

20
2 ej-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

REGADERA AHORRADORA DE AGUA PARA
EL SECTOR DOMESTICO EN EL D. F.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
MARTINEZ MEDINA MARIO
MEJIA VICENTES PASCUAL
MILAN GARCIA OSCAR



DIRECTOR DE TESIS: ING. ADRIAN VALERA NEGRETE

MEXICO, D. F.

1999.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

273820



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.

De Oscar:

A Dios, a mi Padre y Madre:

Porque su recuerdo me hace caminar y superarme todos los días.

A Dios

Por darme luz, inteligencia, valor y coraje para encontrar siempre el camino del amor y la verdad

A mis Padres.

Adrián Milán L. y María Teresa García, porque siempre compartieron los buenos y malos momentos, me ayudaron y apoyaron siempre.

A mis hermanos:

Por alentarme siempre con su apoyo y cariño.

A mi familia en general:

Porque sin ella hubiera sido imposible llegar al final del camino.

De Pascual:

A mis padres:

María Vícentes y Agustín Mejía por su ejemplo de superación y trabajo.

A mis hermanos:

Por su apoyo recibido.

De Mario:

A Dios

Por haberme dado la sabiduría, paciencia, valor, coraje y la luz que me ilumino para seguir adelante con mis estudios

A mis Padres

Maura Medina y Dario Martinez I. que ellos solamente saben el esfuerzo que me ha costado terminar mis estudios y que siempre me guiaron desde niño a superarme como persona y estudiante, gracias por su amor y comprensión, que siempre me tuvieron confianza para concluir con mis estudios

A mis hermanos:

Que incondicionalmente me apoyaron en lo moral y que siempre creyeron en mi, gracias por sus consejos que siempre siguiera adelante que si por algún motivo me tropezara que me levantara y siguiera caminando.

A mis sobrinos

Espero que sea un ejemplo para ellos ya que es un camino muy largo que recorrer y con muchos tropiezos, pero al final del camino se llega con mucha satisfacción

AGRADECIMIENTOS ACADEMICOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por habernos dado la oportunidad de formarnos en sus aulas

A los profesores de la Facultad de Ingeniería

Por sus conocimientos y experiencia que contribuyeron a nuestra formación profesional

Al Ing. Adrián Valera Negrete

Por su apoyo y dirección para la elaboración de este trabajo

A la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y Comisión Nacional del Agua (CNA)

Por su aportación para la elaboración de este trabajo

A mis compañeros:

Por su tenacidad, esfuerzo y conocimientos en la elaboración de esta tesis.

TEMA:

*REGADERA AHORRADORA DE AGUA PARA
EL SECTOR DOMESTICO EN EL D.F.*

OBJETIVO:

*DISEÑAR, FABRICAR Y OBTENER SU EVALUACION ENERGETICA Y
ECONOMICA (AHORRO DE AGUA, GAS L.P Y ENERGIA ELECTRICA), A DOS
REGADERAS AHORRADORAS PARA USO EN BAJA Y ALTA PRESION
RESPECTIVAMENTE EN EL SECTOR DOMESTICO EN EL D.F.*

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	9
TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE REGADERAS	9
1 1 Selección y pruebas aplicadas a las regaderas.	9
1 1 1 Conceptos utilizados para verificar el cumplimiento del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994.	9
1 1 2 Regaderas consideradas para la selección de las regaderas ahorradoras.	10
1 1 3 Pruebas aplicadas a las regaderas	20
1 1 4 Resultados de pruebas aplicados a regaderas comerciales .	21
1 2 Verificación en el laboratorio de regaderas comerciales.	23
1 2 1 Pruebas consideradas en la verificación.	23
1 2 2 Resultados de la verificación.	24
1 2 3 Conclusiones de la verificación	24
Conclusiones	
CAPITULO 2	26
MARCO TEORICO PARA EL DISEÑO DE LAS REGADERAS PROTOTIPO	26
2 1 Ecuacion de la energía.	26
2 2 Flujo en tuberías.	28
2 3 Perdidas menores (o pérdidas en accesorios).	29
2 4 Eficiencia de un calentador de agua	30
CAPITULO 3	31
DISEÑO Y FABRICACION DE DOS REGADERAS AHORRADORAS	31
3 1 Requerimientos generales	31
3 2 Especificaciones de diseño	31
3 3 Diseño conceptual.	33
3 3 1 Componentes de regaderas comerciales.	33
3 4 Propuesta para el diseño conceptual de las regaderas ahorradoras.	36
3 5 Diseño de detalle y fabricación de una regadera ahorradora.	37
3 5 1 Pieza de prueba	39
3 5 2 Diseño de prototipo.	39
3 6 Comparación de las regaderas ahorradoras	49
3 7 Planos de fabricación de regaderas prototipo y ensamble.	51

CAPITULO 4	58
PRUEBAS Y RESULTADOS	58
4 1	Pruebas de funcionalidad 58
4 2	Piezas de prueba 58
4 2 1	Pérdidas de carga (piezas de pruebas) 61
4 3	Pruebas a las regaderas prototipo 63
4 3 1.1	Pruebas a la regadera prototipo (baja presión) 64
4.3 1 2	Pérdidas de carga (prototipo baja presión) 66
4.3 2 1	Pruebas a la regadera prototipo (alta presión) 67
4 3 2 2	Pérdidas de carga (prototipo alta presión) 69
4 4	Comentarios de resultados de regaderas prototipo 70
4 5	Cartas de certificación de las regaderas prototipo 70
CAPITULO 5	75
EVALUACIÓN DEL AHORRO DE AGUA,GAS LP Y ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PROTOTIPO PROPUESTO CONTRA LAS REGADERAS EXISTENTES EN VIVIENDAS DEL DISTRITO FEDERAL	75
5 1	Consideraciones 75
5 2	Estudio de consumos y costos de agua gas L P y kWh 76
5 2 1	Usuario 76
5 2 1 1	Ahorro en consumos de agua, gas L P y kWh 76
5 2 1 2	Ahorro en costos por consumos de agua, gas L P y kWh 79
5 2 2	Gobierno Distrito Federal 83
5 2 2 1	Ahorro en consumo de agua, gas L P y kWh 83
5 2 2 2	Ahorro en costos por consumo de agua, gas L P y kWh 84
5 3	Evaluación económica del proyecto de ahorro de energía y agua 85
5 3 1	Ahorro de energía y agua 85
5 3 2	Consideraciones 85
5 3 3	Análisis beneficio / costo 85
5 3 4	Periodo de recuperación del capital invertido 86
5 3 5	Evaluación económica del proyecto de ahorro de energía 87
5 3 5 1	Evaluación económica para el usuario 87
5 3 5 2	Evaluación económica para el gobierno del Distrito Federal 88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
FUENTES INFORMATIVAS	91
BIBLIOGRAFÍA	92
APÉNDICES	
A. Proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994	93
B Fotografías de regaderas prototipo y laboratorio experimental (DGCOH)	117

INTRODUCCION

Desde los inicios de la humanidad, el agua ha tenido un papel muy importante para la conservación de la vida y siempre ha contribuido para el desarrollo del hombre, es por estas dos razones principales que el agua es esencial para la supervivencia.

En el pasado, se pensaba que el vital líquido era inagotable ya que 3/4 partes de la Tierra estaban formadas por agua, sin embargo, en la actualidad sabemos que este pensamiento es equivocado porque no toda el agua que existe en nuestro planeta, es utilizable para el consumo humano

Es muy importante tener conciencia de la distribución del agua sobre la Tierra. La información más actualizada sobre su distribución muestra lo grave del problema, se conoce que el 97.2% del agua es de mar y solamente el 2.8% del agua es apropiada para consumo humano, misma que hay que cuidarla ya que es mínima la proporción que se tiene y la cual es vital para la conservación de la vida*

Es una gran fortuna que en la actualidad se cuente con este líquido tan vital para la vida. Sin embargo, es obvio que estamos ante la oportunidad de enfrentarnos a uno de los retos más grandes, que es de lograr conservar el agua para satisfacer las necesidades del ser humano.

También, el ritmo acelerado de crecimiento demográfico, ha repercutido directamente en el desabasto del agua por el incremento de consumo de la misma, de ahí la importancia que tiene que sea del conocimiento de todos los habitantes del país lo grave de la situación, y considerar lo primordial que es aplicar las medidas estratégicas y más eficaces que sean factibles a corto y mediano plazo que resuelvan radicalmente el derroche del preciado líquido e insistir en las campañas del buen uso del recurso natural y la implementación de altas tecnologías que garanticen el ahorro del agua y cumplan con las características principales que se requieran en cada actividad

Actualmente, existe en el mundo un grave problema, el cual requiere de soluciones inmediatas y radicales en la que tenemos que participar todos los seres humanos, ya que el preciado líquido se nos está agotado aceleradamente y esto se debe al consumo irracional y gran desperdicio que le hemos dado al agua, aunque sabemos que millones de seres humanos, animales y plantas sufren seriamente por la falta de la misma

De continuar las tendencias actuales de uso y manejo del agua potable, caracterizada por el desperdicio y la contaminación, en corto plazo, los capitalinos podríamos enfrentar una problemática de graves consecuencias agotamiento de las fuentes internas y externas que surten al Distrito Federal y pérdida gradual de las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca de la Zona Metropolitana del Valle de México, incremento de los hundimientos de suelo y daños a la infraestructura hidráulica y a las construcciones, pérdida del líquido y por consecuencia, la desertificación de las cuencas hidrológicas

*Ver fuentes informativas

Se presentarán también severas amenazas a la supervivencia de fauna y flora silvestre, así como destrucción y cambios de uso de suelo en los bosques circundantes al Distrito Federal, así como de conflictos interestatales y municipales por el abasto y suministro del líquido. Además, la contaminación orgánica e inorgánica del agua representa graves riesgos para la salud pública de los capitalinos.

A lo anterior habría que agregar el incremento de fugas y derroche de agua, así como el insuficiente mantenimiento de la red de distribución. Otro problema que debe enfrentarse adecuadamente es la disminución de los sistemas de tratamiento para el uso y reciclaje del agua domiciliar, comercial e industrial, además de la carencia de instrumentos jurídicos suficientes que promuevan el control del uso y manejo del líquido.

Uno de los problemas que ya enfrentamos los capitalinos, es el de los índices crecientes de enfermedades gastrointestinales por la mala calidad del agua y la alarmante disminución de áreas verdes de uso público, además de los riesgos por hundimiento que representa la disminución del abastecimiento de los mantos freáticos, que contienen alto grado de contaminación.

En la zona metropolitana de la ciudad de México, localizada en un valle cerrado a 2,306 metros sobre el nivel del mar, habitan 16 millones de personas*. De éstas, aproximadamente 8.5 millones residen en el Distrito Federal.

El caudal de agua que se suministra a la ciudad de México es de aproximadamente 62 m³/s, de los cuales 35 se consumen por el Distrito Federal y 27 por la zona conurbada perteneciente al Estado de México*.

Del caudal de 62 m³/s, dos terceras partes se obtienen mediante pozos, de los mantos acuíferos del Valle sobre los que está asentada nuestra ciudad y la tercera parte restante se trae por medio de grandes acueductos desde el acuífero del Valle de Lerma, a 60 km de la ciudad de México, y desde el sistema de aguas superficiales, denominado Cutzamala a 127 km (Tabla I.1).

Cuenca del Valle de México			Fuentes Importantes		Total
Campos de pozos	Río Magdalena	Manantiales y arroyos	Río Cutzamala	Campos de pozos del Lerma	
22.7	0.2	0.5	7.6	4.3	35.3

Tabla I.1 Origen y cantidad del agua en bloque proporcionada a las áreas de servicio del D.F. en metros cúbicos por segundo*.

El agua que llega a la ciudad se potabiliza y se almacena, para distribuirse después a los hogares, comercios e industrias a través de tuberías que forman la red de distribución del D.F.

* Datos de fuentes alternativas.

En el Distrito Federal se consumen actualmente 35 m³/s de agua, este gasto volumétrico diario dividido entre los habitantes del Distrito Federal, da un total de 360 litros diarios por persona*. Aunque hay marcadas diferencias de una zona de la ciudad a otra, este gasto es excesivo. Otras ciudades que manejan eficientemente su agua, satisfacen sus necesidades cotidianas con 200 litros diarios por persona.

Considerando el consumo que requerimos, está resultando cada vez más difícil satisfacer nuestras necesidades y prácticamente sucede lo mismo en el resto del país. Esta situación se debe a que se han estado explotando los mantos acuíferos a un ritmo más acelerado que el tiempo que se necesita para su recarga.

El acuífero del Valle de México se recarga anualmente con 728 millones de m³ de agua de lluvia (23.4 m³/s); es decir, recibe el equivalente a una y media veces el agua contenida en la presa de Valle de Bravo (485 millones de m³ de agua al año, esto es, 15.6 m³/s). Sin embargo se le extraen 1,455 millones de m³ de agua al año (46.7 m³/s), o sea, el equivalente a tres presas de Valle de Bravo*. Al acuífero se le extrae cada año más agua que la que capta de las lluvias.

En la ciudad de México se debe consumir menos agua con el fin de evitar el riesgo de agotar definitivamente su fuente principal de abastecimiento. Además del acuífero del Valle de México y de las cuencas del Cutzamala y Lerma, no existen otras fuentes de suministro de agua a costos razonables.

Lo planteado anteriormente debe ser motivo de gran atención, ya que esta situación obliga al Gobierno Federal a buscar fuentes más alejadas de abastecimiento, para continuar con el suministro de agua potable para todo el territorio Nacional, lo que implica realizar una gran inversión en infraestructura hidráulica y energética.

Un paso importante y que contribuirá en parte a la solución, son las campañas de publicidad enfocadas para el ahorro del agua, así como la instalación de los nuevos medidores electrónicos en casas habitación, para pagar de acuerdo al consumo.

El análisis de la distribución y utilización del agua*, indica que en una casa habitación, los consumos de agua potable en promedio se dividen por actividades.

Lavadora de ropa	13%
Fregadero y lavabo	10%
Inodoros	40%
Regadera	37%

Asimismo indica que el área de mayor consumo son las casas habitación que utilizan el 65% del total del agua que se distribuye, después es la industria 17%, el comercio y los servicios 16%.

*Ver Fig. 5.10 y 5.11.

También con el cambio de los componentes hidráulicos que se utilizan diariamente, como son las regaderas, inodoros, lavabos y fregaderos, si se sustituyen por los de menor consumo, se podrán ahorrar agua hasta un 63 % y así apoyar a las familias mexicanas para mejorar su bienestar.

El Gobierno Federal ya ha dado el primer paso del Programa, sustituyendo los inodoros "antiguos" que utilizaban entre 16 y 20 Lt por descarga por los nuevos de 6 Lt, este renglón representa el 62.5 % de ahorro.

En lo referente a las regaderas se han hecho algunos avances, donde se puede obtener un ahorro de hasta un 72 %. La Comisión Nacional del Agua (CNA), organismo correspondiente y responsable del suministro y consumo del agua, a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se dedicaron a llevar a cabo investigación y desarrollo tecnológico al respecto. En 1994 se publica en el Diario Oficial el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo corporal, dirigida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SCFI) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), pero los fabricantes de regaderas pidieron una prórroga para que no entrara en vigor. A finales de 1997 se revisa el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, pero ahora dirigido por la Comisión Nacional del Agua, y se renombra como proyecto de norma NOM-008-CNA-1997 que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo corporal, para entrar en vigor en 1999, la cual no se ha publicado en el diario oficial, y por lo tanto no está vigente.

Es importante tomar en cuenta que, aunado al problema del consumo excesivo del agua, objetivo principal a tratar en esta tesis, existe otro de igual magnitud como es la Contaminación Ambiental generada por los calentadores de agua, misma que cada vez es más peligrosa para el Ecosistema ya que arrojan gases tóxicos, como óxidos de nitrógeno, dióxidos de carbón, etc., que afectan considerablemente la salud de los mexicanos.

