interrupción de la descarga automática, pero solamente parcial, al descender el agua hasta determinado nivel dentro del depósito.

CONSUMO:

Se estima poder reducir hasta la mitad el consumo de agua en cada uso. Se reducen además, las pérdidas por fugas a través de la válvula de descarga al disponer siempre de mayor presión sobre el elemento obturador y lograr por lo tanto, un mejor asentamiento.

ACEPTACION:

Dado la sencillez del dispositivo y su fácil instalación en prácticamente cualquier depósito convencional, aunadas a su costo reducido, lo hacen generalmente aceptable por el usuario quien, sin embargo, debe observar y esperar hasta que re

sulte efectiva la limpieza y evacuación de la taza para dejar de accionar la palanca.

OBSERVACIONES:

Existen diversos dispositivos patentados no comerciales -- que permiten lograr el mismo efecto basándose en principios -- de funcionamiento semejantes. Se requiere realizar pruebas -- sistemáticas de laboratorio y de campo para comprobar su eficacia.



INSERTOS REDUCTORES DEL VOLUMEN DE UN DEPOSITO  
CONVENCIONAL

DESCRIPCION:

Se trata de cualquier objeto o dispositivo que se coloca dentro de un depósito de excusado convencional con abjeto de reducir la cantidad de agua por cada uso al ocupar parte del volumen disponible. Como el nivel del agua dentro del depósito no cambia, se mantiene la carga y por lo tanto la velocidad, necesarias para la limpieza y evacuación efectivas de la taza. Los hay de muy diversos tipos, desde los simples tabiques que colocados horizontalmente resultan poco efectivos y en posición vertical se corre el riesgo de formar rajaduras en el tabique, hasta las bolsas de plástico o los separadores colocados alrededor de la válvula de descarga cuya función es retener de manera permanente parte del agua en el -- depósito.

CONSUMO:

Dependiendo de la forma y las características del inserto, se estima poder reducir hasta en un tercio el volumen de agua en cada uso.

ACEPTACION:

Tratándose evidentemente del dispositivo más barato que -- permite reducir el consumo de agua en un excusado convencional y siendo su instalación muy sencilla, su aceptación por el usuario es total. Algunos diseños pueden implicar una disminución excesiva de la cantidad de agua disponible para cada uso y dar como resultado una inadecuada limpieza de la taza.

**OBSERVACIONES:**

Limpieza y evacuación limitadas dependiendo del tipo de inserto y de las características del excusado.

## GRIFO CONVENCIONAL PARA LAVABO O FREGADERO

## DESCRIPCION:

El control del flujo de agua en la mayoría de los modelos y configuraciones de grifos para lavabos y fregaderos comúnmente utilizados, se logra de acuerdo con alguno de los dos principios siguientes: en uno, se trata esencialmente de una válvula de globo con empaque de hule que presiona sobre su asiento al girar la perilla exterior; en el otro, de diseño más reciente, la posición relativa de los orificios practica dos en dos discos deslizantes de cerámica muy dura y pulida, uno fijo y el otro siguiendo la posición de la perilla exterior, permite o no el paso del agua a través de los orificios. Los empaques de la válvula de globo descrita en primer término, tiene el inconveniente de que se van gastando con el uso normal, dando lugar a la conocida pérdida por goteo continuo. Los discos de cerámica por su parte, son muy resis tentes al desgaste, no existiendo virtualmente el tipo de fu gas señalado. El grifo convencional de lavabos y fregaderos representa muchas veces una de las causas importantes de pér didas de agua potable al permanecer abierto innecesariamente.

## CONSUMO:

El consumo de agua en grifo, además de la marca y modelo específicos, depende de diversos factores como la duración y el objeto de su empleo, la costumbre que se tenga de dejarlo o no abierto durante todo el tiempo que se use, etc. Algunas estimaciones indican que puede significar el 40% del agua -- total que se consume en una casa - habitación.

## ACEPTACION:

Con una gran variedad de estilos y modelos que satisfacen los requisitos del usuario y sus preferencias estéticas, el grifo convencional ha encontrado una aceptación total.

## OBSERVACIONES:

Adaptación de la tubería de suministro y a lavabos y fre--  
gaderos convencionales.

## DESCRIPCION:

Se trata de una válvula de aspecto externo muy parecido a los grifos convencionales excepto que dispone de elementos -- especialmente diseñados para que el agua no corra más de lo -- necesario en cada uso. Dependiendo de la clase de válvula, el cierre al paso del agua se puede efectuar de dos maneras: --- cuando el usuario deja de accionar un mecanismo con la mano, la rodilla o el pie, en forma automática después de un corto tiempo, bajo la acción combinada de un resorte y la presión -- de la línea de alimentación.

## CONSUMO:

No se conocen medidas precisas acerca del consumo de agua en estos dispositivos pero se puede estimar un ahorro considerable, posiblemente mayor del 50 por ciento comparado con los grifos convencionales, ya que se reduce sustancialmente el -- tiempo total que permanecen abiertos durante cada uso.

## ACEPTACION:

Los grifos de cierre automático se emplean con éxito en -- lugares públicos como instituciones, restaurantes, escuelas, hospitales, etc., dando el ahorro en el consumo de agua que -- representa, tanto su uso mismo como la total eliminación de -- desperdicios asociados a válvulas dejadas abiertas por descui do. Exceptuando la incomodidad que puede significar para el -- usuario la necesidad de mantener presionado el mecanismo de -- apertura para dejar pasar el agua en algunos modelos de este tipo de válvulas, su aceptación es total dado el impacto po- sitivo que tienen para el ahorro de agua.

## OBSERVACIONES:

Existen diversos modelos comerciales que prácticamente se pueden adaptar a todo tipo de lavabos y fregaderos.

## PRUEBAS:

- Mediciones realizadas en 10 de octubre de 1984 en el --  
Laboratorio Central de Control.
- Comparación de una válvula economizadora de cierre auto-  
mático de operación manual ( marca " Helvex " ) y una --  
válvula de globo convencional ( llave de nariz marca " -  
Urrea " ).
- Diámetro de entrada: 1.5 cm.  
Intervalo de presiones establecidas: 0.1 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>.  
Intervalo de gastos medidos: 1 a 14 lts/min.
- Ahorro promedio de consumo de la válvula automática res-  
pecto a la válvula convencional: 40%.

## DESCRIPCION:

Se trata de un dispositivo diseñado para controlar y mantener automáticamente la temperatura del agua que se utiliza en regaderas, lavabos o fregaderos, pudiendose instalar de -- manera central para alimentar con agua templada todos estos - equipos en una casa - habitación, o bien, individualmente en cada uno de ellos. Cualquier alteración en la presión y gasto de la corriente de agua fría o de la corriente de agua caliente que alimentan a esta válvula mezcladora, provocan un cambio en la temperatura final del agua. El elemento bimetálico de la válvula, muy sensible a estos cambios, responde activando el mecanismo que abre y cierra el paso de las corrientes -- de tal modo que se recupere con rapidez la temperatura originalmente establecida. Los modelos existentes en el mercado -- cuentan con elementos apropiados para fijar manualmente esta temperatura y para interrumpir en forma automática el paso -- del agua caliente ante una falla en la línea del agua fría.

## CONSUMO:

Los fabricantes de la válvula mezcladora de control termostático señalan que el empleo de este dispositivo puede significar un ahorro hasta del 40 por ciento en el consumo de agua caliente en una casa - habitación ya que siendo automático el ajuste de la temperatura final del agua empleada en regaderas lavabos o fregaderos, se elimina la necesidad de esperar cierto tiempo para que el usuario pueda verificar el efecto deseado en dicha temperatura y como consecuencia, se reduce el volumen total del líquido utilizado ( y de la energía para calentarlo ).

ACEPTACION:

36

Este tipo de válvulas mezcladora se puede adaptar a instalaciones de agua potable nuevas o a las ya existentes, significando un inversión estimada no menor a tres o cuatro veces la que tendría una válvula mezcladora convencional. No obstante lo anterior, su empleo en los países europeos es muy extendido dados los ahorros en agua y energía que puede representar y su positiva incidencia en el confort de las personas.

OBSERVACIONES:

Se adapta a instalaciones convencionales que surten de agua templada a regaderas, lavabos o fregaderos.



## DESCRIPCION:

Se trata de un dispositivo diseñado para controlar y mantener automáticamente la temperatura del agua que se utiliza en regaderas, lavabos o fregaderos, pudiéndose instalar de manera central para alimentar con agua templada todos estos equipos en una casa - habitación. o bien. individualmente en cada uno de ellos. Cualquier alteración en la presión de la corriente de agua fría o de la corriente de agua caliente que alimenta a esta válvula mezcladora, provocan que se desplace rápidamente un carrete obstructor que controla el paso del agua. Así por ejemplo, si disminuye la presión de la línea de agua fría, el carrete inmediatamente obstruye el flujo de agua caliente; si aumenta la presión de ésta, el carrete se mueve para dejar pasar más agua fría. El balance de presión entre ambas corrientes permite mantener la temperatura final de mezclado y ofrece un mayor confort al usuario.

## CONSUMO:

Los fabricantes de la válvula mezcladora de balance de presión señalan que el empleo de este dispositivo puede significar un ahorro hasta del 40 por ciento en el consumo de agua caliente en una casa - habitación ya que siendo automático el ajuste de la temperatura final del agua empleada en regaderas, lavabos o fregaderos, se elimina la necesidad de esperar cierto tiempo para que el usuario pueda verificar el efecto deseado en dicha temperatura y como consecuencia, se reduce el volumen total del líquido utilizado ( y de la energía para calentarlo ).

## ACEPTACION:

Este tipo de válvula mezcladora se puede adaptar a instalaciones de agua potable nuevas o las ya existentes significando una inversión estimada no menor a dos o tres veces la que tendría una válvula mezcladora convencional. No obstante lo anterior, su empleo en los países europeos y en los Estados Unidos de Norteamérica es muy extendido dados los ahorros en agua y energía que puede representar y su positiva incidencia en el confort de las personas.

## OBSERVACIONES:

Se adapta a instalaciones convencionales que surten de agua templada a regaderas, lavabos o fregaderos.

## AEREADOR PARA GRIFOS DE LAVADOS O FREGADEROS

## DESCRIPCION:

El aereador es un dispositivo de aspecto parecido a un nipple que se conecta en la salida de un grifo de lavado o fregadero. Internamente dispone de un orificio que restringe el paso del agua, diseñado además para disminuir la presión aguas abajo del orificio y provocar que se introduzca aire a través de unas ranuras circunferenciales practicadas en la pared. La gran cantidad de burbujas de aire en el chorro hace que se tenga la impresión de un mayor gasto de agua que el que realmente proporciona el grifo. Se logra así una reducción en el consumo de agua además del objetivo original del diseño de los aereadores: la virtual eliminación de salpicaduras cuando el chorro choca con un obtáculo.

## CONSUMO:

En términos generales, un aereador puede reducir el gasto de un grifo hasta un 50%. Existen aereadores que proporcionan un gasto de 3 litros por minuto en un rango muy amplio de presiones de la línea de suministro.

## ACEPTACION:

El empleo de aereadores en los grifos de lavabos o fregaderos es muy común en la actualidad y paulatinamente se ha ido extendiendo a las casa - habitación y edificios de apartamentos. Su aceptación por el usuario es total en virtud de incidir favorablemente en el ahorro del agua y en el aseo de manos y limpieza de trastos y otros artículos del hogar.

## OBSERVACIONES:

Generalmente constituye una parte integrante del modelo -- específico de un grifo el cual se adapta a las líneas convencionales de suministro.

## ROCIADOR PARA GRIFOS DE LAVABOS O FREGADEROS

## DESCRIPCION:

El rociador para grifos de lavabos y fregaderos consiste en una pequeña regadera convencional que mediante pequeños agujeros restringe el flujo del agua y proporciona un rocío. Al igual que las regaderas convencionales empleadas para el baño personal, existen algunos modelos que permiten controlar el gasto y modificar la forma del rocío.

## CONSUMO:

Dependiendo de la marca, tipo y modelo específicos, pueden reducir el gasto en un grifo hasta situarlo entre 4 y 8 litros por minuto.

## ACEPTACION:

El empleo de rociadores en los grifos de lavabos o fregaderos es todavía poco común. Sin embargo, teniendo en cuenta su incidencia favorable en la limpieza de utensilios y el aseo de manos, con un ahorro en el consumo de agua, se puede esperar que su uso se extienda con una total aceptación por parte del usuario.

## OBSERVACIONES:

Generalmente constituye una parte integrante del modelo específico de un grifo el cual se adapta a las líneas convencionales de suministro.

## R E G A D E R A S

## DESCRIPCION:

La regadera convencional consiste en una cámara conectada a la línea de suministro que va provista de pequeños agujeros para atomizar el agua y formar un rocío. Generalmente, la conexión permite pivotear la cámara en forma manual para cambiar la dirección del rocío. Existen numerosos modelos que van desde la regadera fija, ya casi en desuso, cuya válvula directamente integrada a la conexión se opera mediante una cadena, hasta aquellas regaderas que disponen de elementos para cambiar el gasto y la forma de rocío. Algunos diseños, de uso común en Europa, incluyen un tubo flexible que permite descolgar la regadera y manualmente acercar o cambiar la posición del rocío a conveniencia del usuario.

## CONSUMO:

Dependiendo de la marca comercial, tipo y modelo específicos, el gasto de agua que consume una regadera convencional puede situarse entre 10 y 30 litros por minuto, si bien, las modernas regaderas que proporcionan masaje al usuario llegan a utilizar más de 50 litros por minuto. El consumo de agua total dependen del tiempo que dure su uso.

## ACEPTACION:

La regadera, en cualquiera de sus tipos, constituye el principal medio para el baño personal en la sociedad contemporánea. Su aceptación por el usuario es total y la preferencia por uno u otro tipo de regadera, así como la duración que tenga su uso, aspectos que inciden directamente en el consumo

del agua, dependen de los hábitos y costumbres que tenga cada individuo.

OBSERVACIONES:

Existen diseños de regaderas que disponen de una aereador semejante a los utilizados en grifos de lavabos o fregaderos que reducen el gasto de agua. Sin embargo, su eficiencia para el baño personal es dudosa y generalmente no son aceptables por el usuario. Adaptación a línea de suministro convencionales.

## DESCRIPCION:

Los reguladores de gasto, son dispositivos que se instalan en la línea de suministro de lavados, fregaderos, regaderas, etc. con objeto de restringir el paso del agua y reducir así su consumo. Pueden consistir en simples obstructores del flujo generalmente de una sola pieza, con un orificio central, que se enroscan al tubo, o bien, tratarse de mecanismos diseñados para mantener un gasto constante además de reducido, -- como respuesta dinámica a los cambios de presión en la línea de suministro.

## CONSUMO:

Dependiendo del tipo, marca y modelo específicos del regulador y de la presión en la tubería, el gasto controlado para regaderas por ejemplo, puede situarse entre 8 y 10 litros por minuto.

## ACEPTACION:

De fácil instalación y bajo costo, los reguladores de gasto para lavabos o fregaderos son totalmente aceptados por el usuario dada la reducción importante que tienen en el consumo de agua. En el caso de las regaderas, la aceptación de los -- reguladores depende de los hábitos y preferencias de cada individuo para el aseo personal.

## OBSERVACIONES:

Adaptación a líneas de suministro convencionales.



## CAPITULO III

## ANALISIS DE AHORRO

En este capítulo se analizará el ahorro de agua que se tendría al sustituir los muebles hidráulicos y sanitarios en el Distrito Federal ( D.F ), así como la factibilidad económica de dicha sustitución.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA

La demanda de agua se ve afectada por varios factores, los cuales son un reflejo del tipo de usuario, como se puede ver a continuación:

- DEMANDA DOMESTICA

Este tipo de demanda depende de las instalaciones hidráulicas y sanitarias externas e internas, del número de ocupantes, del nivel socioeconómico, clima, medición de caudales, tarifas y de los reglamentos.

- DEMANDA INDUSTRIAL

Se afecta por el tipo de proceso, de tarifa, medición del caudal y reuso del agua.

- DEMANDA DE LOS SECTORES COMERCIO Y SERVICIOS, PUBLICO

Depende del tipo de instalaciones, reglamentos medición del caudal y de las tarifas.

En general las demandas de agua se ven fuertemente afectadas por los desperdicios, fugas debidas a la falta de mantenimiento sistemático de las instalaciones interiores y a las fugas en la red de distribución, que se estiman en un 30% del

caudal que llega al D.F.

46

#### USOS DEL AGUA EN EL D.F.

Según el estudio realizado por la Dirección General de --- Construcción y Operación Hidráulica ( D.G.C.O.H. ) en 1983, - sobre usos del agua y reducción de la demanda con muebles de bajo consumo de agua, se obtuvo lo siguiente:

La dotación promedio para el D.F., es de  $39 \text{ m}^3/\text{seg}$ , mismos que se distribuíán de la siguiente manera:

USOS	PORCENTAJE DEL CAUDAL
DOMESTICOS	57
INDUSTRIAL	15
COMERCIO Y SERVICIOS	15
PUBLICO	13

El consumo de los usuarios domésticos tiene la siguiente - distribución:

CONCEPTO	PORCENTAJE
W.C.	50
ASEO PERSONAL	25
LAVADO DE ROPA	12
COCTNA	11
OTROS	2

El consumo en el sector industrial se concentra en 200 es- blecimientos aproximadamente, y los principales grupos consu- midores son:

CELULOSA Y PAPEL  
PRODUCTOS QUIMICOS  
HIERRO Y ACERO  
MINERALES NO METALICOS  
TEXTILES  
ALIMENTOS

El mayor consumo en el sector comercio y servicios se tiene en los siguientes grupos:

CENTROS DE SALUD  
BAÑOS PUBLICOS Y PISCINAS  
SERVICIO DE ALIMENTOS  
HOTELES Y MOTELES  
LAVANDERIAS Y TINTORERIAS

En los servicios públicos el mayor consumo se tiene en:

HOSPITALES PUBLICOS  
ESCUELAS PUBLICAS  
MERCADOS  
EDIFICIOS PUBLICOS  
TRANSPORTES  
RIEGO DE PARQUES Y JARDINES

De acuerdo con los porcentajes del caudal utilizado por cada sector y a las reducciones de la demanda con muebles de bajo consumo de agua descritos en el capítulo II, el patrón de demandas podría cambiar de la siguiente forma:

En el sector doméstico, que utiliza  $22 \text{ m}^3/\text{seg}$  de agua, el patrón de demandas podría disminuirse si se sustituyen todos los muebles hidráulicos y sanitarios existentes por muebles -

de bajo consumo, mismos que incidirían en éste de la siguiente forma:

Tomando en cuenta que los W.C. existentes en el D.F., en promedio utilizan 16 litros por descarga y que el caudal total para este concepto es de  $11 \text{ m}^3/\text{seg}$ , se puede construir la siguiente tabla, en la que se aprecia el ahorro de agua al utilizar W.C. con diferentes capacidades.

CAPACIDAD DE W.C. ( L )	CONSUMO ( $\text{m}^3/\text{seg}$ )	PORCENTAJE DE AHORRO %
4	2.75	75
6	4.125	62.5
8	5.5	50
10	6.875	37.5

Por otra parte, para aseo personal se utilizan aproximadamente  $5.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ , con accesorios convencionales, en este caso se puede tener un ahorro de 33% utilizando regaderas, llaves, chifones de bajo consumo, de acuerdo a pruebas de laboratorio realizadas por dicha dependencia.

En el uso que se le da al agua en la cocina es posible ahorrar un 25% de los  $2.42 \text{ m}^3/\text{seg}$ , de acuerdo a pruebas realizadas por dicha dependencia.

En el lavado de ropa no se ha podido cuantificar o estimar el ahorro.

Con lo anterior se puede establecer un porcentaje de ahorro a nivel doméstico.

Con W.C. de 4 litros de capacidad, se utilizaría el 25% del caudal que se destina actualmente, o lo que es igual --  $2.75 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

En el aseo personal se utilizarían  $3.685 \text{ m}^3/\text{seg}$ , al emplear los dispositivos de bajo consumo.

En la cocina se utilizaría el 75% del caudal actual, lo que es igual a  $1.815 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

De los otros conceptos se tendría el mismo consumo por lo que la demanda en este sector quedaría:

W.C.	=	2.75	$\text{m}^3/\text{seg}$
ASEO PERSONAL	=	3.685	"
COCINA	=	1.815	"
LAVADO DE ROPA	=	2.64	"
OTROS	=	0.44	"
		<hr/>	
		11.33	$\text{m}^3/\text{seg}$

Lo cual representa el 50.96% de la demanda doméstica, con lo que el ahorro sería de 49.04%.

Con W.C. de 6 litros de capacidad se tiene un ahorro del 62.5%, o sea, de  $6.875 \text{ m}^3/\text{seg}$ , con lo que el caudal a usar -- sería de  $4.125 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Los demás conceptos guardan el mismo comportamiento.

W.C.	=	5.5	$\text{m}^3/\text{seg}$
ASEO PERSONAL	=	3.685	"
COCINA	=	1.815	"

LAVADO DE ROPA	=	2.64	m <sup>3</sup> /seg	50
OTROS	=	0.44	"	
		<hr/>		
		14.08	m <sup>3</sup> /seg	

Mismos que representan el 64% de la demanda actual, por lo que se tendría un ahorro del 36%.

Al utilizar W.C. de 10 litros de capacidad, el caudal requerido sería de 6.875 m<sup>3</sup>/seg.

Quedando los demas conceptos como el caso anterior, de esta manera se tiene que:

W.C.	=	6.875	m <sup>3</sup> /seg
ASEO PERSONAL	=	3.685	"
COCINA	=	1.815	"
LAVADO DE ROPA	=	2.64	"
OTROS	=	0.44	"
		<hr/>	
		15.455	m <sup>3</sup> /seg

Los cuales representan el 69.52% de la demanda actual, por lo que se tendría un ahorro del 30.47%.

Para el sector industrial que utiliza 6 m<sup>3</sup>/seg, del sistema público, se puede ahorrar un 25% de agua potable, empleando agua residual tratada en usos que no requieran dicha calidad y utilizando en los servicios al personal muebles de bajo consumo de agua que representan un ahorro adicional del 5%.

En el sector comercio y servicios un análisis similar al del sector doméstico, permite señalar la factibilidad de emplear W.C., regaderas y llaves de bajo consumo de agua en los

grupos de baños, hoteles, hospitales y restaurantes. Como --- por ejemplo, se dan los siguientes:

- BAÑOS

Se tienen registrados 623 establecimientos que utilizan 115,000 m<sup>3</sup>/día en total, o sea aproximadamente 180 m<sup>3</sup>/-- día por establecimiento, por lo que al emplear regade--- ras de bajo consumo y reguladores de gasto en llaves, -- se estima un ahorro del 30%, con lo cual la demanda se--- ría de 126 m<sup>3</sup>/día por establecimiento.

- HOTELES

Hay 815 establecimientos que utilizan 60,000 m<sup>3</sup>/día lo que corresponde a 74 m<sup>3</sup>/día por establecimiento. Instalando W.C. y regaderas de bajo consumo de agua, así como reguladores de flujo en llaves, se estima un ahorro del 40%, con lo que la demanda por establecimiento sería de 44.4 m<sup>3</sup>/día.

Se estima que en este sector el ahorro puede ser en promedio de 30%.

El sector público utiliza aproximadamente 5 m<sup>3</sup>/seg, mismos que se distribuyen de la siguiente manera:

	PORCENTAJE	(m <sup>3</sup> /seg)
HOSPITALES PUBLICOS	8	0.4
ESCUELAS PUBLICAS	22	1.1
MERCADOS	4	0.2
EDIFICIOS PUBLICOS	10	0.5
TRANSPORTES	6	0.3
RIEGO DE PARQUES Y JARDINES	50	2.5

Estos usuarios también pueden tener ahorros de agua como consecuencia de la sustitución de muebles hidráulicos y sanitarios, dichos ahorros se estiman de la siguiente manera:

	PORCENTAJE DE AHORRO	DEMANDA ESPERADA ( m <sup>3</sup> /seg )
HOSPITALES PUBLICOS	30	0.28
ESCUELAS PUBLICAS	40	0.66
MERCADOS	40	0.12
EDIFICIOS PUBLICOS	40	0.3
TRANSPORTES	40	0.18
RIEGO DE PARQUES Y JARDINES	0	2.5
		4.04

El riego de parques y jardines con agua potable puede hacerse con agua residual tratada, con lo que se lograría un importante ahorro.

Con lo expuesto anteriormente se puede cuantificar el ahorro de agua en el D.F., al hacer la sustitución de los muebles hidráulicos y sanitarios por otros de bajo consumo, dicha cuantificación se presenta en las siguientes tablas:



USOS	CONSUMO ACTUAL (m <sup>3</sup> /seg)	% DE AHORRO	CONSUMO FUTURO (m <sup>3</sup> /seg)
DOMESTICO	22.23	* 49.03 %	11.33
INDUSTRIAL	5.85	5	5.557
COMERCIO Y SERVICIOS	5.85	30	4.095
PUBLICO	5.07	20.31	4.04
	<hr/> 39.00		<hr/> 25.022

\* Considerando W.C. con 4 litros por descarga.