Con las medidas que proponemos en este estudio, además de disminuir el gran consumo y desperdicio del Agua, se contribuirá a disminuir el consumo de combustible gas L.P. en el calentador de agua lo que implica una menor contaminación ambiental, y la disminución del consumo de energía eléctrica por un menor bombeo de agua (kWh), dependiendo si el bombeo es municipal o por casa-habitación.

Tomando en cuenta estos problemas proponemos realizar esta tesis enfocada a diseñar dos regaderas ahorradoras de agua, una de baja presión y otra de alta presión, según la clasificación del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, para uso en el sector doméstico en el D.F. (ver tabla 1.2)

TIPO	PRESION	RANGO DE TRABAJO (kg/cm ²)
I	BAJA	0.2 a 1.0
II	ALTA	1.0 a 3.0

Tabla 1.2 Clasificación de las regaderas dependiendo su presión de trabajo, según lo establecido en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994

Para medir que presión se tiene en un sistema hidrostático (tabla 1.2), se tiene que medir la distancia existente desde la superficie de agua del tinaco, hasta la salida de la misma en la regadera (ver figura 1)

Utilizando la ley hidrostática de variación de presión, que frecuentemente se escribe en la forma

$$P = \gamma h \quad \dots \text{ecuación 1}$$

en la cual h se mide verticalmente hacia abajo de una superficie líquida libre (superficie de agua en el tinaco) y P es el aumento de presión referida a aquella en la superficie libre (ver figura 1)

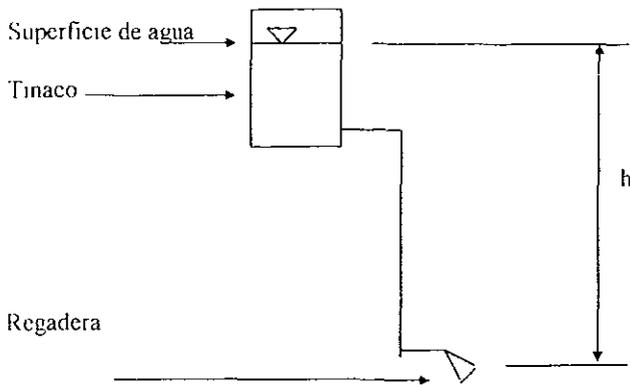


Figura 1 Descripción de la altura h de la ley hidrostática de variación de presión

Por lo tanto, $P = 0.1 \text{ kgf/cm}^2$, para 1 m de edificación (ver tabla 1.3)

Un edificio de 12 m, tendrá 1.2 kgf/cm^2 , esto significa que es presión tipo II, presión alta que va de 1.0 a 3.0 kgf/cm^2 , esta presión va desde el tinaco localizado en la azotea del edificio (si cuenta con uno) hasta el departamento localizado en la parte baja, y va disminuyendo conforme los departamentos se van acercando al tinaco

Esto significa que los departamentos que se encuentren más cerca del tinaco utilizarán una regadera de baja presión, y los que se encuentren más alejados al tinaco utilizarán una regadera de alta presión, conforme a lo establecido en la tabla I 2 (ver tabla I 3). Si no se cuenta con un tinaco, regularmente se utiliza una bomba de agua, ya sea en la misma edificación o un sistema de bombeo municipal (por zonas) en estos casos la presión se mide con un manómetro y se recomienda utilizar los rangos de presión anteriormente mencionados

Esta tesis cuenta con los siguientes capítulos

En el capítulo 1 se habla de los tipos y características de regaderas de agua. Se consideraron los estudios realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH). Estas Instituciones realizaron estudios a más de 150 regaderas de agua existentes en el mercado considerando las especificaciones y métodos de pruebas del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, con la finalidad de conocer sus tipos y características y determinar si eran ahorradoras o no. Basándose en los resultados de este estudio se seleccionaron 14 modelos de 5 marcas diferentes, esta selección fue sobre la base de que estas regaderas eran las más comerciales y las más aceptadas en el mercado, debido a su funcionalidad, a su diseño, mejor acabado y confort para el usuario.

A estos 14 modelos se les aplicó nuevamente el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, pero ahora con el objetivo de identificar las que cumplieran como regadera ahorradora de agua y seleccionar la mejor de todas.

En el capítulo 2, se menciona el marco teórico para el diseño de las regaderas ahorradoras prototipo

En el capítulo 3, se presenta el diseño y la construcción de dos tipos de regaderas ahorradoras de agua, una para que funcione con baja presión (0.2 a 1.0 kg/cm^2) y la otra para que funcione con alta presión (1.0 a 3.0 kg/cm^2), además de que cumplan como regaderas ahorradoras de agua, apegadas al proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994.

PRESIÓN BAJA			PRESIÓN ALTA		
Edificación en [m]	Presión [Kg/cm ²]	Equivalente Pisos de edificación (2.4 m/ piso)	Edificación en [m]	Presión [Kg/cm ²]	Equivalente Pisos de edificación (2.4 m/ piso)
1	0.1		10	1.0	
2	0.2		11	1.1	
2.4	0.24	1	12	1.2	5
3	0.3		13	1.3	
4	0.4		14	1.4	
4.8	0.48	2	14.4	1.44	6
5	0.5		15	1.5	
6	0.6		16	1.6	
7	0.70		16.8	1.68	7
7.2	0.72	3	17	1.7	
8	0.80		18	1.8	
9	0.9		19	1.9	
9.6	0.96	4	19.2	1.92	8
10	1.0		20	2.0	
			21	2.1	
			21.6	2.16	9
			22	2.2	
			23	2.3	
			24	2.4	10
			25	2.5	
			26	2.6	
			26.4	2.64	11
			27	2.7	
			28	2.8	
			28.8	2.88	12
			29	2.9	
			30	3.0	

Tabla 1.3 Metros de edificación y su equivalente en presión y pisos edificados conforme a lo establecido en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994.

Nota Para mayores presiones se utilizan sistemas hidráulicos

En el capítulo 4 se muestran los resultados de las pruebas realizadas a las ocho “piezas de prueba” y a las dos regaderas prototipo, así también se mencionan los resultados de pérdidas de carga para cada una de estas. Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la DGCOH, en su Laboratorio de Ingeniería Experimental, así como las cartas de evaluación de los dos prototipos diseñados por los tesisistas, que fueron evaluadas en el Laboratorio Experimental de la DGCOH de acuerdo al proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994 y aprobadas como regaderas ahorradoras.

En el capítulo 5 se realizó la evaluación del ahorro de agua, gas y energía eléctrica de los prototipos propuestos diseñados contra un promedio de regaderas no ahorradoras de agua.

En el capítulo 6 se explican las conclusiones y recomendaciones observadas de esta tesis.

Se anexan los siguientes apéndices

Apéndice A Proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, Que establece las especificaciones y métodos de pruebas de regaderas empleadas en el aseo corporal.

Apéndice B Fotografías de regaderas prototipo, regaderas normales y laboratorio experimental (DGCOH).

CAPITULO 1

1. TIPOS Y CARACTERISTICAS DE REGADERAS

El objetivo de este capítulo es conocer los tipos y características de las regaderas existentes en el mercado, y en base a un estudio, seleccionar la regadera más comercial y ahorradora en el mercado, conforme al proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994.

1.1 SELECCIÓN Y PRUEBAS APLICADAS A LAS REGADERAS.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), realizaron un estudio a más de 150 regaderas de agua existentes en el mercado (nacionales e importación) Este estudio fue realizado apegándose al proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994

Se analizaron los resultados de este estudio, que en su mayoría no cumplieron con el proyecto de norma citado. Posteriormente se seleccionaron 14 modelos de 5 marcas diferentes, por ser las más comerciales y aceptadas en el mercado, debido a su funcionalidad, a su diseño, mejor acabado y confort para el usuario

A estos 14 modelos se les aplicó nuevamente el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, cuyo objetivo era identificar las que cumplen como regadera ahorradora de agua y seleccionar la mejor de todas.

1.1.1 Conceptos utilizados para verificar el cumplimiento del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994

a) Regadera ahorradora.

Se disminuyó el gasto en promedio de 25 a 7 lt/min en el proyecto, situación que permite definir a las nuevas regaderas como ahorradoras al cumplir con dicho proyecto

Las principales especificaciones a cumplir son.

- Dimensiones y tolerancias
- Par de apriete para instalación.
- Determinación de gasto.
- Eficiencia del haz de lluvia.
- Ancho mínimo del haz de lluvia
- Resistencia a la presión hidráulica.

De acuerdo a lo especificado en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de pruebas de regaderas empleadas en el aseo corporal (Ver apéndice A)

b) Regadera comercial

Regadera existente en el mercado utilizada para el aseo corporal, que actualmente no se definen como ahorradoras por no cumplir el rango de gasto de agua indicado en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994.

1.1.2 Regaderas consideradas para la selección de las regaderas ahorradoras.

a) Regaderas consideradas.

Esto es de acuerdo a las 14 regaderas mencionadas anteriormente, para definir las si eran o no ahorradoras de consumo de agua al cumplir en específico con dicho proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994 (Ver tabla 1.1)

Referencia	Marca	Modelo
1	ALYN	81
2	ALYN	80
3	MOEN	1310
4	MOEN	1330
5	HELVEX	AC-50
6	HELVEX	AC-50
7	HELVEX	AC-50
8	HELVEX	H-600
9	KAMSA	RK-15-C
10	KAMSA	RK-15-C
11	PIDSA	03265
12	PIDSA	03265
13	PIDSA	A112181
14	PIDSA	A112181

Tabla 1.1 Regaderas adquiridas en el mercado

Nota: Las regaderas no fueron proporcionadas por los fabricantes, se adquirieron en el mercado

b) Características de las regaderas a evaluar.

A continuación se señalan algunas características de las regaderas evaluadas

1. Regadera marca ALYN modelo 81 (especimen 01)

- Esta construida de material de bronce con cubierta cromada.
- La tapa distribuidora tiene un diámetro de 9.8 cm
- La rosca cuenta con 3 hilos únicamente en su parte de conexión a la instalación hidráulica
- No cuenta con accesorios.
- Se le puede quitar la tapa distribuidora con desarmador para realizar la limpieza interna.
- No indica el tipo de presión a la que trabaja.

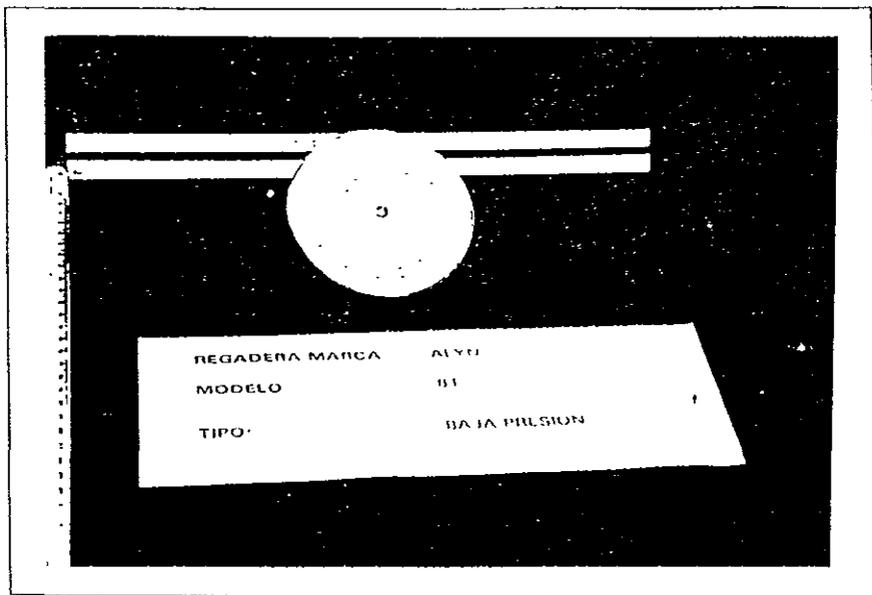


Figura 1.1 Regadera marca ALYN modelo 81 (especimen 01)

2. Regadera marca ALYN modelo 80 (especimen 02)

- Esta construida de material de bronce con cubierta cromada
- La tapa distribuidora tiene un diametro de 7.8 cm.
- Se le puede quitar la tapa distribuidora con desarmador para realizar la limpieza interna.
- La rosca cuenta con 3 hilos únicamente en su extremo de conexión de la instalación hidráulica.
- No cuenta con accesorios.
- No indica el tipo de presión a la que trabaja.

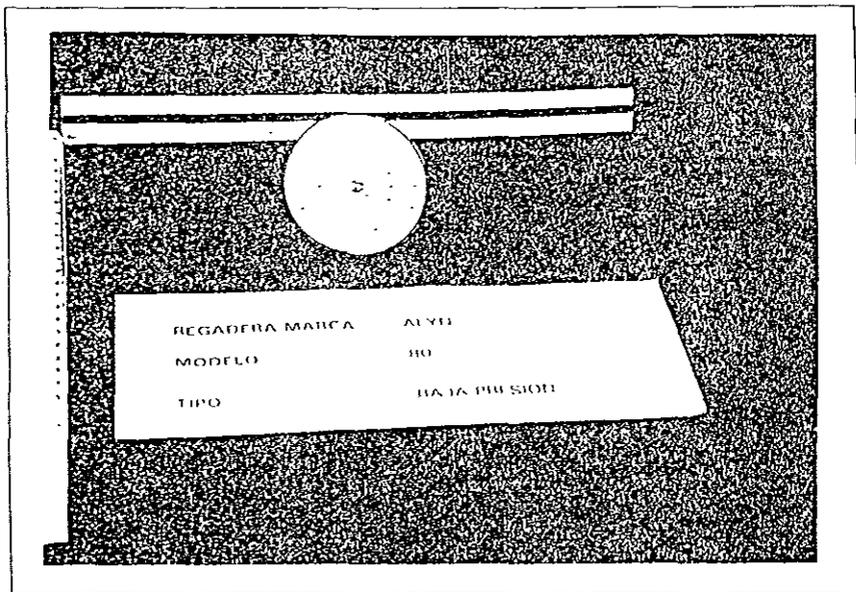


Figura 1.2 Regadera marca ALYN modelo 80 (especimen 02)

3. Regadera marca MOEN modelo M1310 (especimen 03).

- Esta construida de material de plástico color blanco.
- La tapa distribuidora tiene un diámetro de 4.9 cm, la cual se puede quitar manualmente para efectuar la limpieza interna.
- Proporciona más agua por los orificios del perímetro de la tapa distribuidora.
- Tiene nudo móvil para dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones

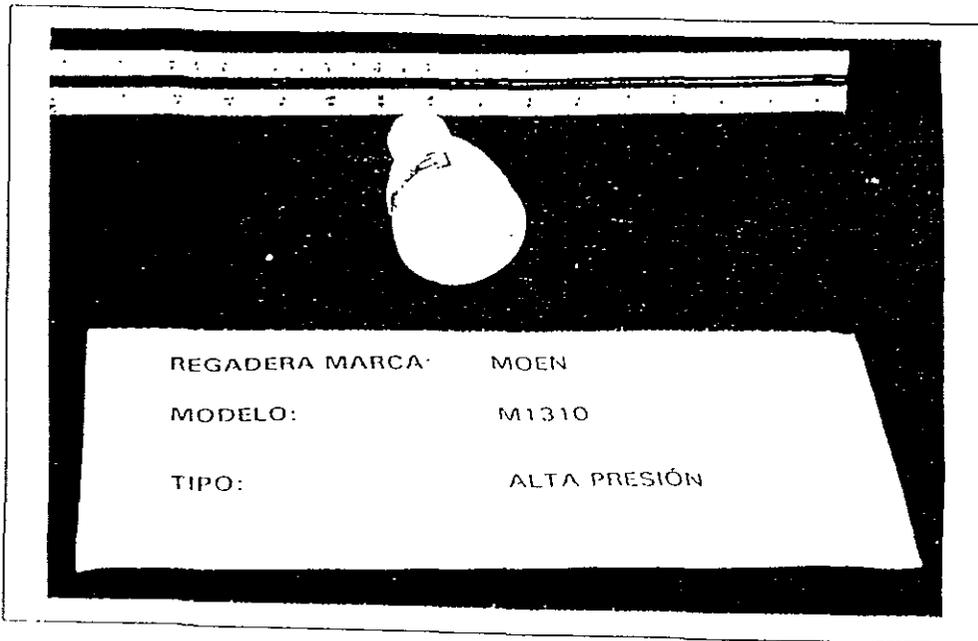


Figura 1.3 Regadera marca MOEN modelo M1310 (especimen 03)

4. Regadera marca MOEN modelo M1330 (espécimen 04).

- Esta fabricada de material de plástico color negro, excepto el cuerpo, el cual tiene una cubierta de plástico cromada
- La tapa distribuidora únicamente tiene orificios en el perímetro, la cual se puede quitar manualmente para realiza la limpieza interna.
- Cuenta con nudo móvil para dirigir el haz de lluvia a diferentes direcciones.