PORCENTAJE TOTAL DE AHORRO 35.84 %

USOS	CONSUMO ACTUAL (m3/seg)	% DE AHORRO	CONSUMO FUTURO (m3/seg)
DOMESTICO	22.23	* 45.25	12.84
INDUSTRIAL	5.85	5	5.557
COMERCIO Y SERVICIOS	5.85	30	4.095
PUBLICO	5.07	20.31	4.04
	<u>39.00</u>		<u>26.532</u>

\* Considerando W.C. con 6 litros por descarga

PORCENTAJE TOTAL DE AHORRO 31.96 %

USOS	CONSUMO ACTUAL (m <sup>3</sup> /seg)	‡ DE AHORRO	CONSUMO FUTURO (m <sup>3</sup> /seg)
DOMESTICO	22.23	* 36	14.227
INDUSTRIAL	5.85	5	5.557
COMERCIO Y SERVICIOS	5.85	30	4.095
PUBLICO	5.07	20.31	4.04
	<u>39.00</u>		<u>27.919</u>

\* Considerando W.C. con 8 litros por descarga

PORCENTAJE TOTAL DE AHORRO 28.41 ‡

USOS	CONSUMO ACTUAL (m3 /seg)	% DE AHORRO	CONSUMO FUTURO (m3 /seg)
DOMESTICO	22.23	* 30.47	15.455
INDUSTRIAL	5.85	5	5.557
COMERCIO Y SERVICIOS	5.85	30	4.095
PUBLICO	5.07	20.31	4.04
	<u>39.00</u>		<u>29.202</u>

\* Considerando W.C. con 10 litros por descarga

PORCENTAJE TOTAL DE AHORRO 25.12 %

La factibilidad económica de la sustitución de los muebles hidráulicos y sanitarios es justificable con el estudio realizado por la D.G.C.O.H. en el año de 1983. \* (Las comparaciones monetarias son en pesos de ese año ).

En este estudio analizan la sustitución, mediante una comparación del valor presente de los costos de producción e instalación de los W.C. contra el valor presente de los costos del agua en bloque que se requeriría para satisfacer la demanda que se tendría al no sustituir los muebles.

Los datos en que se basa dicho estudio son:

- De acuerdo a la extrapolación del censo poblacional de 1980 para 1983 se esperan más de 10'000,000 de habitantes, si el porcentaje de población con acceso a los servicios de agua es de 97% entonces se tiene una población servida de 10'000,000 de habitantes, con un promedio de 5 hab/viv. resultan 2'000,000 de viviendas con servicio.
- Demandas futuras, estas se obtienen mediante extrapolación ( ver figura III.1 y III.2 ).
- Usos del agua en el D.F.
- Los W.C. más comunes utilizan 16 litros por descarga
- Costos de producción e instalación de los muebles
- Vida útil de los excusados y de las plantas para su manufactura: 15 años
- Costos del agua en bloque
- Vida útil de las obras de agua en bloque: 30 años

\* Estudio realizado por " ENRIQUE AGUILAR Y ASOCIADOS, -- S.C. " Para la D.G.C.O.H. en 1983

- La distribución del agua no es igual en todo el D.F., -- por lo que se tienen tres grupos de consumidores domésticos, esto es como consecuencia del nivel socioeconómico, tipo de vivienda y de posibles restricciones que impone la configuración física del sistema hidráulico. En el -- cuadro III.3 se muestran los 3 tipos de usuarios, y en -- el cuadro III.4 se describe la distribución del agua en dichos grupos de usuarios.
- El número de W.C., en el D.F. es de 3'000,000; esto es, considerando que por cada vivienda se tienen 1.5 baños -- con lo cual se compensan aquellas viviendas que no tienen baño propio con las que tienen mas de uno y con oficinas, restaurantes, hoteles, industrias, etc.
- Cada habitante utiliza 5 veces al día el baño con lo que se tienen 25 descargas por vivienda, si cada vivienda -- tiene 1.5 baños, entonces se tienen aproximadamente 16 -- descargas por baño.
- Consideran 3 capacidades diferentes para los nuevos muebles, que serian: 4, 8 y 10 litros.
- El tiempo para la sustitución puede ser de: 5, 8 ó 12 -- años.
- Creación por parte del D.F., de una fábrica de muebles, ya que la industria existente sería insuficiente para -- fabricar los volúmenes que se demandarían.
- La producción de la planta sería de 300,000 a 900,000 -- excusados al año, dependiendo de la rapidez con que se -- desee hacer la sustitución.

- Ahorro adicional por control de fugas, lo cual se logra con la buena calidad de los mecanismos de carga y descarga, así como con el mantenimiento periódico de los mismos.

Los resultados de la evaluación demuestran que, dentro de los rangos de valores considerados para distintas variables, el programa de sustitución de excusados es generalmente atractivo desde el punto de vista económico. Como indicador de evaluación al análisis realizado consideró el conciente del valor actualizado de los costos del programa de sustitución de excusados, entre el valor actualizado de los costos de un proyecto de agua en bloque, con el cual se produce el mismo caudal que se logra reducir con el programa de sustitución.

De acuerdo con el análisis, un programa de sustitución -- que considere excusados de 4 litros es justificable económicamente, bajo cualquier condición de costo de las obras de agua en bloque y aún sin considerar los beneficios adicionales de ahorros por control de fugas. Para excusados de 4 litros, el programa es recomendable dentro del rango considerado para -- los costos de producción e instalación de muebles ( \$ 8,000 a 15,000 por mueble ).

Por lo que toca a los excusados de 8 y 10 litros, la factibilidad económica del programa depende de los valores que adquieran algunas variables, principalmente los costos de operación y mantenimiento de las obras de agua en bloque y los costos de producción e instalación de los muebles.

Otras conclusiones que resultan del análisis realizado son las siguientes:

- Para costos de producción e instalación de excusados bajos ( \$ 8,000 a 12,000 por mueble ), el programa de sus-

titución es prácticamente justificable para cualquier capacidad de mueble.

- Para costos de producción e instalación de excusados por arriba de \$ 12,000 por mueble, combinados con costos de operación y mantenimiento de agua en bloque relativamente bajos, el programa sólo es justificable para excusados de 4 litros.
- Mientras más corta sea la duración del programa, es necesario buscar la mayor reducción de demanda. Por otro lado, si se consideran ahorros de agua adicionales por control de fugas, cercanos a 65 litros diarios por mueble instalado.
- El programa de sustitución con costos de producción e instalación de excusados por arriba de \$ 12,000 por mueble y con capacidades mayores de 4 litros, empieza a justificarse a medida que crece el costo de inversión de las obras de agua en bloque, especialmente en el caso de muebles de 8 litros.
- Las conclusiones del análisis son prácticamente independientes de las tasas de descuento, así como el rango de costos de inversión de la planta para la manufactura de excusados.

Los rangos de valores considerados en el análisis representan en forma razonable las condiciones reales. De hecho, son conservadoras en lo tocante a los costos de inversión y de operación y mantenimiento de las obras de agua en bloque. La simple actualización de los costos de inversión de los proyectos de Aguas del Valle de México en 1979, conduce a más de 5,000 -



millones de pesos de 1982 por  $m^3/s$ , y la actualización de costos de operación y mantenimiento resulta en más de 17 pesos - de 1982 por  $m^3$ .

Por lo que se refiere a los costos de producción e instalación de excusados, conviene mencionar que de acuerdo con los representantes de las empresas fabrican muebles sanitarios, - es factible pensar en costos cercanos a \$ 10,000 por mueble. Como se mencionó, la evaluación económica favorece la instalación de muebles de 4 litros, sobre todo si se considera el beneficio adicional de eliminar fugas debido a fallas en el - mecanismo de control de carga y descarga. De cualquier modo - ante las dificultades que han presentado los programas de entrega de agua en bloque, es justificable pensar en capacida-des de hasta 8 litros siempre y cuando se considere adicionalmente el control de fugas.

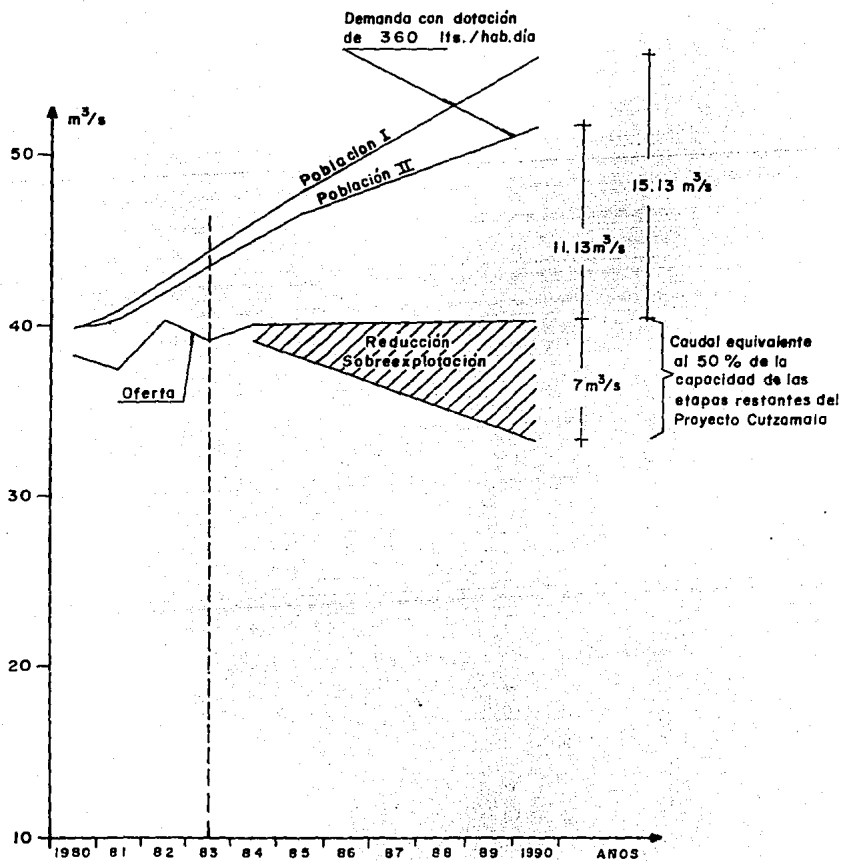


FIG. III.1

EVOLUCION DE LA OFERTA Y DEMANDA DE A.P. Y DE LA POBLACION SERVIDA

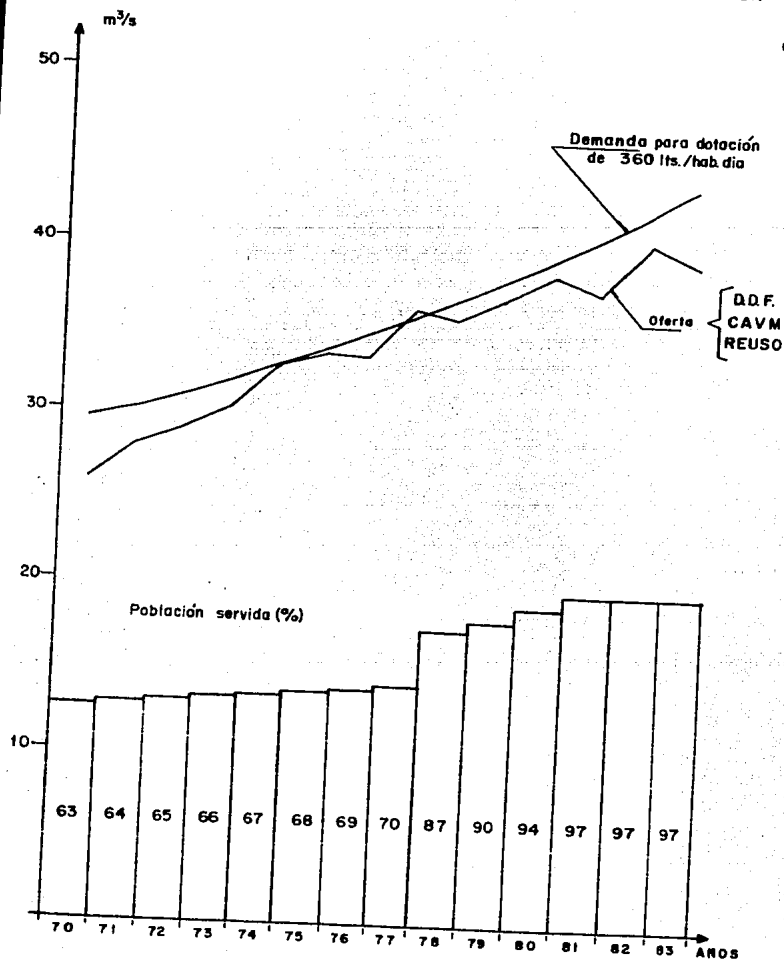


FIG. III-2

## GRUPO

## CARACTERÍSTICAS

- I En éste se ubica el 68% de las viviendas que tienen acceso al servicio de agua potable. Los consumos de agua son menores o iguales a  $1 \text{ m}^3/\text{día}$ . El uso del agua fuera de la vivienda es mínimo y el 75% del consumo total correspondiente al uso de los inodoros lavabos y regaderas.
- II Concentra poca más del 30% de las viviendas con servicio de agua potable. Los consumos de agua fluctúan entre 1 y  $2.5 \text{ m}^3/\text{día}$ . El uso del líquido fuera de la vivienda empieza a ser importante, se destina principalmente al lavado de automóviles y la limpieza de patios y calles. Este uso exterior puede representar hasta el 40% del consumo total.
- III En éste se ubica poco más del 1% de las viviendas con acceso al servicio, los consumos son superiores a  $2.5 \text{ m}^3/\text{día}$ . Los usos fuera de la vivienda son más importantes que los usos dentro de ella y pueden representar hasta el 80% del consumo total.

GRUPO DE USUARIOS	NIVEL DE SONSUMO (M3 / DIA)	PORCENTAJE DE VIVIENDAS	PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL	DOTACION PROMEDIO ( 1/HAB/DIA)
I	HASTA 0.7	20.9	7.9	72
	HASTA 1.0	47.5	41.3	167
	HASTA 1.3	16.8	19.8	225
II	HASTA 1.5	7.9	11.4	275
	HASTA 1.7	3.5	5.8	317
	HASTA 2.5	2.1	4.6	417
III	HASTA 8.3	1.0	5.7	1,083
	MAS DE 8.3	0.3	3.5	3,045

CUADRO III. 4 DISTRIBUCION DEL USO DOMESTICO POR RANGO DE CONSUMO

## PRUEBAS A LOS MUEBLES.

Hasta ahora se ha analizado la sustitución de los muebles desde el punto de vista del porcentaje de ahorro y factibilidad económica. Por tal razón en este capítulo se dan los resultados de las pruebas hechas a diferentes muebles, para con ello dar una justificación global de la posibilidad de dicha sustitución.

Las pruebas hechas a los muebles son las que dictamina la Norma Oficial Mexicana de 1986, para la Industria de la Construcción de Muebles Sanitarios de Loza Vitrificada.

Las Normas establecen, que para verificar el funcionamiento Hidráulico y Sanitario de los W.C. se deberán realizar las siguientes pruebas:

- a) Eliminación de desperdicios
- b) Prueba de barrido
- c) Prueba de lavado y cambio de agua
- d) Prueba de colorante
- e) Tiempo de llenado

ELIMINACION DE DESPERDICIOS.

- MATERIAL:

Seis esponjas sintéticas de 20 x 30 mm de sección, por 70 mm de largo de densidad igual a  $17 \text{ kg/m}^3$ .

Cinco bolas de papel higiénico sencillo de 4 hojas de 114 x 127 mm, que tengan un tiempo de absorción de 7 a 15 segundos.

- PROCEDIMIENTO:

El agua de la taza debe estar al nivel normal con la trampa y salida expedita, el tanque lleno hasta la marca de la máxima capacidad y con la manguera conectada al rebosadero.

Tomar las 5 tiras de papel y arrugar en bolas flojas con diámetro de 35 a 45 mm. Saturar las 6 esponjas sintéticas y arrojar todo junto como una carga de prueba dentro de la taza y descarga inmediatamente.

- RESULTADO:

Toda la carga de prueba debe ser eliminada.

PRUEBA DE BARRIDO.**- MATERIAL:**

Diez esponjas sintéticas de 20 x 20 mm. de sección, por 60 mm de largo, de densidad igual a  $17 \text{ kg/m}^3$ .

**- PROCEDIMIENTO:**

La taza debe estar en las mismas condiciones que en la prueba anterior.

Depositar diez esponjas previamente saturadas de agua y descargar inmediatamente.

**- RESULTADO:**

Toda la carga de prueba debe ser eliminada.

PRUEBA DE LAVADO Y CAMBIO DE AGUA.**- MATERIAL:**

20 gr. de aserrín de madera de pino que pase la criba M-200 ( 2 mm de abertura ).

**- PROCEDIMIENTO:**

La taza debe de estar como en las pruebas anteriores.

Lavar la taza con agua y descargar para limpiarla esparcir el aserrín para cubrir las paredes de la taza, hasta 10 mm abajo del aro de la taza e inmediatamente descar-



gar el tanque.

- RESULTADO:

El producto pasa la prueba, si todo el aserrín es eliminado de las paredes de la taza con una sola descarga, -- permitiéndose un residuo no mayor de  $2 \text{ cm}^2$ .

PRUEBA DE COLORANTE.

- REACTIVOS Y MATERIALES:

Azul de metileno, Pipeta de  $25 \text{ cm}^3$ .

- PROCEDIMIENTO:

La taza del inodoro debe prepararse de igual manera que en la prueba de Eliminación de Desperdicios.

En  $1000 \text{ cm}^3$  de agua, mezclar 1.5 gr de azul de metileno, con una pipeta de  $25 \text{ cm}^3$  depositar 3 gotas en el espejo de agua.

Mezclar completamente y tomar una muestra en el tubo de ensaye ( tubo patrón ).

Verter en el espejo de agua  $25 \text{ cm}^3$  de la solución preparada anteriormente y descargar la taza inmediatamente, - tomar del espejo un tubo de prueba y compararlo con el tubo patrón.

- RESULTADO:

El producto pasa la prueba si la coloración del tubo de prueba es menor o igual a la coloración del tubo patrón.

#### PRUEBA DE TIEMPO DE LLENADO.

En este caso se deberá tomar el tiempo de llenado del depósito a diferentes presiones.

El tiempo máximo permitido es de 120 segundos.

#### - COMENTARIOS A LAS PRUEBAS

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio Experimental de la Dirección General de Operación y Construcción Hidráulica, éste cuenta con instalaciones que simulan baños que operan en planta baja o en un primer nivel, los albañales están provistos de torretas con las que se pueden hacer cambios de pendiente, de esta manera se pudieron acondicionar las pruebas a las condiciones mas comunes del D.F., como son las pendientes de 1 a 1.5%.

Después de efectuadas las pruebas anteriores, se pensó que los muebles deberían de someterse a otras pruebas que conjuntamente con las anteriores dieran condiciones mas reales de funcionamiento, con esto se propuso a futuro una prueba para medir la adherencia del material en las paredes internas del mueble.

El material propuesto para esas pruebas es una mezcla de aserrín con grenetina, que se deberá depositar en la taza y se descargará, el mueble el cual debe tener capacidad para limpiar y desalojar dicha mezcla.

Por otra parte, todos los muebles probados se calibran a diferentes capacidades, y en cada calibración se hicieron 5 ensayos de cada prueba, para después obtener una media aritmética que representa el funcionamiento del mueble con cierta descarga.

Las características de los muebles probadas se presentan en la tabla IV.1.

A continuación se presentan los resultados mediante curvas de funcionamiento.

En la figura 1 se presenta el funcionamiento del mueble relacionando el volumen de descarga en el eje vertical y la cantidad máxima de material que desaloja en el eje horizontal, esto es para la prueba de Eliminación de Desperdicios.

En la figura 2 representa el funcionamiento del mueble para la Prueba de Barrido, representándose en el eje horizontal la cantidad máxima de esponjas desalojadas y en el eje vertical en volumen de la descarga.

En la figura 3 se representa el funcionamiento del mueble al realizar la Prueba de Lavado y Cambio de Agua, en este caso el eje vertical representa el volumen de la descarga y el eje horizontal la cantidad de material.

En la figura 4 se representa el funcionamiento del mueble para la Prueba de Colorante, teniendo en el eje vertical el volumen de descarga y en el horizontal la cantidad de colorante.

En la figura 5 representa en el eje horizontal el tiempo -

de llenado del tanque o depósito y el vertical la presión con la que suministra el agua al tanque, variando esta presión de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $1.4 \text{ kg/cm}^2$  siendo este el rango de presión - que normalmente se encuentra en las instalaciones domicilia- rias que cuentan con tinaco.

En la figura 6 se presentan los resultados no representati- vos por haberse realizado sólo en dos muebles, de la prueba - de material que puede adherirse a las paredes interiores de - la taza cuando se le depositan diferentes cantidades de mate- rial de prueba, si en el eje vertical que representa la canti- dad de material depositado se traza perpendicular a el una -- línea recta que intersecte a una misma curva y por los pun- tos de intersección se traza una línea vertical se obtendrán las lecturas de altura de material adherido.

En las figuras antes mencionadas aparece una línea inte--- rrumpida vertical, esta representa la cantidad o condición -- mínima que debe cumplir el mueble para que sea aceptado de -- acuerdo a la Norma Oficial Mexicana de 1986.

MARCA	MODELO	TIPO DE DESCARGA	VOLUMEN POR DESCARGA ( litros )	CARGA MAXIMA DESALOJADA				TIEMPO DE LLENADO CON PRESION = 0.2 Kg/cm <sup>2</sup> ( Min )
				E pzas	E/BP pzas	A Gr	C Ml	
KISSON	JADE III	3	6	14	12/6	45	150	2.57
AGUILA	-	3	15	20	22/6	170	35	3.4
GUSTAVSBERG	366 T	3	6	20	17/6	75	90	2.4
IHO	3250	2	4	14	9/6	60	20	14.4
IHO	3300	2	6	18	14/6	50	25	4.0
IDEAL STANDARD	ZAFIRO	3	8	15	10/6	30	15	2.5
NACESA	ALFA	1	8	18	16/6	110	40	2.57
KISSON	K 101 JADE II	3	8	5	7/6	7	6	2.57
PROCIEMEX	ENCOMDCAR	3	10	6	7/6	8	25	3.4
LAMOSA	ATLAS	3	8	10	10/6	90	30	3.4
ANFORA	CANCUN	3	7	7	9/16	23	30	2.57
VITROMEX	MAGNO	3	6	13	12/6	20	3	2.70
KISSON	K 101' *	3	8	20	14/16	30	20	2.57
ORION	CAPRI	1	10	20	16/6	80	25	2.57

NOTAS:

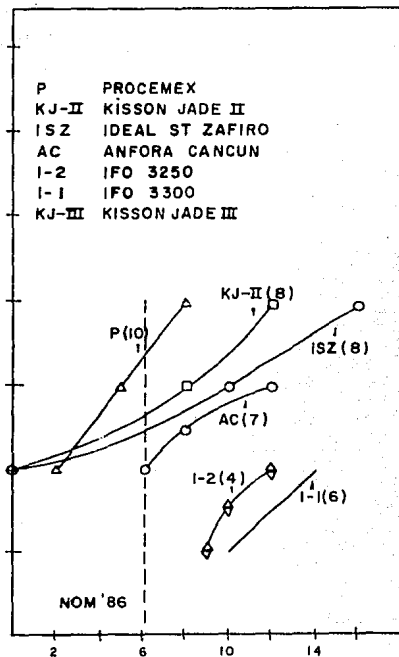
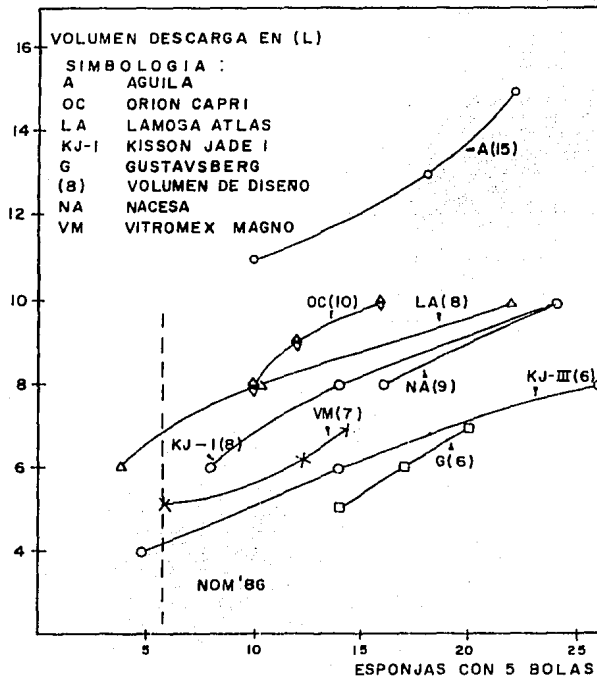
- E = ESPONJAS
- E/BP = ESPONJAS / BOLAS DE PAPEL
- A = ASERRIN
- C = COLORANTE
- \* CON EL SIFON MODIFICADO

TIPOS DE DESCARGA:

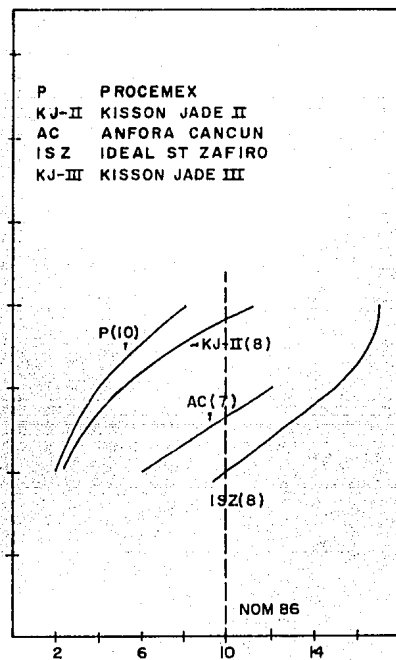
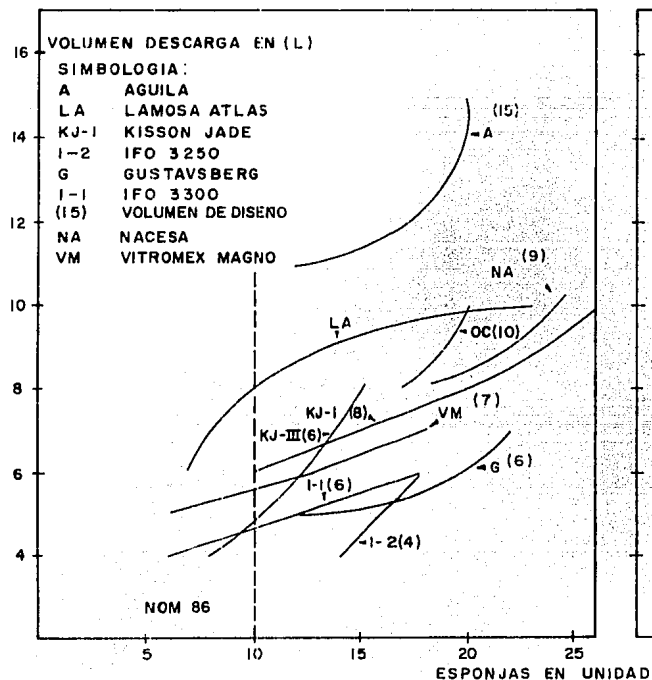
- 1.- VORTICE
- 2.- CASCADA
- 3.- SIFON CHORRO TRAMPA INVERSA

IV.1 CARACTERISTICAS DE LOS MUEBLES DE PRUEBA.