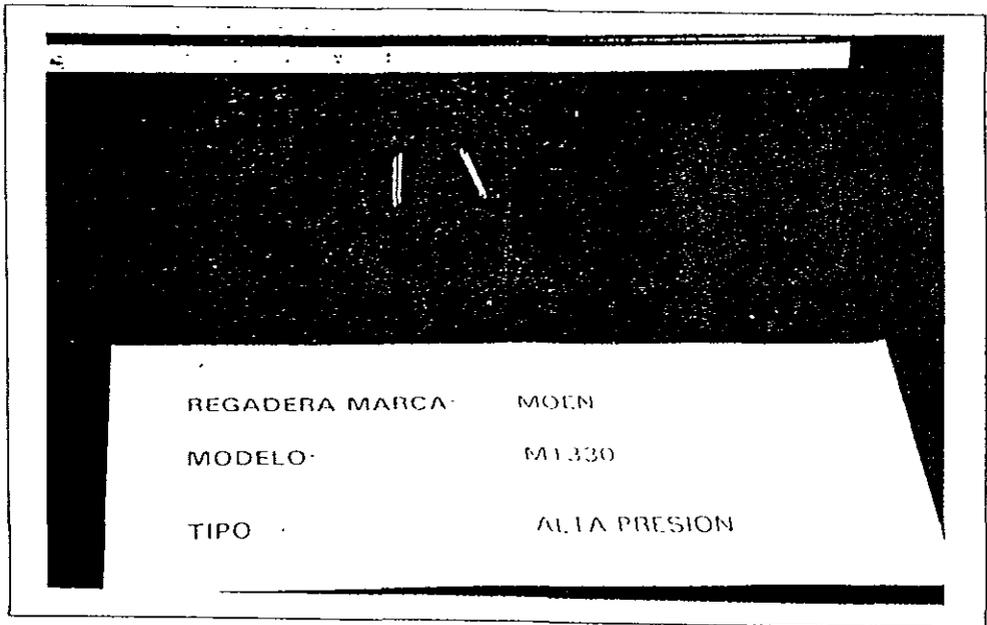


Figura 1-4 Regadera marca MOEN modelo M1330 (espécimen 04)

5. Regadera marca HELVEX modelo AC-50 (especímenes 05, 06, 07).

- Está fabricada en metal con cubierta de cromo.
- Cuenta con nudo móvil para dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones
- No se desarma fácilmente. para ello se requiere de una llave de "perico" y Steelson.
- Cuenta con accesorios que le permitan trabajar a presión baja y alta (colocación del resorte y tapa)
- La parte de conexión es de 12 mm
- La tapa distribuidora tiene orificios únicamente en el perímetro.

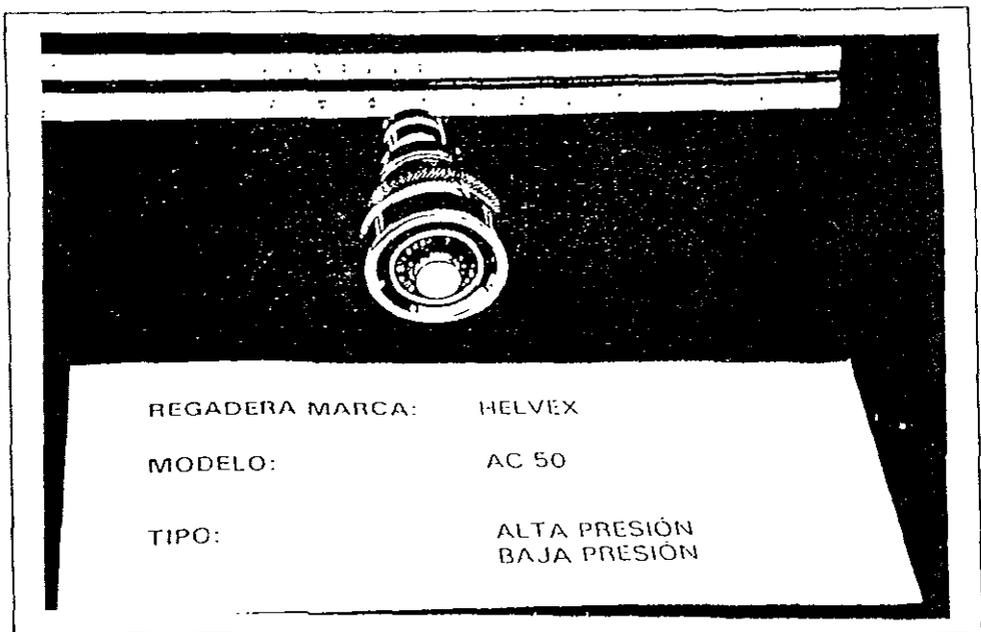


Figura 1.5 Regadera marca HELVEX modelo AC-50 (especímenes 05, 06, 07).

6. Regadera marca KAMSA modelo RK-15-C (especimen 09 y 10).

- Es metálica cromada de buena apariencia estética
- Cuenta con nudo móvil para dirigir el haz de lluvia
- Puede operar a diferentes presiones. Se le conecta a la entrada de la conexión reductores de flujo de material plástico con diferentes diámetros.
- Para desarmarla se requiere de llave Steelson (para su limpieza interna).

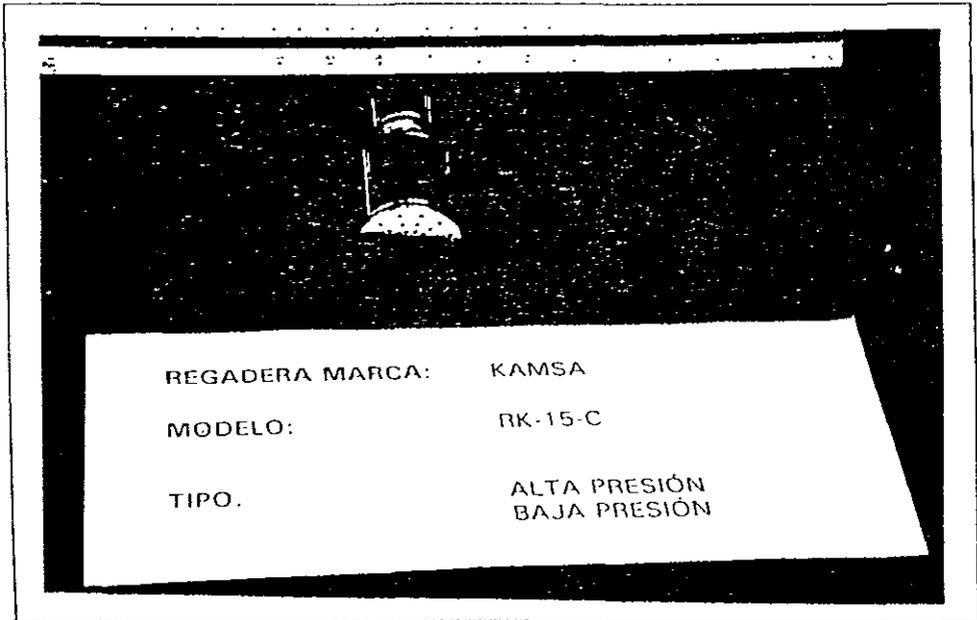


Figura 16 Regadera marca KAMSA modelo RK-15-C (especimen 09 y 10)

7. Regadera marca PIDSA modelo 03265 (especímenes 11 y 12).

- Es de material de plástico color negro, excepto el cuerpo, el cual tiene una cubierta de metal cromada.
- Su tapa distribuidora tiene un diámetro de 5.8 cm. tiene orificios en todo el perímetro y seis más en su interior, se puede quitar manualmente para realizar su limpieza interna
- Cuenta con nudo móvil para dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones.

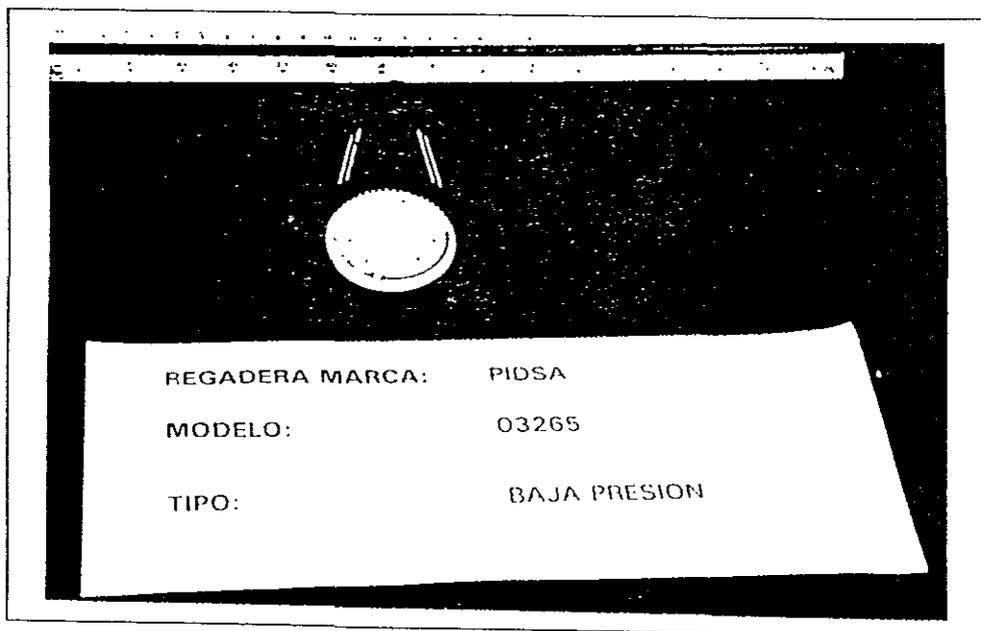


Figura 1 7 Regadera marca PIDSA modelo 03265 (especímenes 11 y 12).

8. Regadera marca PIDSA modelo A112181 (especímenes 13 y 14)

- Esta fabricada de material plástico, excepto su parte superior (nudo móvil y su parte de conexión), la cual es metálica cromada.
- Cuenta con nudo móvil para dirigir su haz de lluvia en diferentes direcciones
- Su tapa distribuidora tiene un diámetro de 5.5 cm. tiene únicamente orificios en su perímetro de forma triangular las cuales al girar el cuerpo de la regadera hacen que la tapa distribuidora cambie de intensidad del haz de lluvia (hilos de agua de diferentes diámetros)

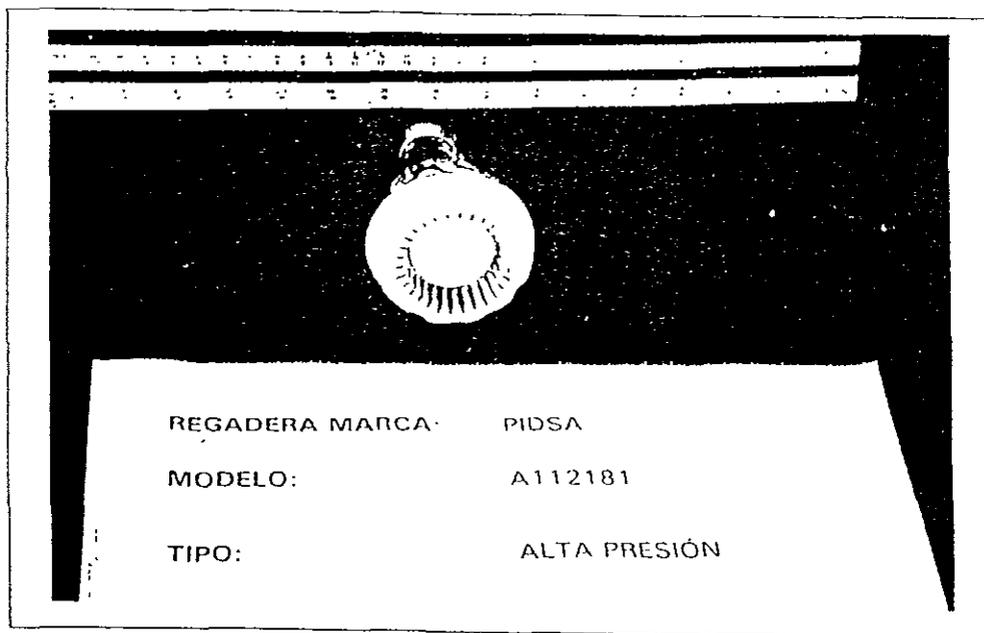


Figura 1.8 Regadera marca PIDSA modelo A112181 (especímenes 13 y 14)

9. Regadera marca HELVEX modelo H-600 (espécimen 08).

- La cuerda es de 14 hilos/pulgada; dimensión que facilita la instalación a la red hidráulica y asegura su hermeticidad al instalarse.
- Esta fabricada de metal con recubrimientos en cromo.
- Cuenta con nudo móvil que permite dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones.
- Dispone de un reductor de flujo (formado de un resorte y un obturador de plástico) que le permite regular el gasto
- La tapa distribuidora se quita con ayuda de un desarmador para efectuar la limpieza interna.

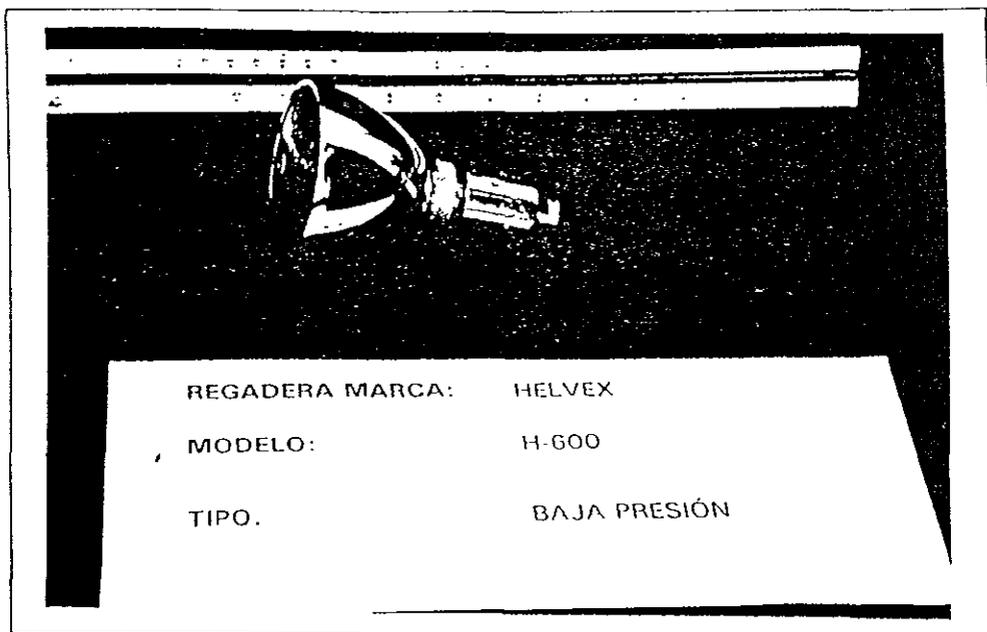


Figura 19 Regadera marca HELVEX modelo H-600 (espécimen 08).