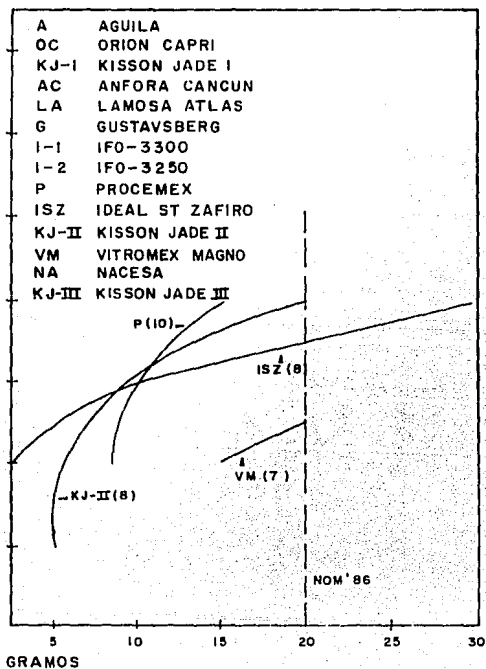
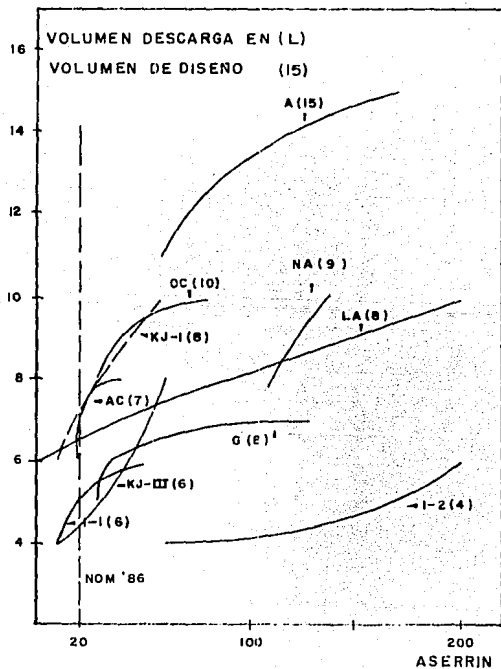
ARRASTRE DE ESPONJAS CON 5 BOLAS DE PAPEL EN FUNCION DE VOLUMEN DE DESCARGA.



### ARRASTRE DE ESPONJAS EN FUNCION DE VOLUMEN DE DESCARGA



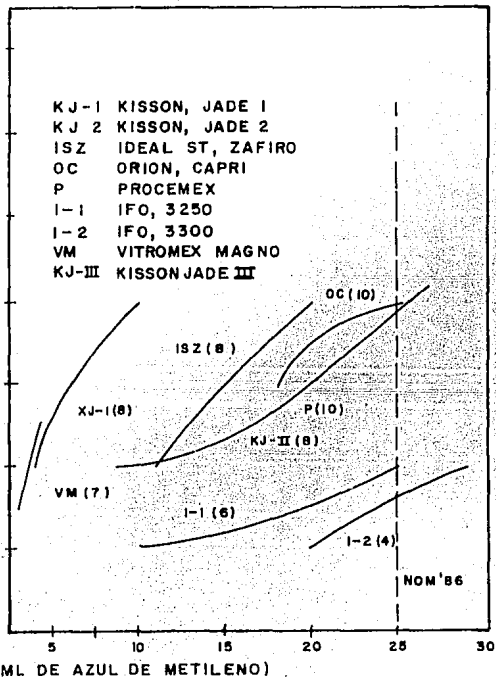
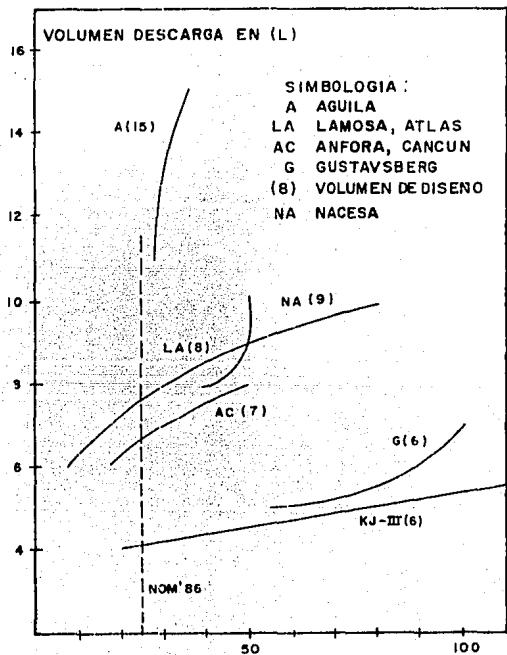
ARRASTRE DE ASERRIN EN FUNCION DE VOLUMEN DE DESCARGA



- A AGUILA
- OC ORION CAPRI
- KJ-I KISSON JADE I
- AC ANFORA CANCUN
- LA LAMOSA ATLAS
- G GUSTAVSBERG
- I-1 IF0-3300
- I-2 IF0-3250
- P PROCEMEX
- ISZ IDEAL ST ZAFIRO
- KJ-II KISSON JADE II
- VM VITROMEX MAGNO
- NA NACESA
- KJ-III KISSON JADE III

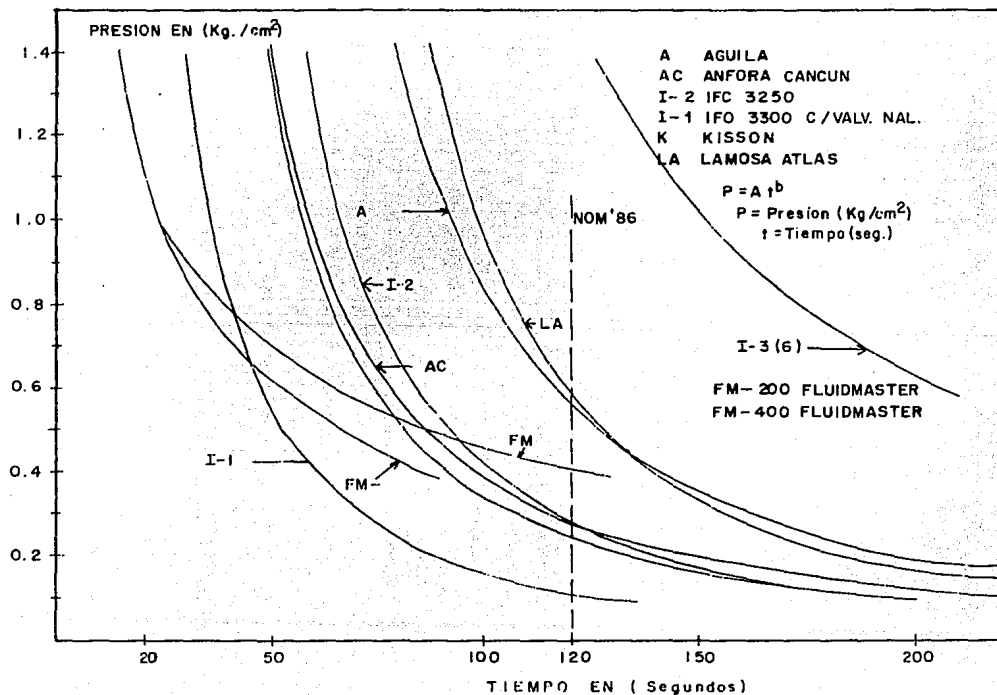


ARRASTRE DE COLORANTE EN FUNCION DE VOLUMEN DE DESCARGA

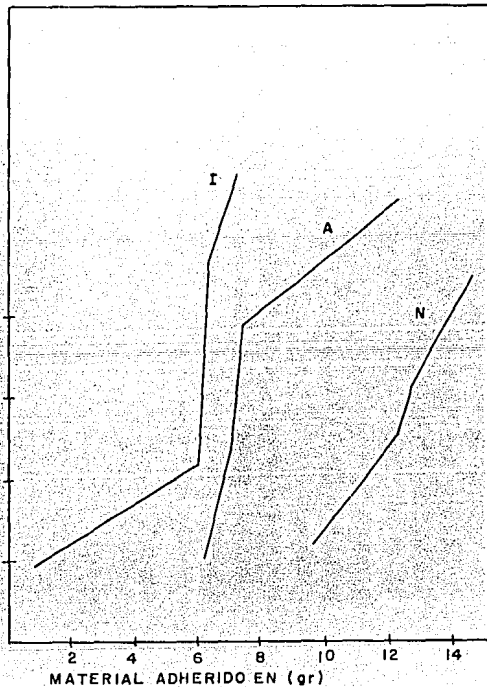
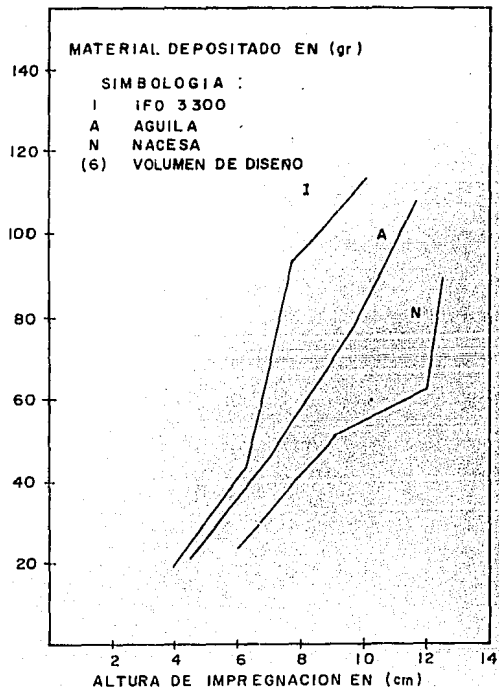


COLORANTE EN (ML DE AZUL DE METILENO)

TIEMPO DE LLENADO DEL TANQUE PARA DIFERENTES PRESIONES



# IMPREGNACION Y ADHERENCIA POR MATERIAL DEPOSITADO



Dentro de la sustitución de muebles, que se esta dando como solución al problema de la demanda de agua en el D.F., también se contempla el reemplazo de las regaderas y llaves ( de jardines, interdomiciliarias, servicios de restaurantes y hoteles, y todas aquellas instalaciones que cuenten con éstas ), por otras que utilicen menos agua pero que den el mismo confort y servicio.

Para el caso de regaderas y llaves no existe ningún reglamento que norme las condiciones de operación, de tal manera - en el mercado se encuentran regaderas que dan de entre 16 a - 45 l/min con condiciones similares de servicio.

Con estos antecedentes en el Laboratorio Experimental de - la D.G.C.O.H., se pensó en los requerimientos que deben de -- cumplir las regaderas para tener un ahorro en el consumo y -- que cumplan con las condiciones de servicio que la gente esta acostumbrada, de esta manera dichos requerimientos son:

- a) Distribución uniforme del cono de agua
- b) Auto limpieza efectiva para cualquier presión, garantizando un volumen constante.
- c) Un diámetro mínimo de 60 cm en el cono de agua, lo anterior se basa en las características antropométricas.
- d) Consumo máximo de 25 l/min, con presión de 2 kg/cm<sup>2</sup>.

Para poder medir los requerimientos anteriores se propusieron las siguientes pruebas:

#### 1.- GASTO - PRESION

- 2.- VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA, PARA DIFERENTES ALTURAS
- 3.- PRESION - AREA MOJADA, PARA DIFERENTES ALTURAS

Estas pruebas consisten en lo siguiente:

#### GASTO - PRESION

En esta prueba se va variando la presión a la cual fluye el agua, desde 0.2 hasta 2 kg/cm<sup>2</sup>, ya que éste es el rango de presiones que se tiene en las instalaciones domiciliarias que cuentan con tinaco, para cada variación de presión se obtiene un gasto, el cual se calcula al medir el volumen descargado en un cierto intervalo de tiempo.

#### VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA

Esta prueba se realiza con la ayuda de un recipiente que esta dividido en celdas de igual tamaño, por lo que el área de cada una es conocida.