1.1.3 Pruebas aplicadas a las regaderas.

Las pruebas aplicadas, las cuales forman parte del anteproyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, son las siguientes:

No	Referencia del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994	Prueba
1	8.1	Dimensiones y tolerancias
2	8.3	Par de apriete de instalación.
3	8.4	Determinación del gasto
4	8.5	Eficiencia del haz de lluvia
5	8.6	Ancho mínimo del haz de lluvia
6	8.7	Resistencia a la presión hidráulica

Tabla 1.2 Pruebas aplicadas a regaderas.

1.1.4 Resultados de pruebas aplicadas a regaderas comerciales

En el banco de pruebas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en su laboratorio acreditado, ubicado en Jiutepec Morelos, se llevaron a cabo las seis pruebas indicadas en el inciso anterior a las catorce regaderas consideradas, los resultados de estas pruebas se indican en la tabla 1.3

1 No Especimen/Marca y Modelo	2 Tipo Presión	PRUEBA (CUMPLE)					
		3 Dim y tof	4 Par apriete	5 Gasto	6 Haz de lluvia	7 Ancho mín haz	8 Resist Presión hca
01/ALYN 81	Baja	NO	SI	NO	SI	NO	SI
02/ALYN 80	Baja	NO	SI	NO	SI	SI	SI
03/MOEN 1310	Alta	SI	SI	NO	NO	SI	SI
04/MOEN 1330	Alta	NO	SI	NO	NO	SI	SI
05/HELVEX AC-50	Alta	SI	SI	NO	SI	SI	SI
	Baja			NO	SI	SI	SI
06/HELVEX AC-50	Alta	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Baja			NO	SI	SI	SI
	Baja *			SI	SI	SI	NO
07/KAMSA RK-15-C	Baja ** Reductor rojo	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	Baja ** Reductor azul			SI	SI	SI	NO
	Alta ** Reductor verde			NO	SI	SI	NO
	Baja *			SI	SI	SI	NO
08/KAMSA RK-15-C	Baja ** Reductor rojo	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	Baja ** Reductor azul			NO	SI	SI	NO
	Alta ** Reductor verde			NO	SI	SI	NO
	Baja *			SI	SI	SI	NO
09/HELVEX AC-50	Alta	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Baja			NO	SI	SI	SI
10/PHDSA 03265	Baja	SI	SI	NO	SI	SI	SI
11/PHDSA 03265	Baja	SI	SI	NO	SI	SI	SI
12/PHDSA A112181	Alta	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13/PHDSA A112181	Alta	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14/HELVEX H-600	Baja	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 1.3 Resultados de pruebas aplicadas a regaderas.

* Reductor de flujo accesorios de la regadera de diversas formas y materiales, que permiten el control del gasto del agua de descarga

** Reductor de flujo de color rojo, verde y azul. Son accesorios reductores de gasto con diferente diámetro interior.

A continuación se hacen algunas observaciones relacionadas con los resultados obtenidos de las pruebas de la tabla 1.3 (Resultados de pruebas aplicadas a regaderas comerciales).

- Se aclara que algunas de las regaderas evaluadas pueden operar con la presión baja (I) y alta (II)
- Presión tipo, se especifica la presión a que corresponde cada una de las regaderas y a la cual fueron evaluadas según la clasificación del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, las cuales pueden ser:

Tipo	Presión	Rango de trabajo (kgf/cm ²)
I	Baja	0.2 a 1.0
II	Alta	1.0 a 3.0

Tabla 1.4 Especificación de presión para regaderas (alta y baja)

- Dimensiones y tolerancias, se destaca que las regaderas marca ALYN modelos 80 y 81, así como la MOEN modelo 1330 no cumple con esta especificación las dos primeras no cuentan con el suficiente espacio para una correcta conexión (3 hilos únicamente de rosca) y la última debido a que difiere en 2 hilos de rosca con relación al medidor maestro de roscas
- Par de apriete de instalación, se puede observar que en esta prueba ninguna regadera presentó problema de fractura o deformación permanente
- Referente a la prueba de Determinación de gasto, en nuestra opinión, la prueba más exigente del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, ya que como se puede observar en la tabla 1.3, 13 de las regaderas no cumplen al probarlas en su rango de presión correspondiente
- Correspondiente a la Eficiencia del haz de lluvia, las regaderas que presentaron problema fueron las de la marca MOEN, las cuales no mostraron concentrar su haz de lluvia en una superficie circular con diámetro de 0.42 m
- Ancho mínimo del haz de lluvia, la única regadera que no cumple con la especificación es la regadera marca ALYN modelo 81 en su presión mínima de trabajo (0.2 Kgf/cm²) la cual forma un haz de lluvia con diámetro de 0.96 m.
- Finalmente, correspondiente a Resistencia a la presión hidráulica, las regaderas marca KAMSA modelo RK-15-C presentan problemas de hermeticidad al trabajar a su presión correspondiente

b) Conclusión.

Con base en lo expuesto en el inciso anterior, las regaderas que cumplen con las pruebas de

- 8 1 Dimensiones y tolerancias,
- 8 3 De par de apriete de instalación,
- 8 4 De determinación del gasto,
- 8 5 Eficiencia del haz de lluvia,
- 8 6 Ancho mínimo del haz de lluvia,
- 8 7 De resistencia a la presión hidráulica,

especificadas en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, son:

No espécimen	Marca	Modelo	Tipo de presión
12 y 13	PIDSA	A112181	II (alta)
14	HELVEX	H-600	I (baja)

Tabla 1.5 Regaderas comerciales que pasan las especificaciones del proyecto de norma

Considerando que las presiones de columna de agua en las casas y en los departamentos existentes en el D.F. son de baja presión con un promedio de edificación de 10 m y el cumplimiento de las seis pruebas aplicadas contenidas en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, la regadera seleccionada como óptima para ser la regadera ahorradora es la correspondiente a la marca HELVEX, modelo H-600, tipo de presión I (baja).

Se adquirieron 50 regaderas de la marca HELVEX, modelo H-600, tipo de presión I (baja), para hacerles nuevamente pruebas en el laboratorio y comprobar que en realidad cumplen con el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994:

1.2 Verificación en el laboratorio de 50 regaderas HELVEX, modelo H-600, tipo de presión I (baja).

Se adquirieron 50 regaderas (regadera seleccionada como óptima para ser la regadera ahorradora) marca Helvex, modelo H-600, tipo de presión I (baja), para hacerle pruebas en el laboratorio.

1.2.1 Pruebas consideradas en la verificación.

Después de adquiridas las 50 regaderas de la marca HELVEX, modelo H-600, tipo de presión I (baja), se llevó a cabo una verificación de éstas en el IMTALAB CERTIFICACIÓN. La prueba considerada para verificarlas, de acuerdo al proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, fue la 8.4 Determinación del gasto ($4 \text{ Lt/min} < \text{Gasto} < 10 \text{ Lt/min}$, a su correspondiente presión de entre $0.2 \text{ a } 1.0 \text{ Kg/cm}^2$)

1.2.2 Resultados de la verificación.

En la tabla 1.6 se presentan los resultados de la verificación en el laboratorio de cada una de las regaderas, el gasto promedio en Lt/min y su desviación estándar asociada correspondiente a las presiones de 0.2 y 1.0 Kgf/cm², de las 50 regaderas verificadas

Presión de prueba	0.2 Kgf/cm ²	Presión de prueba	1.0 Kgf/cm ²
Regaderas evaluadas:	50	Regaderas evaluadas:	50
Media del gasto:	4.9794 Lt/min	Media del gasto:	6.1072 Lt/min
Desv Estandard	0.2724	Desv Estandard.	0.3426

Tabla 1.6 Gasto promedio y desviación asociada correspondiente a las presiones de 0.2 y 1.0 kgf/cm²

1.2.3 Conclusiones de la verificación.

Las 50 regaderas marca HELVEX, modelo H-600, presión tipo I (baja), si cumple con la prueba de Determinación del gasto.

Conclusiones.

La marca de la regadera seleccionada a utilizarse en el estudio es la Helvex, modelo H-600, tipo de presión I (baja) por ser la regadera que cumple con el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994 y la que se adecua a las condiciones más comunes en el D.F., que es presión baja

Se concluye que las 50 regaderas marca HELVEX, modelo H-600, presión tipo I (baja) si cumple con la prueba de Determinación del gasto

El proyecto de norma oficial mexicana NOM-066-SCFI-1994, Especificaciones y Métodos de Pruebas para Regaderas Empleadas en el Aseo Corporal, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 9 de septiembre de 1994. Los fabricantes de las regaderas solicitaron a partir de esta fecha una prórroga para su aplicación. A la fecha la norma no ha entrado en vigor

Es importante mencionar que en México existen muchas marcas tanto nacionales como internacionales, las cuales no cumplen con lo establecido en el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, solo se encontraron dos marcas que cumplen con el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, las cuales son: Pidsa y Helvex, de donde la marca Pidsa solo cumple para alta presión y la marca Helvex para baja presión. Pero estas regaderas tienen un precio alto en el mercado, lo cual es difícil de adquirir para la mayoría de los habitantes

Por lo anterior, es necesario que las autoridades correspondientes pongan en vigor el proyecto de norma NOM-008-CNA-1998 lo más pronto posible, para que todas las regaderas existentes en el mercado cumplan con el proyecto de norma NOM-008-CNA-1998, y así tener ahorros importantes de agua, gas L.P, bombeo tanto municipal como individual según sea el caso, y se puedan adquirir a bajo precio para los habitantes.

CAPITULO 2

2. MARCO TEORICO PARA EL DISEÑO DE LAS REGADERAS PROTOTIPO.

2.1 ECUACION DE LA ENERGIA

Conceptos de sistema y volumen de control

- Sistema Se refiere a una masa definida de material, distinguiéndola de toda la demás materia, denominada entorno o alrededores

La ley de la conservación de la masa afirma que la masa dentro de un sistema cerrado permanece constante en el tiempo

En forma de ecuación

$$\frac{dm}{dt} = 0 \quad \dots (1)$$

m = masa total

- Volumen de control (sistema abierto)

Es una región del espacio donde ocurre situaciones de flujo dentro y afuera del espacio, la frontera de un volumen de control, el tamaño y forma son totalmente arbitrarios

Este concepto se usa en la derivación de la ecuación de continuidad, cantidad de movimiento, energía y en la solución de problemas.

La siguiente expresión matemática deducida en la literatura de mecánica de fluidos

$$\frac{dN}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{V_c} \eta p \, dv + \int_{S_c} \eta p (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}) \, dA \quad \dots (2)$$

Indica que la rapidez de aumento N (masa energía, cantidad de movimiento) dentro de un sistema, es exactamente igual a la rapidez de aumento de la propiedad N dentro del volumen de control más la rapidez neta del flujo neto de N a través de las fronteras del volumen de control.

La primera ley de la termodinámica para un sistema afirma que el calor agregado Q_{11} a un sistema, menos el trabajo W por éste realizado, depende de dos estados, inicial y final del sistema. La diferencia entre los dos estados del sistema, siendo independiente de la trayectoria del estado inicial y final debe ser una propiedad del sistema. Esta es llamada energía interna e

La primera ley de la termodinámica en forma de ecuación es.

$$Q_{11} - W = E_2 - E_1 \quad \dots (3)$$

o para un volumen de control

$$dE/dt = \partial/\partial t \int_{cv} \rho e \, dv + \int_{sc} \rho e (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}) \, dA \quad (4)$$

donde

e : energía interna por unidad de masa

por lo que aplicando la ecuación (1)

$\dot{N} = \dot{E}$, $\dot{E} = \rho e / \rho$ se tiene:

La ecuación anterior se simplifica para régimen permanente

$$dE/dt = \int_{sc} (\rho/\rho) \rho e (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}) \, dA \quad (5)$$

En ausencia de efectos nucleares, eléctricos, magnéticos y de tensión superficial, la energía interna de una sustancia pura es:

$$e = gz + v^2/2 + u$$

gz Energía potencial

$v^2/2$ Energía cinética

u Energía "intrínseca" que depende de (P, T, ρ)

Introduciendo el concepto de entalpía

$$h = u + P/\rho \quad (6)$$

La ecuación de la energía para flujo estacionario queda

$$dE/dt = \int_{sc} (h + v^2/2 + gz) (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}) \, dA \quad (7)$$

Para flujo de energía unidimensionales de una entrada y una salida

$$\dot{q} - \dot{w}_s - \dot{w}_e = (h_1 + v_1^2/2 + gz_1) \dot{m}_1 - (h_2 + v_2^2/2 + gz_2) \dot{m}_2 \quad (8)$$

Si $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$

Reagrupando queda.

$$h_1 + v_1^2/2 + gz_1 = (h_2 + v_2^2/2 + gz_2) - \dot{q} + \dot{w}_s + \dot{w}_e \quad (9)$$

donde

$\dot{q} = \dot{q}/\dot{m}$ calor transferido al fluido por unidad de masa

$$w_s = w_s \cdot m \quad \text{trabajo de flecha hecho por el fluido.}$$

$$w_v = w_v / m \quad \text{pérdidas por fricción}$$

Con lo que la ecuación anterior es una forma general de la ecuación de la energía para flujo estacionario con ciertas restricciones ya mencionadas

Separando la entalpía en $u + P/\rho$ para evitar confusiones entonces la ecuación queda:

$$P_1/\rho g + u_1/g + v_1^2/2g + z_1 = (P_2/\rho g + v_2^2/2g + z_2) - (h_q + h_s + h_v) \quad \dots (10)$$

$$\text{Donde} \quad h_q = q/g, \quad h_v = w_v/g, \quad h_s = w_s/g$$

Reagrupando:

$$P_1/\rho + v_1^2/2 + gz_1 = P_2/\rho + v_2^2/2 + gz_2 + w_s + w_v + (u_1 + u_2 - q) \quad \dots (11)$$

La forma equivalente con cargas sería:

$$h_{01} = h_{02} + h_s + h_v + (u_1 + u_2 - q)/2g \quad \dots (12)$$

donde

$$h_j = z + p/\rho g + v^2/2g$$

La carga total puede variar de 1 a 2 debido a trabajo de partes móviles, trabajo viscoso, transferencia de calor y disipación.

2.2 FLUJO EN TUBERIAS

En flujo incompresible a régimen permanente para un tubo las irreversibilidades se expresan en función de las pérdidas de carga o altura hidráulica, las pérdidas o irreversibilidades, causan que esta altura caigan en la dirección de flujo. La ecuación.

$$h_f = f (L/D) v^2/2g \quad (\text{Ecuación de Darcy})$$

generalmente se adopta para cálculos de flujo en tubos donde h_f es la pérdida de carga en la longitud del tubo L , con diámetro D y una velocidad promedio V , h_f tiene dimensiones de longitud y se expresa en newton metro por newton [$N \cdot m / N$], el factor de fricción f es adimensional y se requiere para que la ecuación ajuste al valor correcto de pérdidas. Todas las cantidades en la ecuación (13) excepto f se puede medir experimentalmente. Un aparato típico se ilustra en la figura 2 1, al medir el caudal de descarga y el diámetro interior se puede calcular la velocidad promedio. La pérdida de carga h_f se mide con un manómetro

diferencial fijado en aberturas del piezómetro en las secciones 1 y 2 separadas a una distancia L . La experimentación muestra que lo siguiente es válido en flujo turbulento.

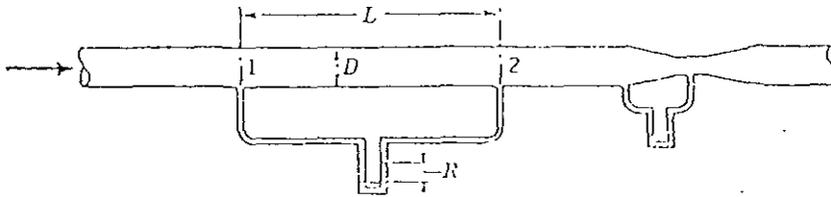


Fig 2 | Experiencia para la determinación de la pérdida de energía en una tubería

La pérdida de carga varía directamente con: la longitud del tubo, con el cuadrado de la velocidad, inversamente con el diámetro, de la rugosidad con la superficie de la pared interior del tubo, de las propiedades de densidad y viscosidad del fluido. El factor de fricción f depende de la velocidad V , del diámetro D , densidad ρ , viscosidad μ , rugosidad de la pared interior del tubo ϵ el cual tiene dimensiones de longitud, y de un factor de forma m , que es adimensional y depende de la forma de los elementos de rugosidad individuales.

El término f en lugar de ser una constante, depende de seis magnitudes o cantidades

$$f = f(V, D, \rho, \mu, \epsilon, m)$$

Como f es factor adimensional, debe depender de la agrupación de estas cantidades en parámetros adimensionales. Para tubos rugosos el término ϵ puede ser adimensional por división entre D . Por lo tanto en general

$$f = f(V D \rho / \mu, \epsilon / D, m)$$

en tubos rugosos el término ϵ/D se le llama rugosidad relativa

2.3 PERDIDAS SECUNDARIAS (O PERDIDAS EN ACCESORIOS)

Las pérdidas que ocurren en tuberías debido a dobleces, codos, bridas, válvulas, etc, se le llaman pérdidas secundarias. Este es su nombre convencional, en muchas situaciones la magnitud de estos es mucho mayor que las debidas a fricción por tal motivo, su nombre convencional tal vez no es el apropiado.

La configuración de los flujos en estos elementos es muy compleja, ante esta situación en todos los casos las pérdidas de carga se miden experimentalmente, sin embargo una excepción importante es la pérdidas de carga debida a expansión brusca en tubería

2.4 EFICIENCIA DE UN CALENTADOR DE AGUA.

Eficiencia (η) Se define como el cociente de la salida neta de trabajo o calor entre la alimentación o entrada de calor.

$\eta = \text{salida neta de trabajo} / \text{entrada de calor}$

Para nuestro objetivo (calentador de agua):

La salida neta de trabajo o calor entregado al agua por el calentador es

$$Q_{\text{salida}} = (m_a C_{p_a} \Delta T)_{\text{agua}}$$

La entrada de calor (cedido por el combustible) al calentador es

$$Q_{\text{entrada}} = (V_g \times PC_g)_{\text{gas L.P}}$$

Por lo tanto, la eficiencia del calentador de agua queda de la siguiente manera

$$\eta_{\text{calentador}} = (m_a C_{p_a} \Delta T)_{\text{agua}} / (V_g \times PC_g)_{\text{gas L.P}} \quad . \quad \text{Ec. 13}$$

$$m_a = V \times \rho \quad . \quad \text{Ec. 14}$$

donde:

$\eta_{\text{calentador}}$: Eficiencia del calentador (60%)
m_a	: Masa de agua (kg)
V_g	: Volumen de combustible (m^3)
C_{p_a}	: Calor específico del agua (4 1868 KJ/Kg K)
ΔT	: Incremento de temperatura en el agua ($T_2 - T_1$)
PC_g	: Poder calorífico del gas L.P (J/m^3)
T_2	: Temperatura del agua a la salida del calentador
T_1	: Temperatura del agua a la entrada del calentador
V	: Volumen de agua [m^3]
ρ	: Densidad del agua 1000 [Kg/m^3]

CAPITULO 3

3. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE DOS REGADERAS AHORRADORAS

3.1 REQUERIMIENTOS GENERALES

Se requiere fabricar dos regaderas prototipo que cumplan como ahorradoras en apego a las especificaciones del proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994 (apéndice A), para las aplicaciones de los prototipos de alta y baja presión.

3.2 ESPECIFICACION DE DISEÑO

Las regaderas prototipo que se proponen deben cumplir con las siguientes especificaciones para que se consideren regaderas ahorradoras, se recomienda ver el proyecto de norma (apéndice A):

• DIMENSIONES

Las dimensiones para el acoplamiento de la conexión de las regaderas a la instalación hidráulica deben cumplir con las siguientes especificaciones

La conexión de la regadera debe ser compatible con la rosca de tipo cónica para tubo RCT (NPT) de diámetro nominal de 13 mm (1/2"), con un paso de 14 hilos / 25.4 mm (14 hilos / pulgada), ver figura 3.1

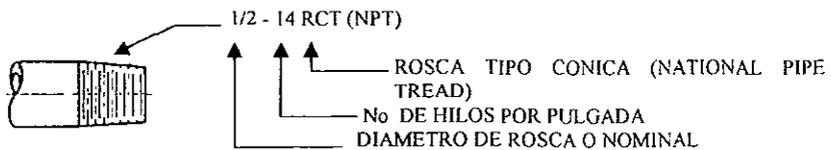


Fig. 3.1 Especificación de rosca para tubo RCT (NPT)

• DE PAR DE APRIETE DE INSTALACION

Para su instalación la regadera debe resistir un par de apriete de 5 N-m (0.5 kg-m) a la conexión de la regadera

• DE DETERMINACION DE GASTO

Todas las regaderas con o sin accesorios, deben proporcionar un gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera, en su rango de presión especificado (ver tabla 3.1)

REGADERA TIPO	LIMITE INFERIOR		LIMITE SUPERIOR	
	Presión KPa (kgf/cm ²)	Gasto mínimo Lt/min	Presión KPa (kgf/cm ²)	Gasto máximo Lt/min
BAJA PRESION	20 (0.2)	4.0	98 (1.0)	10.0
ALTA PRESION	98 (1.0)	4.0	294 (3.0)	10.0

1 KPa = 0,0102 kgf/cm²

Tabla 3.1 - Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera

- **EFICIENCIA DEL HAZ DE LLUVIA**

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 3.1, el haz de lluvia de la misma debe caer dentro de un círculo transversal con diámetro de 0.42 m, cuyo centro debe coincidir con el eje de la regadera y a una distancia vertical de 0.60 m de la tapa distribuidora (ver fig. 3.2)

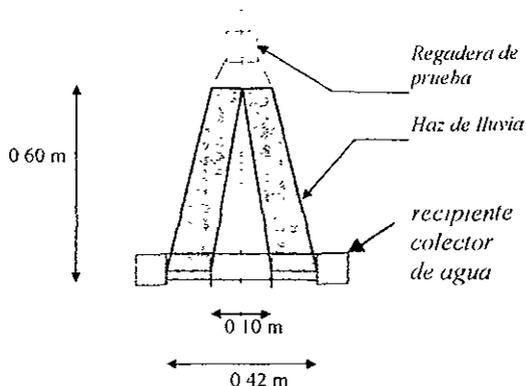


Fig 3.2.- Eficiencia del haz de lluvia.

 Rango de haz de lluvia que establece el proyecto de norma (especificación 6.5)

- **ANCHO MÍNIMO DEL HAZ DE LLUVIA**

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 2.1, el ancho de haz de lluvia de la misma debe ser mayor a 0.10 m y menor a 0.42 m medido a una distancia de 0.60 m de la tapa distribuidora (ver fig. 3.2)

- **RESISTENCIA A LA PRESION HIDRAULICA**

Los componentes de la regadera no deben presentar fugas ni deformaciones, al someterse a la presión hidráulica que se especifica para cada tipo en la tabla 3.1, posteriormente, la regadera debe satisfacer la prueba de gasto

REGADERA TIPO	PRESIÓN DE PRUEBA KPa (kgf/cm ²)
BAJA PRESION	294 (3.0)
ALTA PRESION	588 (6.0)

Tabla 3.2 Presión de prueba de acuerdo al tipo de regadera

• APARIENCIA ESTÉTICA

Una especificación que no es parte del proyecto, pero es importante desde el punto de vista comercial es la apariencia estética.

La apariencia estética consiste en la presentación del color, diseño, textura y acabado que son características importantes para su aceptación en el mercado

3.3 DISEÑO CONCEPTUAL

En esta etapa, se obtiene algunas alternativas para comenzar el diseño del prototipo. De la información de catálogos que existen sobre regaderas comerciales (proporcionados por la DGCOH y el IMTA), que se basan principalmente en el estudio aplicado a las 14 regaderas mencionadas en el capítulo 1, se observó físicamente sus partes principales, su geometría, tamaño, acabado y materiales. También se observan características técnicas de las que no cumplen contra las que sí cumplen con las especificaciones del proyecto de norma

3.3.1 COMPONENTES DE REGADERAS COMERCIALES

La mayoría de las regaderas comerciales constan de los siguientes componentes

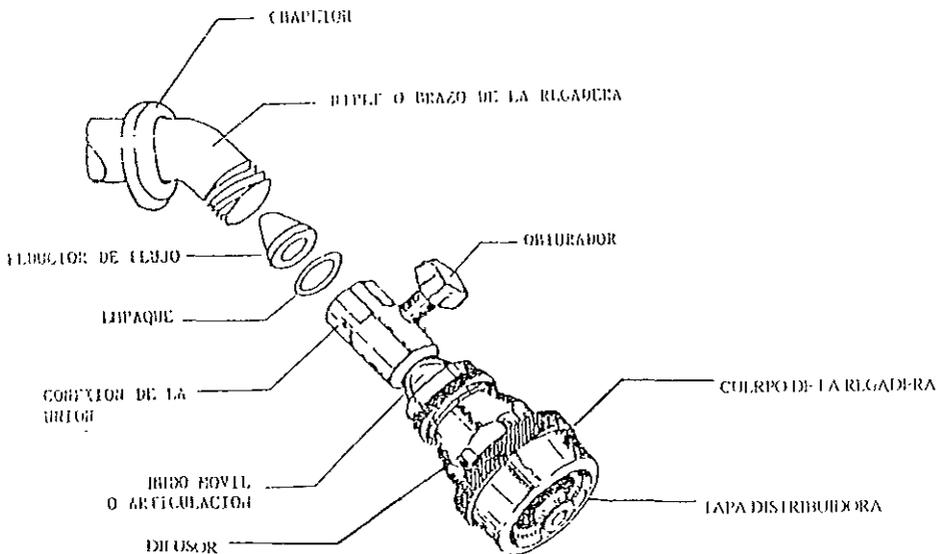


Fig 3.3 Regadera comercial

- **Chapetón:** Es la cubierta de la conexión del brazo de la regadera con la salida de alimentación de la instalación hidráulica
- **Niple o brazo de la regadera:** Conector que acopla la regadera a la instalación hidráulica o tubería de alimentación de agua
- **Reductor de flujo:** Accesorio de la regadera de diversas formas y materiales, que limita el gasto de agua descargada.
- **Empaques.** Elementos de hule o plástico, destinados a garantizar la hermeticidad en las partes de la regadera durante su funcionamiento.
- **Obturador.** Dispositivo opcional de la regadera, que controla el gasto del agua durante el uso de la misma
- **Conexión de la unión.** Parte de cuerpo de la regadera que la interconecta a la instalación hidráulica
- **Tapa distribuidora:** Tapa con orificios u otro diseño, localizada en el cuerpo de la regadera, para formar el haz de lluvia.
- **Cuerpo de la regadera.** Elemento principal de la regadera cuyo objetivo es permitir la distribución, de agua para su descarga, al cual es posible aplicar controles, difusores y conexiones
- **Difusor** Parte del cuerpo de la regadera cuya función es distribuir el flujo del agua en forma uniforme hacia la tapa distribuidora

En la siguiente tabla se describe algunas marcas y modelos de las cuales se consideraron algunas características (tamaño, material y apariencia estética), para el diseño de las dos regaderas ahorradoras (ver cap. 1)

Referencia	Marca	Modelo	Características	Material*
1	ALYN	81	Diámetro de tapa distribuidora 9 8 cm	Bronce con cubierta cromada
2	ALYN	80	Diámetro de tapa distribuidora 7 8 cm	Bronce con cubierta cromada
3	MOEN	1310	Diámetro de tapa distribuidora 4 9 cm	Plástico color blanco.
4	MOEN	1330	Cuenta con orificios en el perímetro de la tapa distribuidora	Plástico color negro, excepto el cuerpo, el cual tiene una cubierta de plástico cromada
5	HELVEX	AC-50	Cuenta con orificios en el perímetro de la tapa distribuidora	Metal con recubrimiento en cromo
6	HELVEX	AC-50		Metal con recubrimiento en cromo
7	HELVEX	AC-50		Metal con recubrimiento en cromo
8	HELVEX	H-600	Dispone de reductor de resorte y un obturador de plástico	Metal con recubrimiento en cromo
9	KAMSA	RK-15-C	Dispone de reductores con diferentes diámetros	Metálica cromada de buena apariencia estética
10	KAMSA	RK-15-C		Metálica cromada de buena apariencia estética
11	PIDSA	03265	Diámetro de tapa distribuidora 5 8 cm	Plástico color negro, excepto el cuerpo, el cual tiene una cubierta de metal cromada
12	PIDSA	03265	Tiene orificios en todo el perímetro y 6 mas en su interior	Plástico color negro, excepto el cuerpo, el cual tiene una cubierta de metal cromada
13	PIDSA	A112181	Diámetro de tapa distribuidora 5 5 cm	Plástico, excepto su parte superior (nudo móvil y su parte de conexión), la cual es metálica cromada
14	PIDSA	A112181	Tiene orificios de forma triangular	

Tabla 3.3 Regaderas adquiridas en el mercado.

* Material (Metal o Plastico) que son especificados en catálogos de fabricantes de regaderas comerciales

3.4 PROPUESTA PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS REGADERAS AHORRADORAS

A continuación se menciona la propuesta hecha para el diseño de las regaderas, en las cuales se tienen algunos cambios para sustituir e integrar al prototipo de la regadera con respecto a las comerciales

Del estudio realizado a las catorce regaderas comerciales, se concluye que lo único que las diferencia es referente al diámetro del orificio localizado en el cuerpo de la regadera con el cual se regula el gasto de agua

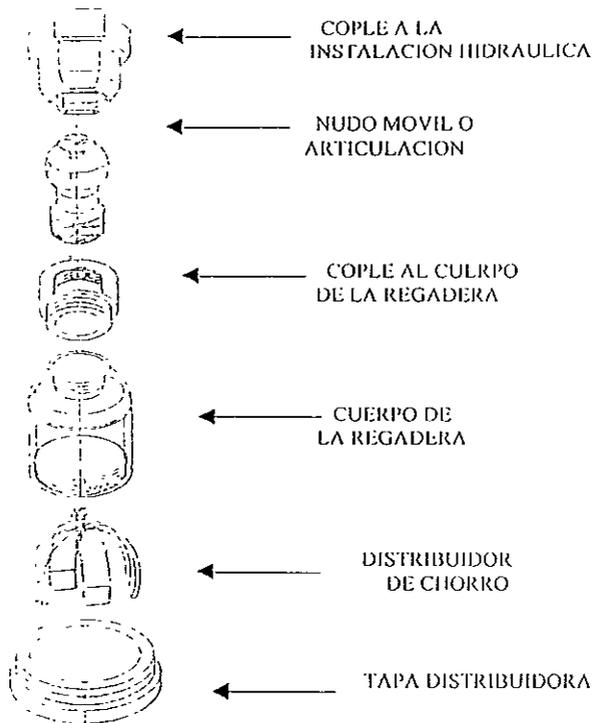


Fig 3 4 Regadera prototipo

Como se ilustra en la figura 3 4 los componentes del prototipo son de fácil maquinado, la geometría no es tan compleja y tiene una apariencia adecuada, de fácil instalación y mantenimiento.