El recipiente se coloca a diferentes alturas del nivel de piso, en cada una se hacen variar los volúmenes de descarga ( éstos se conocen con la ayuda de la prueba de GASTOS - PRESIONES ), se cuentan el número de celdas que tuvieron aportación similar y se obtiene el área de distribución.

Si con estos datos se hace un cociente, de volumen entre área (  $V/A$  ), esto representa la cantidad de agua que cae por unidad de área, al cual se le ha llamado densidad de mojado.

Se hicieron las pruebas anteriores a las regaderas de las marcas, AMANDA, URREA Y TLALOC, comparadas con una patrón que se obtuvo mediante un estudio de mercado, el cual llevo a la conclusión que la mas vendida y por lo consiguiente la mas usada es la regadera Marca IDEAL STANDARD, Modelo Mercurio.

CARACTERISTICAS DE LAS REGADERAS PROBADAS.

MARCA	MODELO	FORMA	MATERIAL	hc (cm)	d cm
IDEAL STANDARD	MERCURIO	CONICA	COBRE (CROMADO)	5	6.5
PRONOPLAST	AMANDA	ACAMPANADA	PLASTICO (CROMADO)	3.7	5
URREA	H-100	ACAMPANADA	BRONCE CROMADO Y PLASTICO	5.5	6.2
IDEAL STANDARD	TLALOC	CONICA	BRONCE (CROMADO)	8.4	7

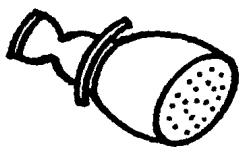
NOTAS:

hc = Altura del cono

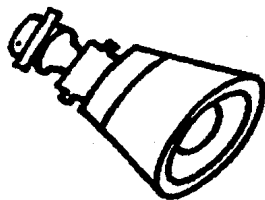
d = Diámetro externo

ESQUEMA DE LAS REGADERAS

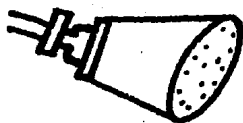
MERCURIO



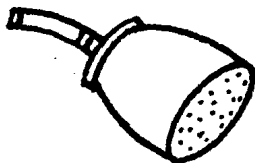
AMANDA



URREA



TLALOC



Los resultados de las pruebas se presentan a continuación mediante curvas y tablas de resumen.

Los datos de Laboratorio de la prueba GASTO - PRESION fueron ajustados a una curva logarítmica de la forma  $Y = A + B \ln X$ , los de las pruebas VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA Y PRESION - AREA MOJADA, se ajustaron a una recta de la forma  $Y = A + BX$ .

En la figura N° 1 se presenta la curva que representa la prueba GASTO - PRESION.

La figura N° 2 presenta la curva obtenida con los datos de la prueba VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA.

Con la figura N° 3 se representan los datos de la prueba PRESION - AREA MOJADA.