3.5 DISEÑO DE DETALLE Y FABRICACIÓN DE UNA REGADERA AHORRADORA

En este subcapítulo se exponen los cálculos para el diseño solo de la tapa distribuidora, así como la selección del material y la fabricación de cada una de las partes de la regadera ahorradora.

EXPLICACION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS REGADERAS PROTOTIPO (ALTA Y BAJA PRESIÓN)

Debido a que como se muestra en la fig 3 5 la trayectoria del flujo a través de las regaderas prototipo está sujeto a varias expansiones y contracciones, además de ser flujo turbulento, su representación analítica en conjunto es compleja, y por otra parte, su funcionalidad debe cumplir con el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994, se definió diseñar las regaderas ahorradoras en forma experimental

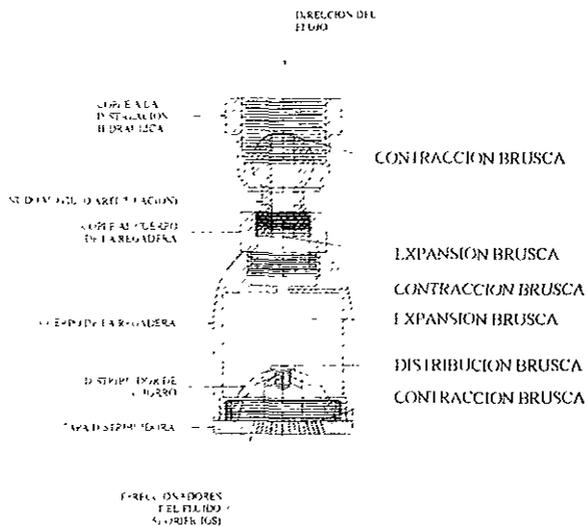


Figura 3 5 Situaciones que experimenta el flujo en su paso por la regadera

En la Fig. 3.5 se presenta un corte de la regadera prototipo, donde se muestra el comportamiento del fluido a través de esta. El fluido experimenta contracciones y expansiones bruscas en los componentes de la regadera como se describe a continuación

a) Contracción brusca en

1. Del cople (a la instalación hidráulica) al nudo móvil
2. En el cuerpo de la regadera.
3. Y en la tapa distribuidora

b) Expansión brusca en

1. Del nudo móvil al cople (al cuerpo de la regadera)
2. En el cuerpo de la regadera

Solo como referencia, se pueden conocer las pérdidas de carga en la regadera con la siguiente expresión

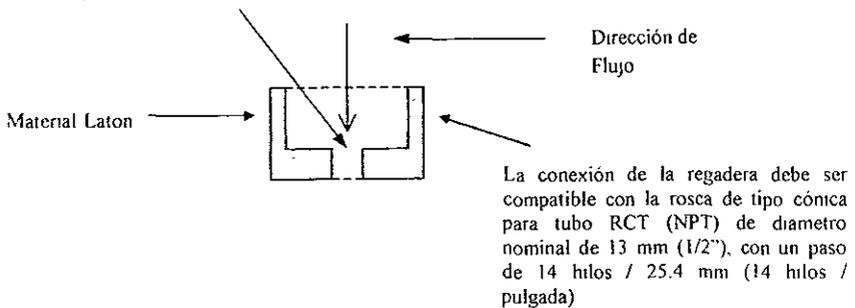
$$P_1 / \rho g + V_1^2 / 2g + Z_1 = P_2 / \rho g + V_2^2 / 2g + Z_2 + h_{\text{pérdidas}}$$

En primer instancia se decide cumplir con la especificación 6.4 del proyecto (4 -10 Lt / min) Se fabrican ocho "piezas de prueba" que a continuación se explican

3.5.1 PIEZA DE PRUEBA

Las ocho piezas de prueba tienen como objetivo principal saber como varía a diferentes diámetros de descarga el caudal, al someterse a diferentes presiones como se especifica en la tabla 3.1

Esta área transversal varía para cada pieza, se hicieron 8 piezas con sus respectivos barrenos de 1.58 mm (1/16"), 3.17 mm (1/8"), 3.96 mm (5/32"), 4.76 mm (3/16"), 5.16 mm (13/64"), 5.55 mm (7/32"), 6.35 mm (1/4"), 7.93 mm (5/16")



Nota. Este dibujo se detalla en "Planos"

Fig 3.6 Piezas de prueba

3.5.2 DISEÑO DE PROTOTIPO

En el diseño de las regaderas se propuso que por facilidad de fabricación, las partes que las componen (cople a la instalación hidráulica, nudo móvil, cople al cuerpo de la regadera, cuerpo de la regadera, distribuidor de chorro y tapa distribuidora) tengan las mismas dimensiones, excepto para el orificio de descarga que se localiza en el cuerpo de la regadera y nudo móvil (ver figura 3.5 planos de fabricación).

El material de los componentes de las regaderas (aplicación baja y alta presión) es latón, éste se empleó por su facilidad de maquinado y apariencia estética en el acabado.

Las regaderas con aplicación baja y alta presión tomarán el nombre de regadera prototipo para el seguimiento de esta tesis.

Los prototipos de regadera constan de las siguientes piezas.

1. Cople a la instalación hidráulica

Conector que acopla la regadera a la instalación hidráulica o tubería de alimentación de agua, su forma y dimensiones son basándose en los estándares de rosca

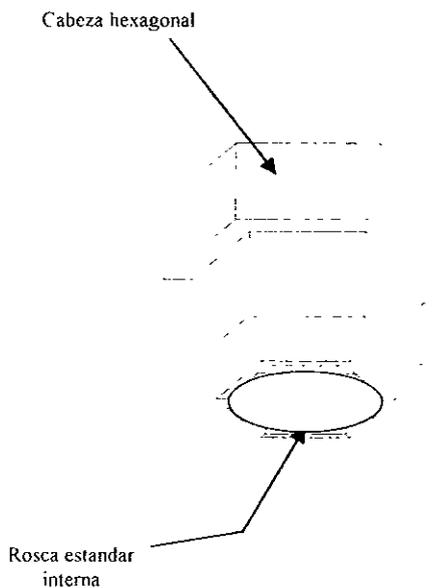


Fig 3 7 Cople a la instalación hidráulica.

Nota: Para más detalle ver planos de fabricación

2. Nudo móvil (o articulación)

Su función es unir el cople del cuerpo de la regadera mediante rosca y al cople de la instalación hidráulica, con una semiesfera o rótula, por medio de este se puede dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones. La geometría del nudo móvil se debe a necesidades de ajuste y ensamble con las otras partes que componen a la regadera, al maquinado y funcionalidad en su aplicación.

Consta de una semiesfera, rosca externa estándar y un orificio de descarga sobre el eje axial.

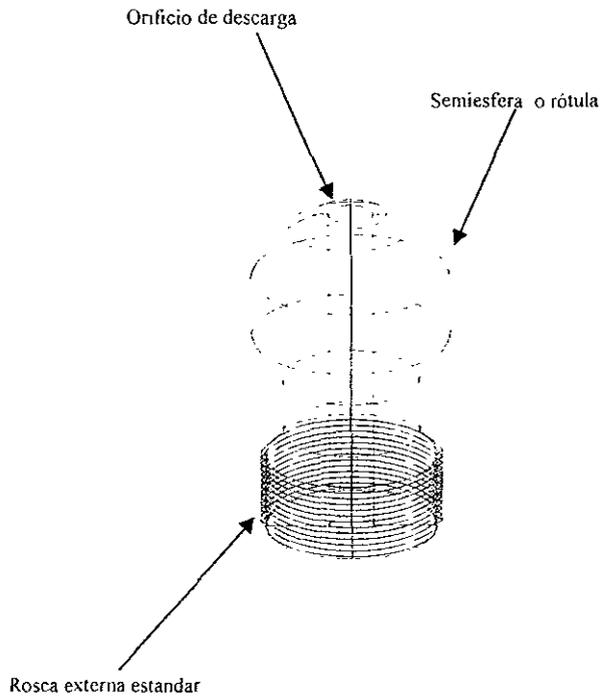


Fig. 3.8 Nudo móvil (o articulación).

Nota: Para más detalle ver planos de fabricación.

3 Cople al cuerpo de la regadera

Esta parte une al nudo móvil (o articulación) con el cuerpo de la regadera, además cumple con la función de dar mayor resistencia mecánica al dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones y dar una mejor apariencia estética.

Este elemento tiene rosca interna y externa, la rosca externa sujeta al cuerpo de la regadera, la interna va roscada con el nudo móvil, el diámetro de este cople está dado por el diámetro del cuerpo de la regadera, para que estos ensamblen

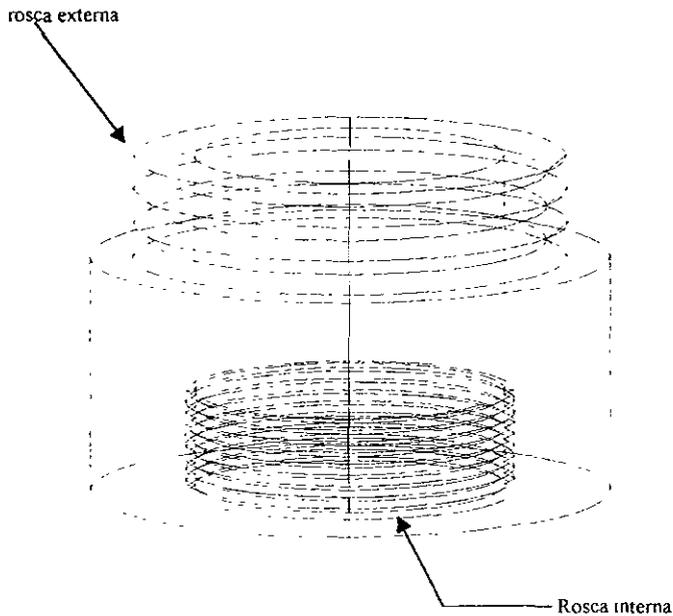


Fig 3.9 Cople al cuerpo de la regadera

Nota Para más detalle ver planos de fabricación

4 Cuerpo de la regadera.

Se fabricó considerando los siguientes criterios:

- La facilidad en el maquinado
- La experiencia de observar regaderas existentes en el mercado.
- Apariencia estética
- La forma de su geometría.
- Tamaño.

El cuerpo es el elemento principal del prototipo de la regadera cuyo objetivo es permitir la distribución del agua para su descarga.

El curvatura "a" en el extremo, su fin es solamente estético.

En la parte del cilindro hueco inferior el diámetro se determinó en base a la experiencia de observar los tamaños de regaderas comerciales y facilitar su maquinado. En la parte superior tiene otro cilindro hueco de menor diámetro, su función es unir el cople.

El orificio que comunica a los dos cilindros huecos, con este se regula el gasto de descarga en función de cumplir con las especificaciones y métodos de prueba que establece el proyecto de norma

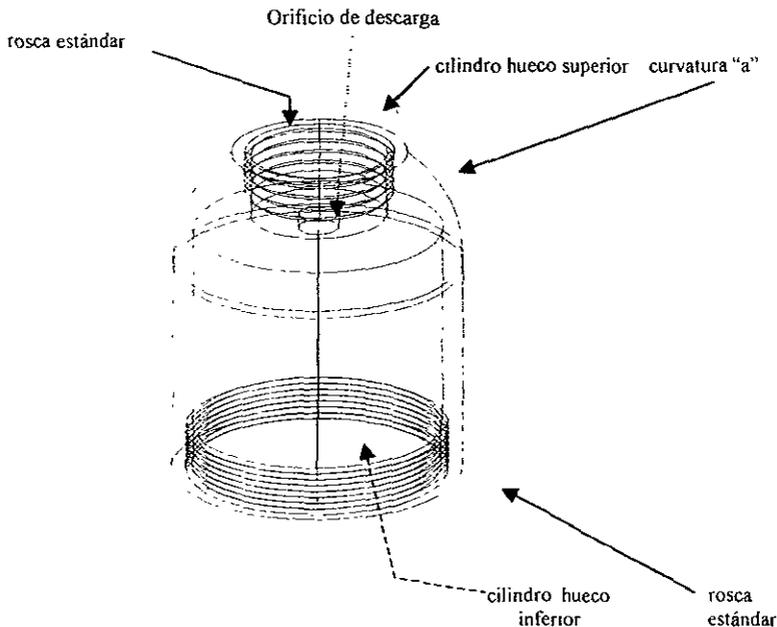


Fig. 3 10 Cuerpo de la regadera

Nota Para más detalle ver planos de fabricación

5 Distribuidor de chorro

Se observó que el haz de lluvia sin el distribuidor de chorro sólo se concentraba en la zona central de la tapa distribuidora y con este dispositivo se logró que el haz de lluvia fuera uniforme y así permitir una mejor funcionalidad de la regadera.

Este se localiza entre la tapa distribuidora y el cuerpo de la regadera, su diseño y posición de estos, es para romper el chorro de agua que viene por la descarga del cuerpo de la regadera, con lo que el chorro se distribuye por toda la tapa distribuidora logrando así un haz de lluvia uniforme.

Se necesitaba que el distribuidor de chorro tuviera forma convexa para lograr su función, se requería de material flexible para fabricarlo, por lo que plástico PVC fue uno de los materiales que tiene esa característica para su empleo.

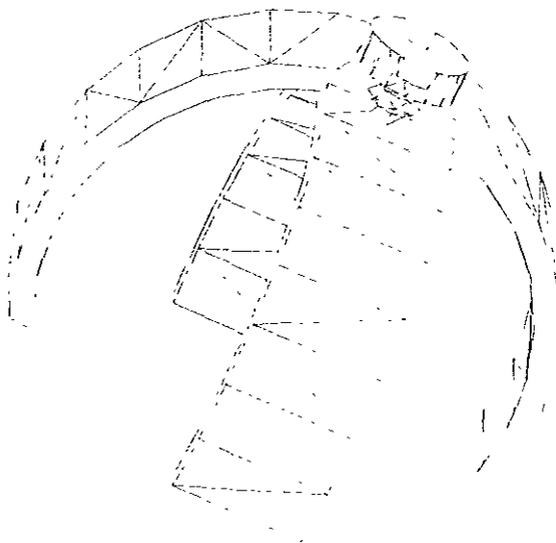


Fig 3 11 Distribuidor de chorro.

Nota: Para más detalle ver planos de fabricación.

6. Tapa distribuidora

Para el diseño de la tapa se propuso las siguientes características (Estos criterios son de acuerdo a la experiencia de observar las regaderas comerciales):

- 1 Los diámetros de los orificios sean de igual tamaño
- 2 Tendrá 4 anillos de orificios concéntricos. El número de orificios por anillo es el siguiente 27, 12, 6 y 6 de anillo exterior hacia el interior respectivamente
- 3 La distancia entre anillos será a la misma longitud (0.30 cm).

Orificios del mismo diámetro

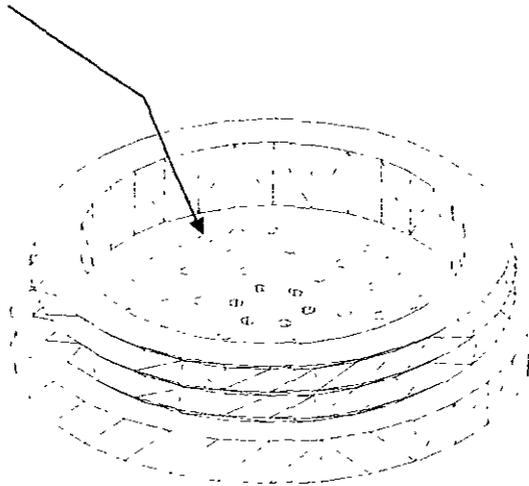


Fig 3 12 Tapa distribuidora

Nota Para más detalle ver planos de fabricación.

Para obtener el ángulo θ para cada anillo de orificios con respecto al eje vertical que pasa por el centro de la tapa distribuidora, en la figura 3 12 se mostrará en un sistema cartesiano, para determinar la distancia de la herramienta de corte a la tapa distribuidora y así maquinarse los orificios con determinado ángulo θ .

La tapa se colocará a partir del origen y el eje de su centro se hace coincidir con el eje Y.

El chorro que sale del punto A caerá en el punto B, para que el chorro tenga esa dirección en el punto A, el orificio debe tener una orientación o ángulo θ como se muestra en la figura 3.13. Para garantizar que se cumpla la especificación del haz de lluvia, se proponen condiciones críticas, es decir que el chorro viaje en línea recta, de A a B.

La obtención del ángulo θ es relacionado directamente con el tamaño de la tapa distribuidora, y con el cumplimiento de la especificación del haz de lluvia, como se muestra en la figura 3.13 donde se aplica la geometría analítica, (ecuación de la línea recta)

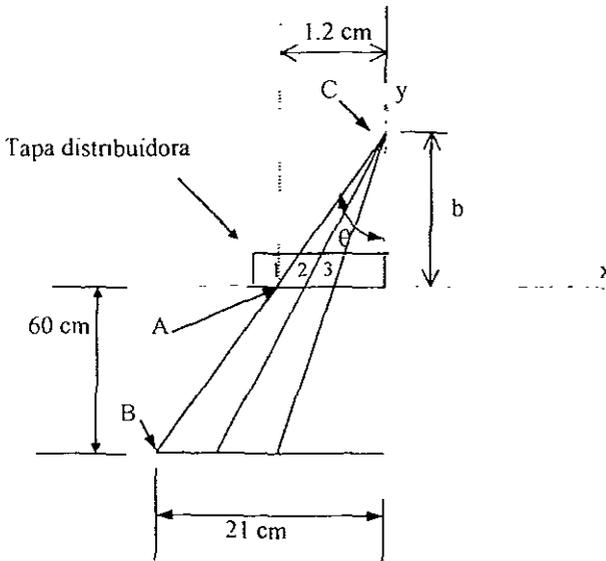


Fig 3.13 Tapa distribuidora (vista de corte) y dimensiones de especificación de haz de lluvia

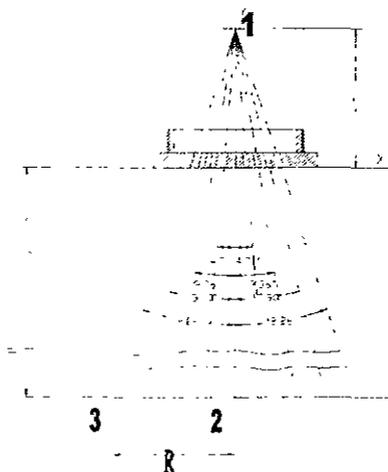
En la figura 3.13 se observa la vista de corte de la tapa distribuidora, la altura donde se colocará la herramienta de corte es el punto C, para el maquinado de los orificios en los puntos 1,2 y 3.

Cálculo del ángulo θ formado por la línea vertical que coincide con el centro y el eje axial al centro del orificio.

Para este cálculo existen dos incógnitas.

1. La distancia de la herramienta de corte a la tapa distribuidora, que en este caso será la obtención de la ordenada al origen b
2. El ángulo θ con que se va a girar la herramienta con respecto a la línea vertical que coincide con el centro de la tapa distribuidora para el maquinado de los orificos

Para proceder con el cálculo nos auxiliaremos de la siguiente figura para mejor ilustración del problema



En la figura se muestra un triángulo rectángulo, que lo forman los puntos 1,2 y 3, de manera que para obtener el ángulo θ se utiliza la relación trigonométrica

$$\text{tang } \theta = R / (60 + b)$$

de la ecuación obtenida se tiene dos incógnitas (θ , b), para obtener la ordenada al origen

" b " se obtendrá mediante la ecuación de la recta

$$y - y_1 = ((y_2 - y_1) / (x_2 - x_1))(x - x_1)$$

Se sustituyen los dos puntos conocidos A y B que se muestran en la figura 3.13, la ecuación queda de la siguiente manera

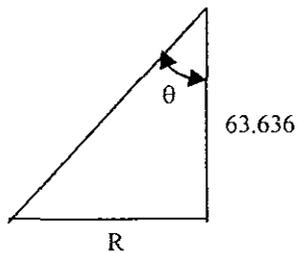
$$y=3.03(x +1.2)$$

La relación que se obtuvo se pasará a la forma $y = m x + b$

$$y=3.03x+3.636$$

donde el valor de la ordenada al origen es $b=3.636$

El resultado obtenido se muestra en la siguiente figura



Los resultados que se muestran en el siguiente cuadro son obtenidos con la siguiente relación

$$\theta = \text{tang}^{-1}(x/63.36)$$

<i>R (cm)</i>	θ
21.00	18.26
15.75	13.9
10.50	9.36
5.25	4.71

Tabla 3.5 Resultados de los ángulos de giro de la herramienta de corte.

	REGADERAS PROTOTIPO (ALTA Y BAJA PRESION)	REGADERAS COMERCIALES	COMENTARIOS
No de partes	7	10	Es mejor el prototipo
Chapetón	NO	SI	No es necesario
Obturador	NO	SI	Es opcional
Distribuidor de chorro	SI	NO	Se obtiene un haz uniforme
Reductor de flujo	SI	SI	Es necesario
Niple o brazo	NO	NO	No se incluye en la regadera.
Empaques	SI	SI	Necesario
Conexión de la unión	SI	SI	Necesario
Nudo móvil o articulación	SI	SI	Necesario
Tapa distribuidora	SI	SI	Necesario
Cuerpo de la regadera	SI	SI	Necesario
Difusor	NO	SI	Se sustituye por el distribuidor de chorro

Tabla 3.6 Comparación de las regaderas prototipos contra las comerciales.



Estas partes son iguales para regadera comercial y prototipo.

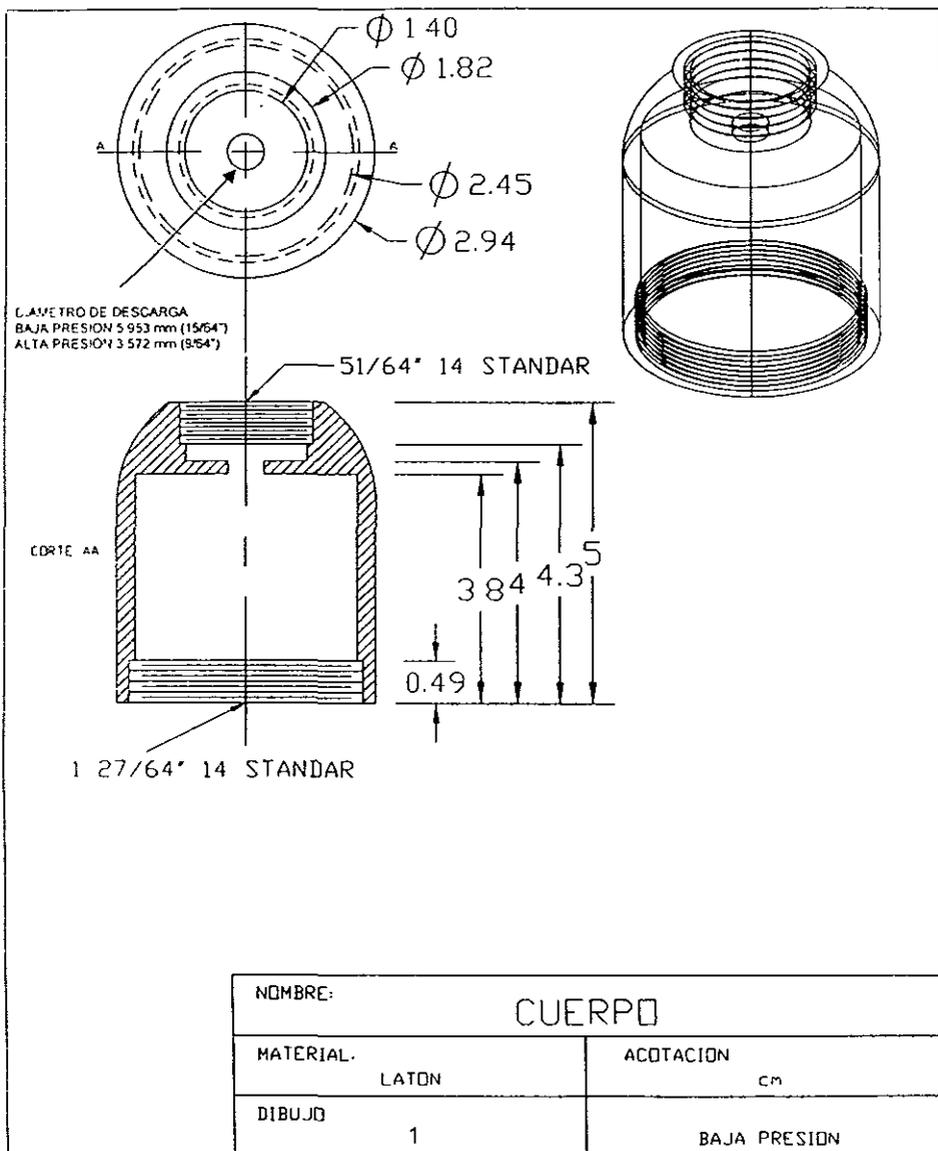
Comentarios (Tabla 3.6)

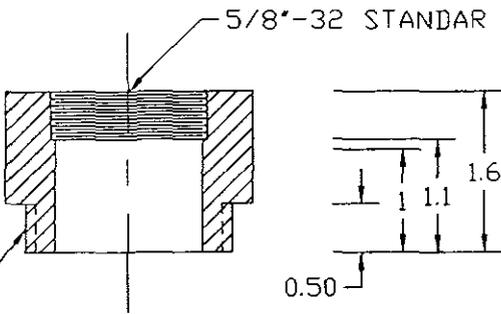
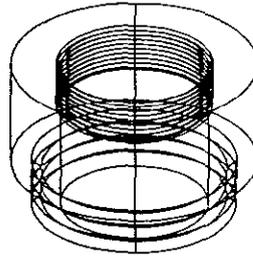
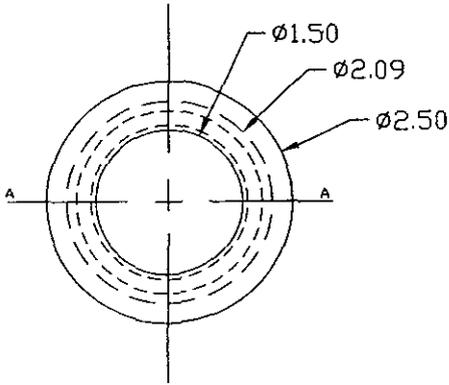
La regadera prototipo tiene algunos cambios respecto a la comercial que son:

- Menor número de piezas (tres)
- No cuenta con el difusor, y su función de este es sustituida por el distribuidor de chorro lo que permite una mejor distribución del haz de lluvia

Las partes de las regaderas sombreadas en la tabla, son necesarias para cualquier regadera, las otras partes si pueden sustituirse (chapetón, obturador, distribuidor de chorro, niple o brazo y difusor).

37 PLANOS DE FABRICACION DEL PROTOTIPO Y DIBUJOS DE ENSAMBLE



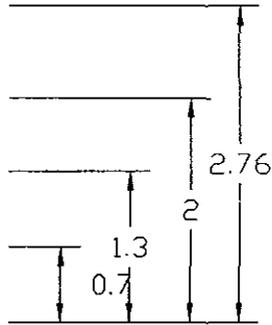
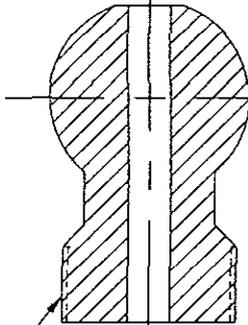
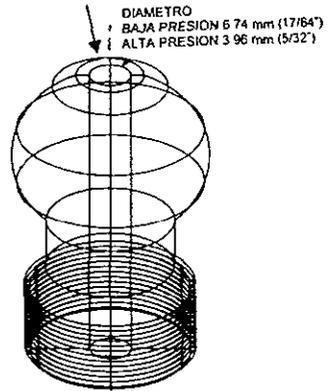
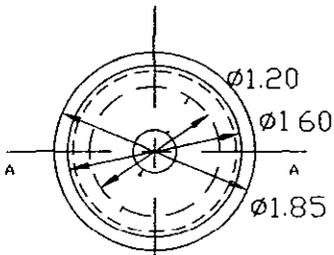


0.50

53/64"-14 STANDAR

CORTE AA

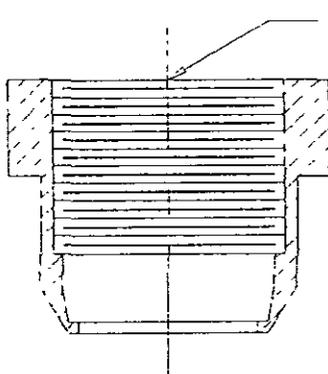
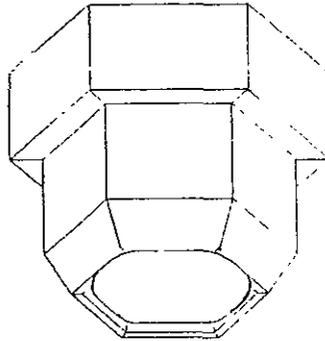
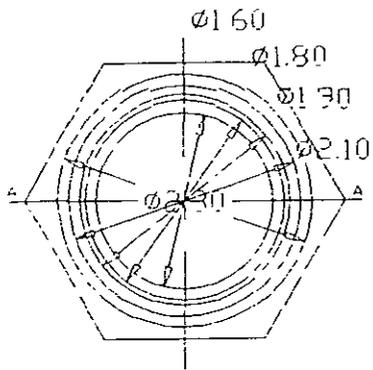
NOMBRE:	COPILE	
MATERIAL:	LATON	ACOTACION:
DIBUJO:	2	cm



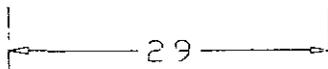
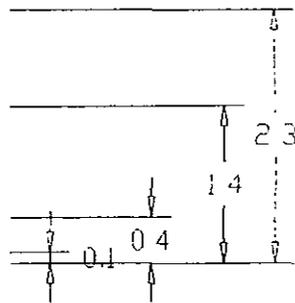
39/64" 32 STANDAR

CORTE AA

NOMBRE	NUDO MOVIL	
MATERIAL	LATON	ACOTACION cm
DIBUJO	3	ALTA PRESION

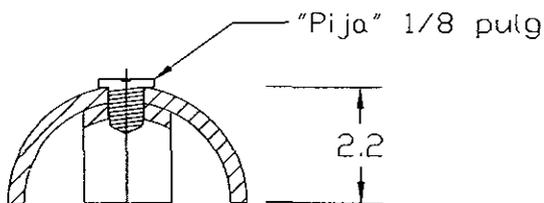
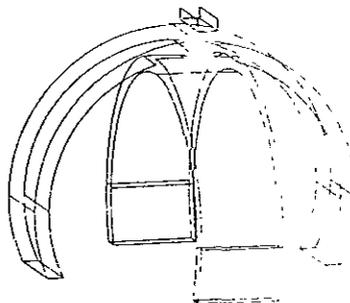
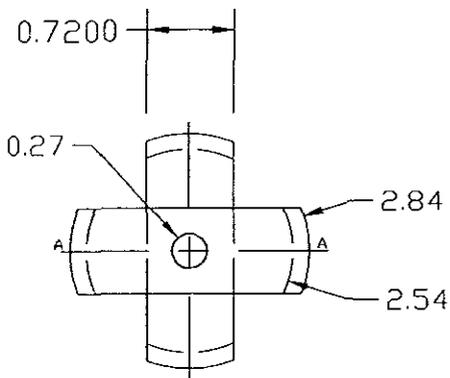