**CURVA : GASTO - PRESION**

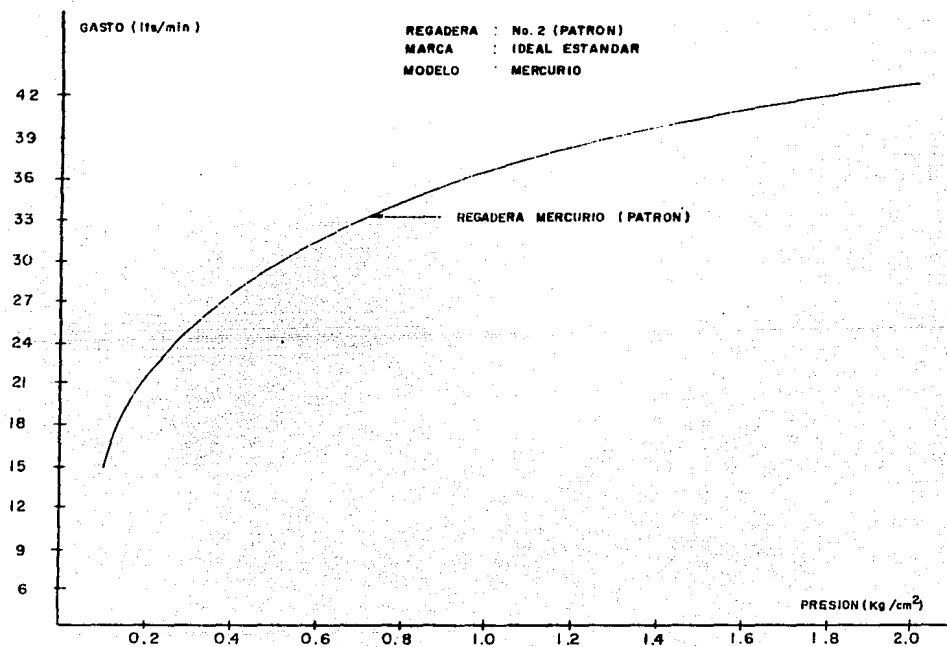


Fig 1

CURVA VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA

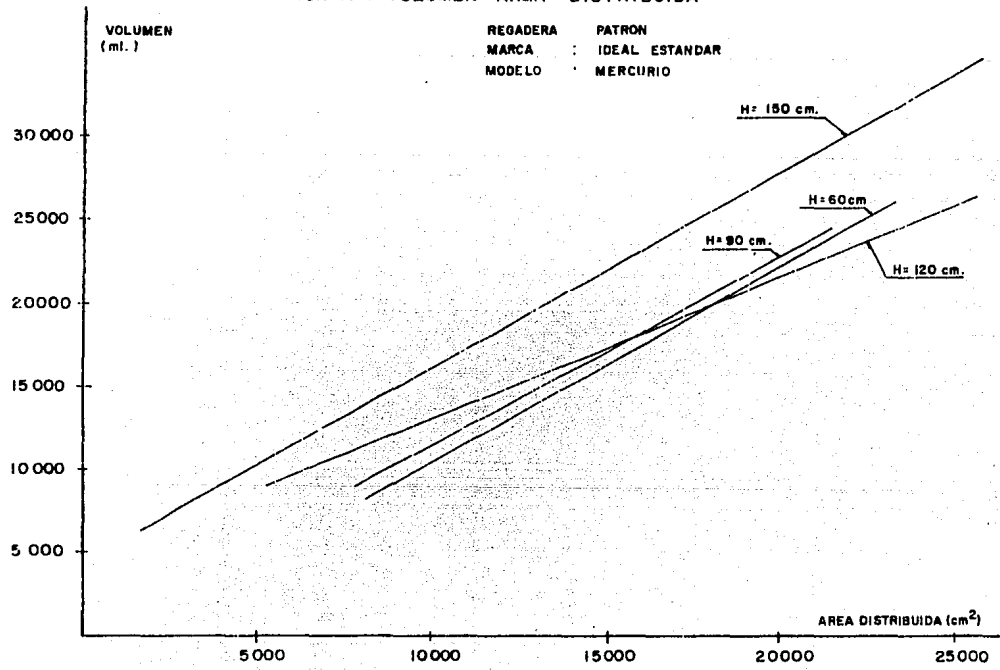


Fig. 2

### CURVA: PRESION - AREA MOJADA

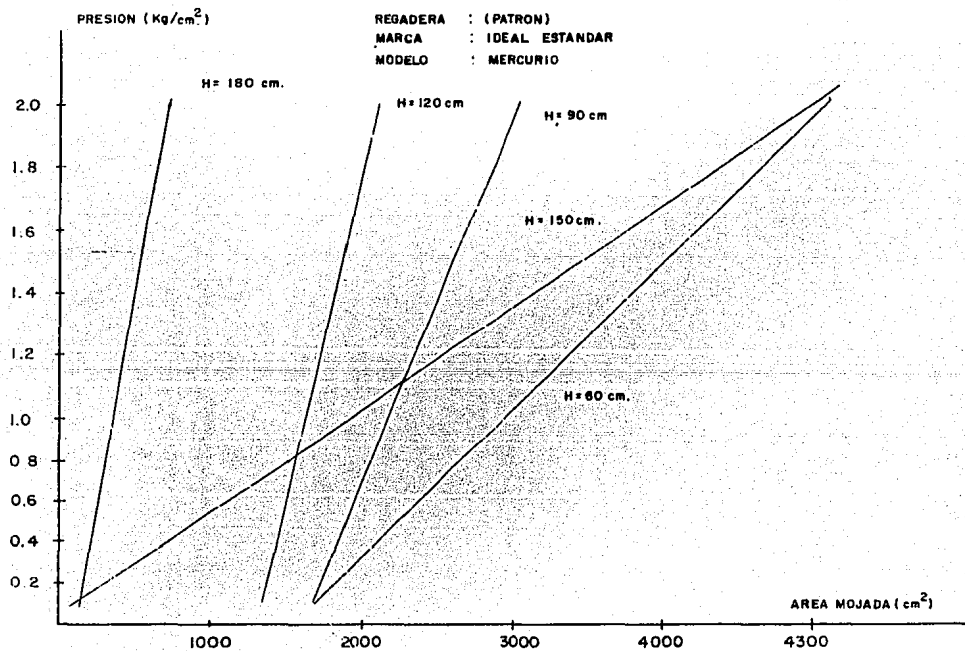


FIG. 3

CURVA: GASTO - PRESION

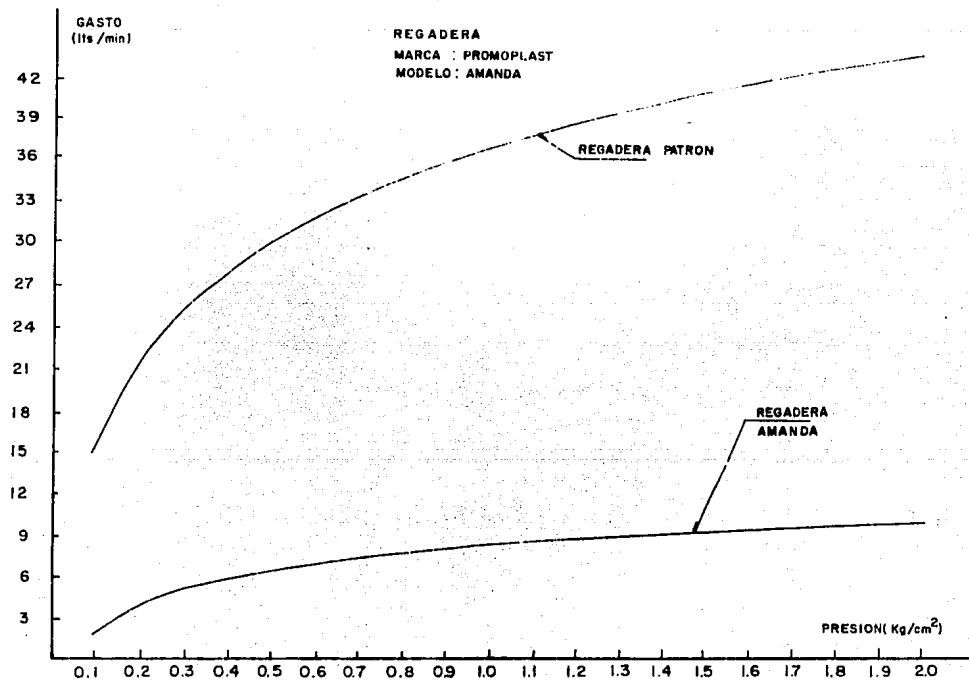


Fig 1

CURVA : VOLUMEN - AREA DISTRIBUIDA

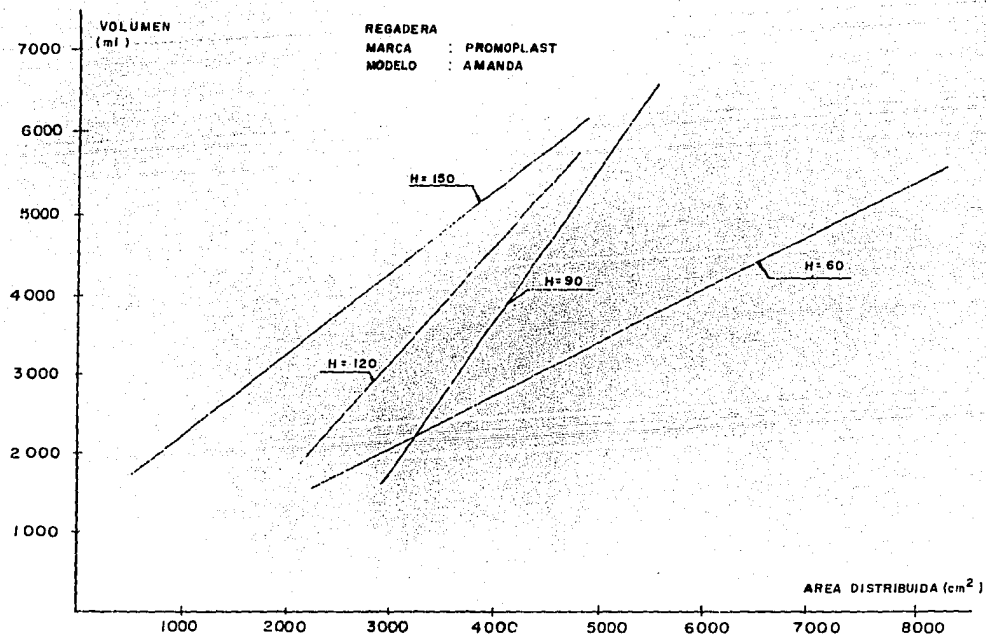


Fig. 2

# CURVA PRESION - AREA MOJADA

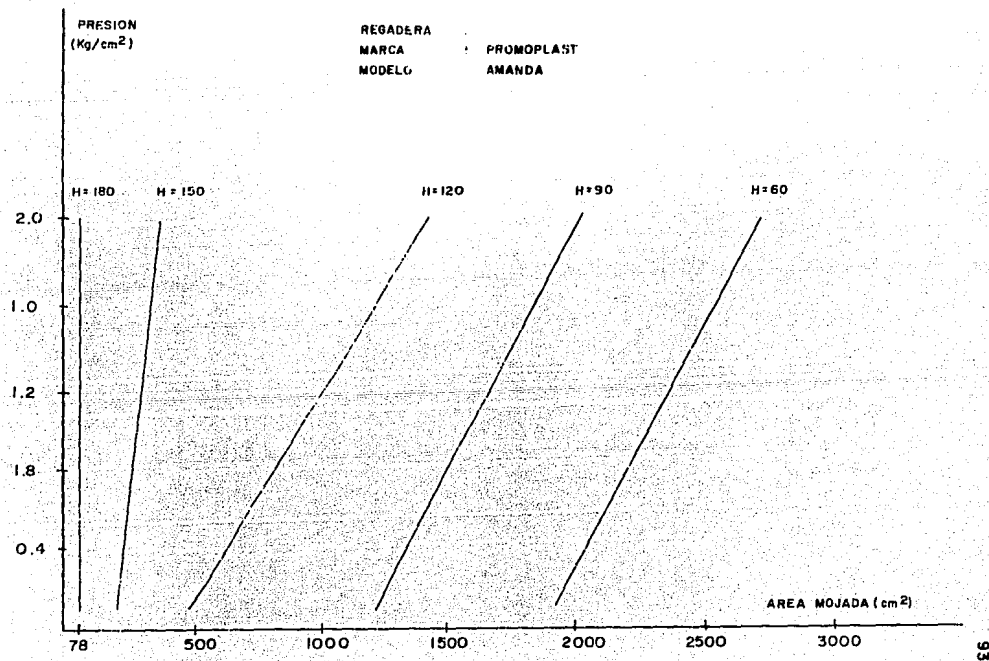


Fig. 3

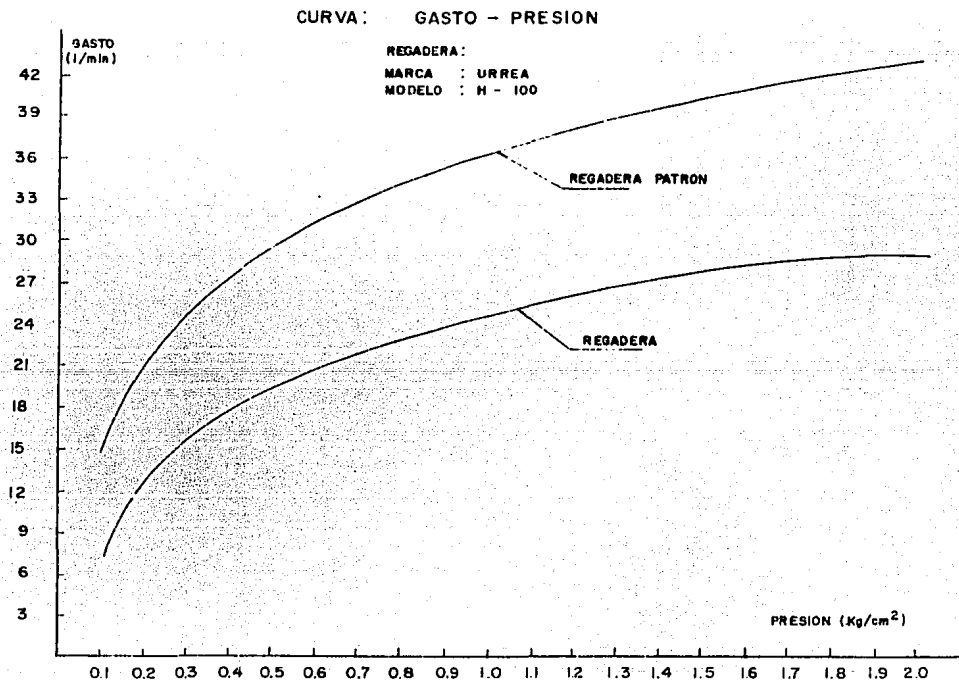


FIG. 1

# CURVA VOLUMEN-AREA DISTRIBUIDA

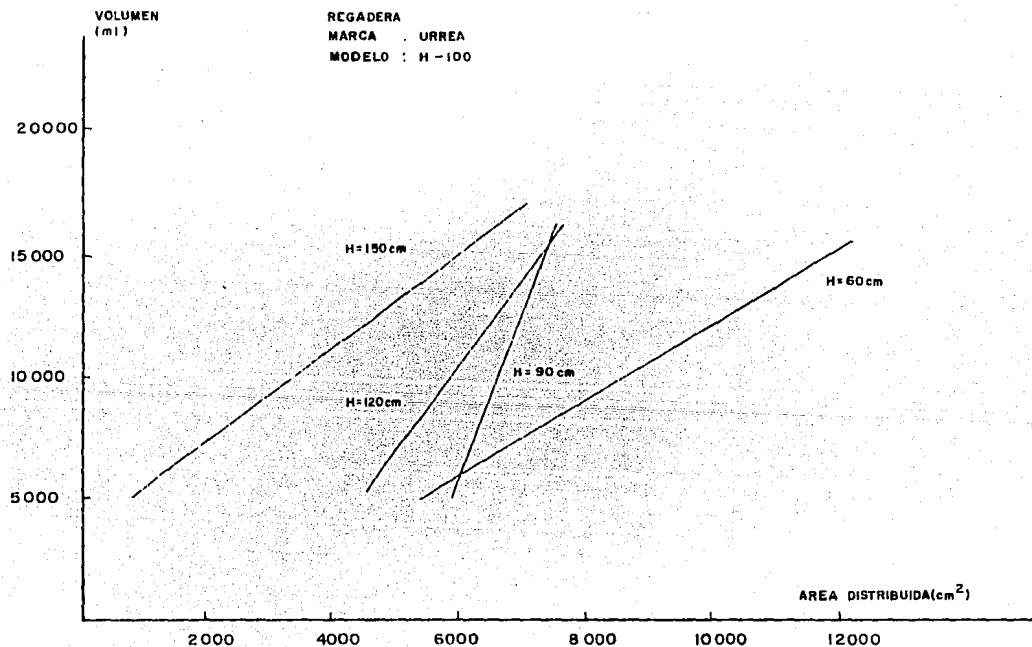


Fig. 2



# CURVA : PRESION — AREA MOJADA

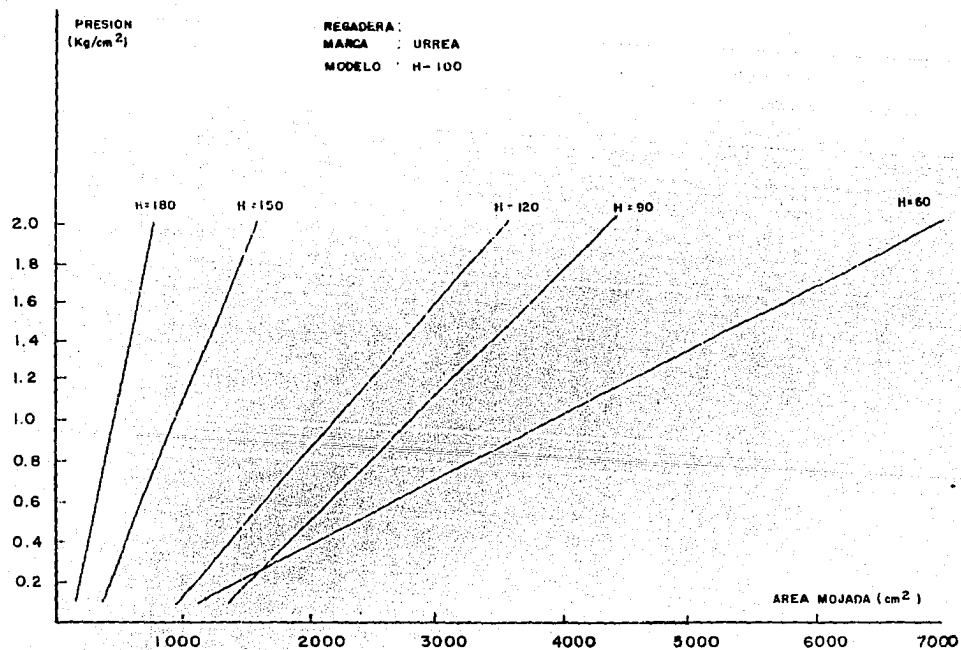


Fig. 3

CURVA: GASTO - PRESION

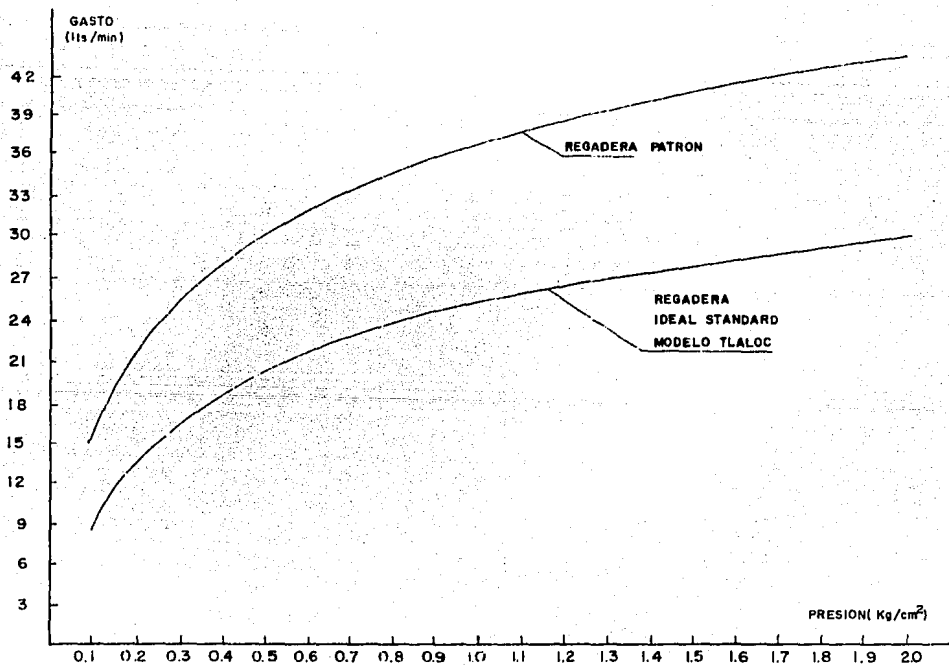


Fig 1

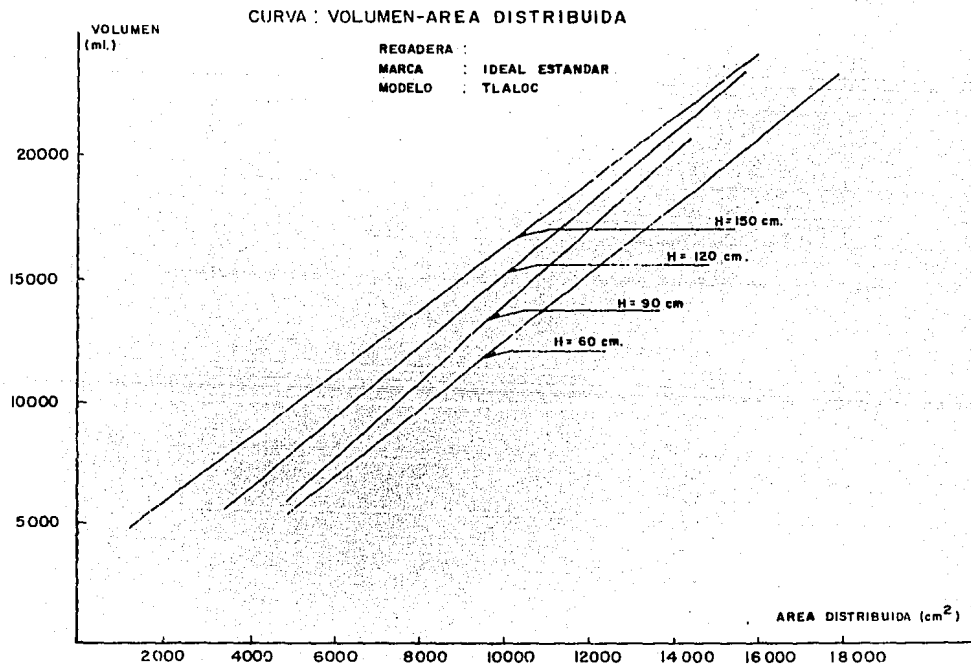


Fig. 2

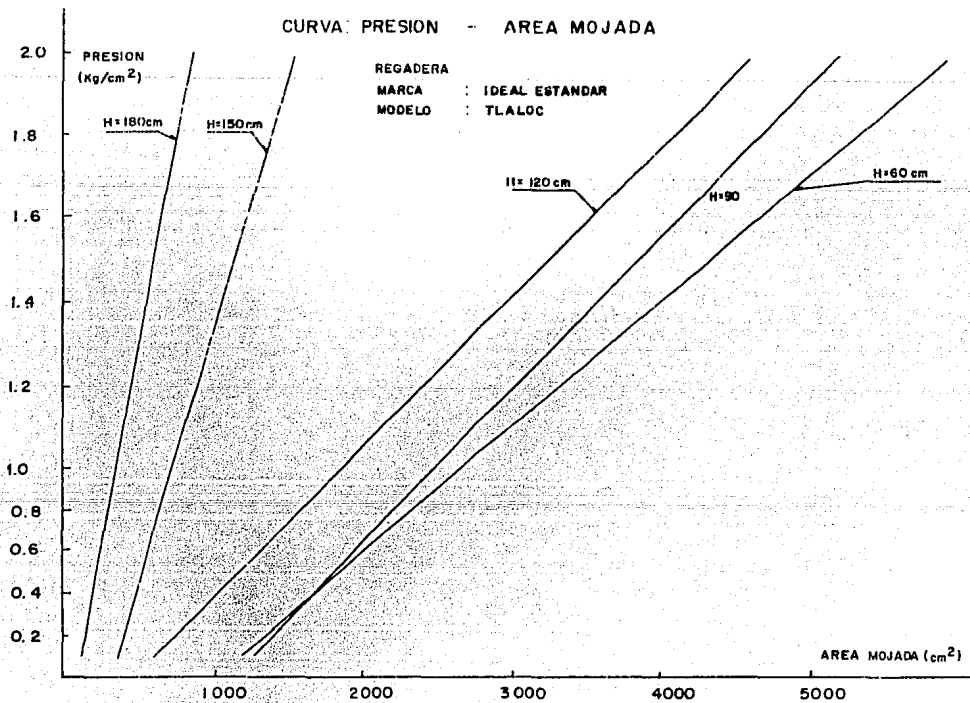


Fig. 3

COMPARACION DE GASTOS

( L/Min )

PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	PATRON	AMANTIA	URREA	TLALOC
0.1	15.09	1.83	7.85	8.88
0.2	21.62	3.73	13.08	13.84
0.3	25.44	4.83	16.14	16.75
0.4	28.15	5.63	18.31	18.80
0.5	30.25	6.24	19.99	20.40
0.6	31.97	6.74	21.373	21.71
0.7	33.42	7.16	22.54	22.81
0.8	34.68	7.53	23.55	23.76
0.9	35.79	7.85	24.43	24.61
1.0	36.78	8.13	25.23	25.36
1.2	38.50	8.64	26.61	26.66
1.4	39.95	9.06	27.77	27.77
1.6	41.21	9.42	28.78	28.73
1.8	42.32	9.75	29.67	29.57
2.0	43.31	10.03	30.46	30.32

PORCENTAJE DE CONSUMO EN REGADERAS,  
CON RELACION A LA REGADERA PATRON.

PRESION Kg/cm2	AMANDA	URREA	TLALOC
0.1	12.13	52.02	58.85
0.2	17.25	60.50	63.72
0.3	18.99	63.44	65.84
0.4	20.00	65.04	66.79
0.5	20.63	66.08	67.44
0.6	21.08	66.84	67.91
0.7	21.42	67.44	68.25
0.8	21.71	67.91	68.51
0.9	21.93	68.26	68.76
1.0	22.10	68.60	68.95
1.2	22.44	69.12	69.25
1.4	22.67	69.51	69.51
1.6	22.86	69.84	69.72
1.8	23.04	70.11	69.87
2.0	23.16	70.33	70.01

RESUMEN DE AREA MOJADA  
 A 0.90 m DEL NIVEL DEL PISO.  
 ( cm<sup>2</sup> )

PRESION	PATRON	AMANDA	URREA	TLALOC
0.1	1056.24	299.87	1211.15	589.83
0.2	1118.25	322.98	1273.79	804.56
0.3	1180.26	366.08	1336.42	1010.30
0.4	1242.26	399.19	1399.06	1216.03
0.5	1304.27	432.29	1461.69	1421.77
0.6	1366.28	465.40	1524.33	1627.50
0.7	1428.29	498.50	1586.96	1833.24
0.8	1490.29	531.61	1649.60	2038.97
0.9	1552.30	564.71	1712.24	2244.71
1.0	1614.31	597.82	1774.87	2450.44
1.2	1738.32	664.03	1900.14	2861.91
1.4	1862.33	730.24	2025.41	3273.38
1.6	1986.36	796.45	2150.58	3684.85
1.8	2110.36	862.66	2275.95	4096.32
2.0	2234.38	928.87	2401.22	4507.79

RESUMEN DE DENSIDAD DE MOJADO  
 A 0.90 m DE ALTURA  
 ( ml/cm<sup>2</sup> )

PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	PATRON	AMANIA	URREA	TLALOC
0.1	5339.29	1676.54	4604.35	3363.75
0.2	6407.14	1877.56	4767.81	4046.25
0.3	7475.0	2078.58	4931.26	4728.75
0.4	8542.86	2279.60	5094.73	5411.25
0.5	9610.71	2480.62	5250.18	6093.75
0.6	10678.57	2681.64	5421.64	6776.25
0.7	11746.43	2882.66	5585.01	7458.75
0.8	12814.29	3083.68	5748.56	8141.25
0.9	13882.14	3284.70	5912.01	8823.75
1.0	14950.0	3485.73	6075.47	9506.25
1.2	17085.714	3887.77	6402.39	10871.25
1.4	19221.43	4289.81	6729.31	12236.2
1.6	21357.143	4691.85	7056.22	13601.2
1.8	23492.86	5093.89	7383.14	14966.2
2.0	25628.57	5495.94	7710.06	16331.2



Con respecto a las llaves para lavabos o fregaderos no se realizaron pruebas, pero el ahorro en estos casos se dá utilizando los accesorios recomendados en el capítulo II, ya que estos evitan el desperdicio por descuido o por costumbre de uso, con el tipo de funcionamiento que tienen.

De acuerdo a las comparaciones que el fabricante ha realizado el ahorro es del 50%.

## " CONCLUSIONES "

En este trabajo se ha tratado de resaltar el problema de abastecimiento de agua potable a las grandes Metrópolis de la República Mexicana y en particular en el D.F. y sus zonas conurbadas.

Es bien cierto que gran parte de los habitantes de las grandes urbes no están concientes o no saben de los costos reales de este servicio, por lo que no se preocupan en hacer un uso racional y adecuado del vital líquido.

Como se a expuesto en los antecedentes, los problemas vienen desde la mala distribución de la población en relación a las zonas con alto potencial de agua aprovechable, si aunado a esto se presentan las condiciones de uso ya expuestas, el problema de abastecimiento es entonces alarmante.

El uso irracional e inadecuado del agua se presenta de diferente manera en los distintos consumidores, en las industrias algunos procesos no requieren agua potable, sin embargo la utilizan siendo que podrían usar agua tratada; el riego de parques y jardines también puede hacerse con agua tratada; en los usos domésticos y en todas aquellos lugares que tengan instalaciones similares se tienen muebles y accesorios que utilizan volúmenes muy altos para dar el servicio para el cual estan destinados, en este caso se tiene tecnología avanzada mediante la cual se han diseñado muebles y accesorios que cumplen con las mismas condiciones de servicio pero que utilizan menor cantidad de agua.

El proposito principal de esta tesis es demostrar que la sustitución de los muebles y accesorios de uso doméstico y -

similares existentes por otros de bajo consumo es justificable desde el punto de vista de funcionalidad económica, porcentajes de ahorro y factibilidad para llevar a cabo el remplazo en las instalaciones de estos.

Porcentajes de ahorro; estos se dan en el capítulo III y con ellos se hace el análisis económico, el caudal que se deje de usar por disminución de la demanda podría aumentar la población con servicio, pero debe tomarse en cuenta que las fuentes de extracción son no renovables por lo que se van agotando, por lo tanto la disminución mencionada anteriormente deberá aprovecharse como una compensación de la pérdida de rendimiento de las fuentes actuales, esta disminución de caudales se estima en  $1 \text{ m}^3/\text{año}$ . Por lo que el proyecto de sustitución no implica exactamente un paro total en la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, sino que reduce en forma importante los caudales demandados.

Por lo que respecta al análisis económico se pudo ver que comparando el costo del agua que se dejaría de demandar contra el costo del proyecto de sustitución, se obtiene que dicho proyecto es rentable.

La funcionalidad de los muebles y accesorios se pudo comprobar mediante las pruebas expuestas en el capítulo IV.

Independientemente de las pruebas antes mencionadas se recomienda hacer pruebas pilotos en diferentes puntos de la ciudad, esto para tener la posibilidad de hacer un análisis de acuerdo a las condiciones reales de trabajo. Para las pruebas pueden utilizarse conjuntos habitacionales nuevos en los cuales deberá llevar un estricto control de las mediciones de consumo y compararlas con un conjunto habitacional que tenga

instalaciones tradicionales al cual se le haya medido los consumos de la misma manera y en el mismo tiempo que al de prueba. Sería de mucha utilidad hacer las instalaciones de tal forma que después de un cierto tiempo de prueba se pudiera -- verificar su estado con esto se tendría una completa seguridad de que el proyecto funcionará perfectamente.

En cuanto a la factibilidad de instalación no se tiene -- ningún problema ya que los muebles y accesorios están diseñados de tal forma que se adaptan al tipo de instalaciones que se tienen comunmente.

Con lo expuesto en este trabajo se puede decir que; se debe tratar de llevar a cabo este proyecto ya que se ha podido demostrar que es justificable y factible, y debe tomarse en cuenta que independientemente de los factores analizados existen otros como lo son la falta de capacidad en el sistema de drenaje de la ciudad, la inflación económica en que vive el país lo cual provoca el encarecimiento del servicio, los problemas de hundimientos que se tienen en la ciudad por la explotación del acuífero, la reducción del rendimiento y calidad por sobre explotación de las fuentes.

Ahora bien es importante tomar en cuenta para la sustitución de los muebles y accesorios el aspecto social, ya que no será fácil que todas las personas permitan que una brigada de trabajo entre en su hogar y menos a un lugar tan privado como lo es el baño, por esto habrá que hacer campañas de concientización en las cuales se explique el problema y su solución -- aparte habrá que dar incentivos que motiven al usuario como -- podría ser la reducción de sus cuotas bimestrales, que el mayor porcentaje del costo del mueble y su instalación la pague el Gobierno y que la parte que le toque pagar al usuario le -

sea diferido en sus cobros bimestrales. El aspecto de la tarifa es importante que se maneje dentro de los incentivos, -- ésto se puede hacer realizando un estudio para determinar las demandas necesarias y las superfluas, porque como se dijo en el capitulo III. las demandas varían en función del nivel socioeconómico, por lo que al realizar dicho estudio se pueden establecer tarifas congruentes con las demandas y dar un costo mas elevado a la cantidad de agua que rebase ésta, ya que se estaría entrando al consumo innecesario. en la actualidad este servicio es subsidiado por tal razón el consumidor no -- conoce de su alto costo. Algo muy importante en la sustitución de los W.C., es el aspecto estético, ya que habrán baños con decoraciones especiales y lujosas en las cuales el color y el material del nuevo mueble será un factor decisivo para -- que el usuario permita su reemplazo, por lo que deberá de --- cuidarse este detalle ya que de no ser así se tendrán grandes problemas sociales.

Para finalizar diremos que aún cuando el programa de sustitución tuviera el mismo costo que el programa de agua en -- bloque. éste seguiría siendo justificable si se toman en cuenta los conflictos sociales y políticos en que se incurre al -- importar el líquido desde otras cuencas, y aunado a ésto la -- alteración y deterioro del ecosistema existente en las cuencas en explotación que trae como consecuencia la transformación de la flora y la fauna, factores que no tienen valor --- monetario. sino que son parte de una forma de vida necesaria para preservar la calidad de vida de la especie humana.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- S. Orteg Gil; Disponibilidad del agua superficial. Documentación del Plan Nacional Hidráulico NS. CPNH SAM SARH, 1976.
- 2.- Secretaría de Recursos Humanos, Plan Nacional Hidráulico, GPH, 1975.
- 3.- Departamento del Distrito Federal, Estudios de los usos del agua, DESISA para la D.G.C.O.H. 1981 y 1983.
- 4.- Comisión del Plan Nacional Hidráulico, Inventario Regional de Aguas Subterráneas, Documentación de la CPNH N. 19 SARH, 1978.
- 5.- Ray K. Linsley, Joseph B. Franzini, Ingeniería de los Recursos Hidráulicos, Ing. Agro. Guillermo A. Fernández de Lara. 1ra. Edición en Español 1984, México CECSA, 1984 -- pp. 788.