1/2" 14 PCT (NPT)



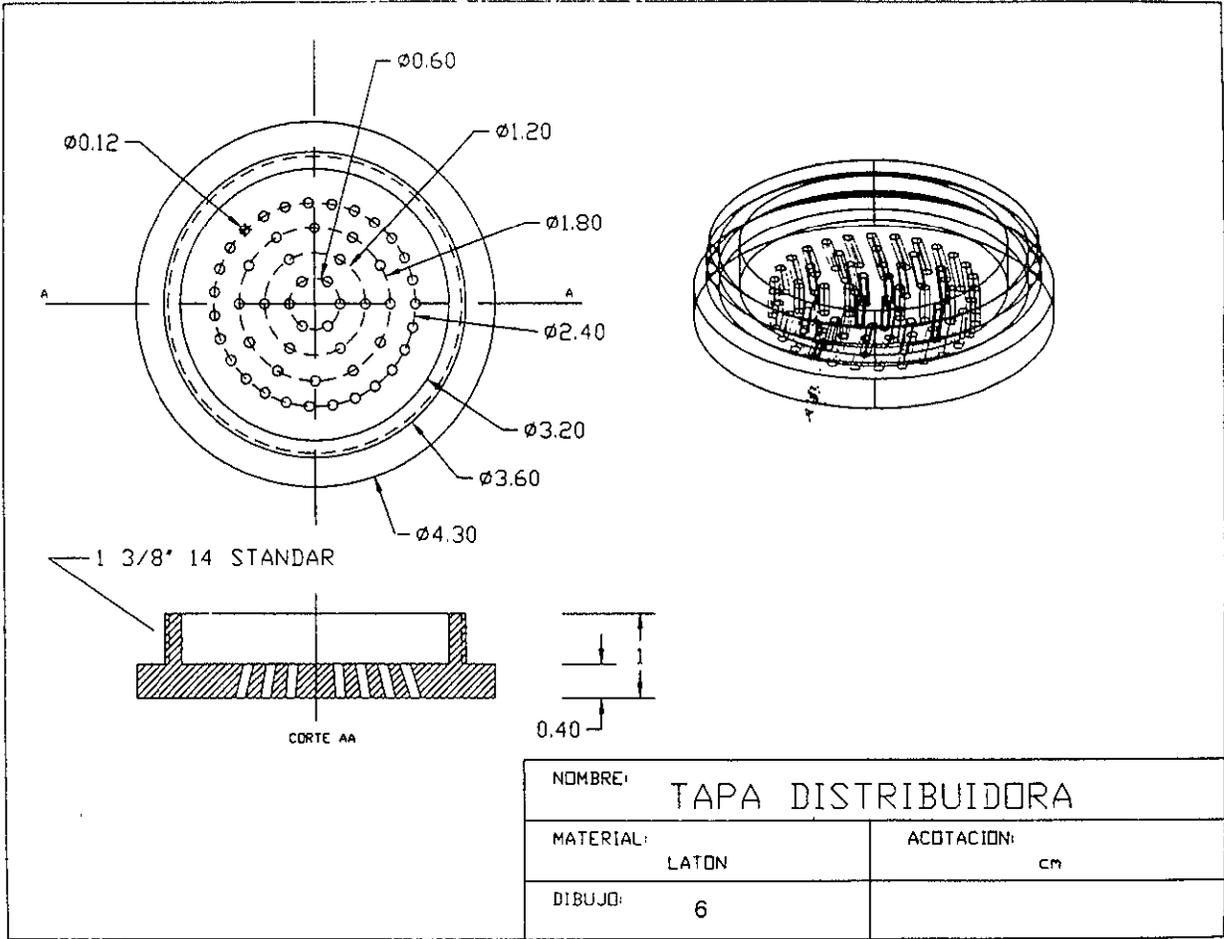
CORTE AA

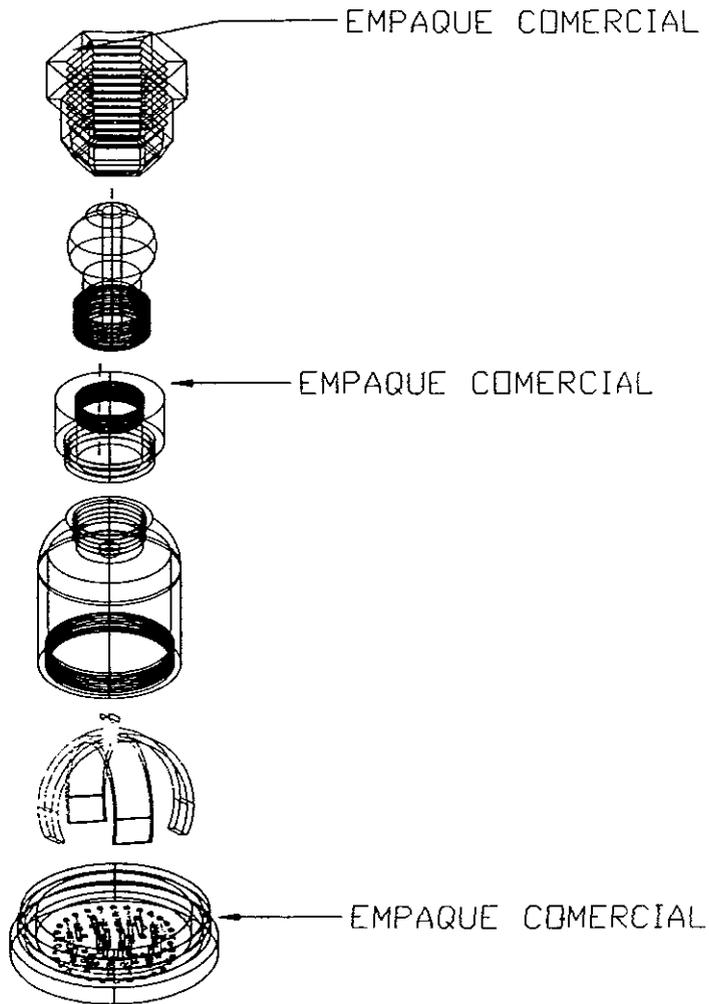
NOMBRE	COPLE CON EL TUBO	
MATERIAL	LATON	ACOTACION cm
DIBUJO	4	



CORTE AA

NOMBRE. DISTRIBUIDOR DE CHORRO	
MATERIAL. PLASTICO PVC	ACOTACION cm
DIBUJO 5	





NOMBRE	DIBUJO DE ENSAMBLE	
MATERIAL:	LATON Y PLASTICO PVC	ACOTACION: cm
DIBUJO:	7	

CAPITULO 4

4. PRUEBAS Y RESULTADOS.

En esta etapa se muestran los resultados de las pruebas realizadas a las ocho "piezas de prueba" y a las dos regaderas prototipo, así también se menciona los resultados de pérdidas de carga para cada una de estas.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), tienen laboratorios acreditados para evaluar regaderas para el aseo corporal, basándose en las especificaciones y metodología que establece el proyecto de norma (ver apéndice A).

Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la DGCOH, en su Laboratorio de Ingeniería experimental, ubicado en Av División del Norte No. 3330, Col Cd. Jardín, C P 04370, Delegación Coyoacán, México, D.F.

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD.

Estas pruebas sirven para comprobar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto de norma, que son:

- Dimensiones y tolerancias.
- Par de apriete para instalación.
- Determinación de gasto.
- Eficiencia del haz de lluvia.
- Ancho mínimo del haz de lluvia.
- Resistencia a la presión hidráulica

4.2 PIEZAS DE PRUEBA*.

Como el diseño de las regaderas prototipo fue experimental, el principal objetivo es conocer el diámetro del orificio de descarga (ver fig. 3.10 cuerpo de la regadera) para regular el gasto de agua a diversas presiones de trabajo (ver tabla 3.1).

Por tal razón es necesario conocer el tamaño de diámetro del orificio de descarga localizado en el cuerpo de la regadera, para esto se realizaron ocho "piezas de prueba" con los diferentes diámetros de descarga: 7.93 mm (5/16"), 6.35 mm (1/4"), 5.55 mm (7/32"), 5.16 mm (13/64"), 4.76 mm (3/16"), 3.96 mm (5/32"), 3.17 mm (1/8") y 1.58 mm (1/16"), (tabla 4.1), y así conocer el diámetro de descarga que pueda cumplir con la especificación de gasto del proyecto de norma (ver apéndice A).

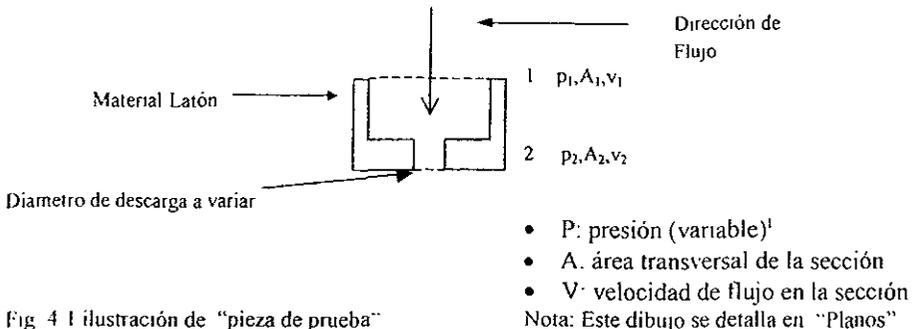


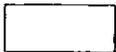
Fig. 4.1 Ilustración de "pieza de prueba"

* 1 es una pieza de experimentación que simula al cuerpo de la regadera

¹ Con esta presión P_1 (ver valores en tabla 4.1) se someten a prueba las "piezas de prueba", medida en el punto 1 como lo muestra la figura 4.1 (especificación 6.4 proyecto de Norma)

Los resultados obtenidos de las ocho piezas de prueba diseñadas con sus diferentes diámetros de descarga son

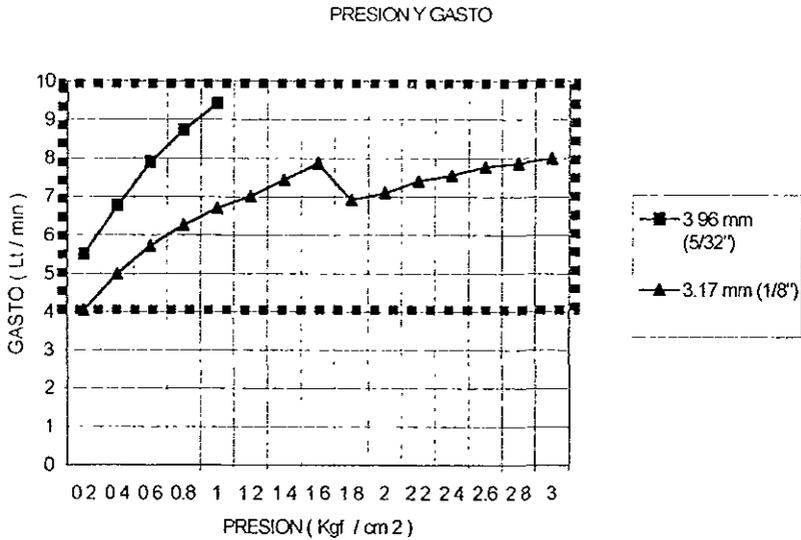
PRESION Kg/cm ²	GASTO Lt/min							
	DIAMETROS DE SALIDA EN mm (pulg)							
	7.93 mm (5/16")	6.35 mm (1/4")	5.55 mm (7/32")	5.16 mm (13/64")	4.76 mm (3/16")	3.96 mm (5/32")	3.17 mm (1/8")	1.58 mm (1/16")
0.2	8.51	7.6	6.73	6.38	6.1	5.5	4.04	2.56
0.4	11.18	10.09	8.7	7.76	7.46	6.76	4.99	2.86
0.6	12.92	11.37	10.19	8.93	9.35	7.9	5.72	3.02
0.8	13.76	12.75	11.61	10.08	10.33	8.73	6.26	3.19
1	14.17	14.23	12.22	10.69	11.28	9.42	6.7	3.31
1.2	16.2	15.19	12.98	11.48	11.92	10.3	7.02	3.11
1.4	17.01	16.14	13.68	12.21	12.45	10.7	7.44	3.17
1.6	17.69	16.4	14.11	12.54	13.14	11	7.87	3.29
1.8	18.73	17.16	14.72	12.98	13.42	11.53	6.92	3.34
2	19.03	17.89	15.15	13.5	14.08	11.9	7.11	3.4
2.2	19.54	18.18	15.71	13.64	14.52	12.27	7.4	3.46
2.4	20.04	18.4	16.09	14.21	14.8	12.82	7.56	3.53
2.6	20.73	19.03	16.56	14.55	15.23	13.1	7.78	3.56
2.8	21.04	19.43	17.17	14.97	15.64	13.43	7.87	3.64
3	21.32	19.67	17.48	15.28	15.97	13.78	8	3.67



Diámetros que cumplen con la especificación 6.4 del proyecto de norma

Tabla 4.1 Resultados de las ocho "piezas de prueba".

Nota: Estos resultados son basándose en la especificación 6.4 del proyecto de norma (ver apéndice A)



Especificación 6.4 del proyecto de norma

Grafica 4.1 Curvas características de pieza de prueba

COMENTARIOS DE LA TABLA 4.1

Con los resultados obtenidos como se muestra en la tabla 4.1 se concluye que a mayor diámetro de descarga, mayor gasto volumétrico.

Para la pieza de prueba con diámetro de descarga 3.17 mm (1/8") cumple con la especificación de gasto (ver tabla 3.1) Se observa que con el mismo diámetro ésta es útil para baja y alta presión.

- Para baja presión (0.2 – 1.0 kgf / cm²), su gasto es 4.04 - 6.70 Lt/min.
- Para alta presión (1.0 – 3.0 kgf / cm²), su gasto es 6.70 - 8.00 Lt/min.

Para la pieza de prueba con diámetro de descarga 3 96 mm (5/32") cumple únicamente para baja presión, su gasto es 5 5 - 9.42 Lt/min.
 Los diámetros de salida: 7 93 mm (5/16"), 6 35 mm (1/4"), 5.55 mm (7/32"), 5.16 mm (13/64") y 4.76 mm (3/16"), no cumplen con la especificación de gasto del proyecto de norma

4.2.1 PÉRDIDAS DE CARGA (PIEZAS DE PRUEBA)

Las pérdidas de carga que a continuación se presentan tiene como objetivo determinar la variación de carga con respecto a la presión y para los mismos valores de presión de prueba observar la variación de las pérdidas de carga entre las "piezas de prueba" y las regaderas prototipo debido a que estos tienen diferentes diámetros de descarga (diámetro de estrangulación) Se calcularán las pérdidas de carga para las dos "piezas de prueba" que cumplen la especificación 6.4.

Las pérdidas de carga se obtiene de la ecuación de la energía mencionada en el capítulo 2, ec (11).

$$P_1 / \rho g + v_1^2 / 2g + z_1 = P_2 / \rho g + v_2^2 / 2g + z_2 + w_s / g + w_v / g + (u_1 + u_2 - q) / g \dots \text{ec.(a)}$$

p presión [Pa]

v velocidad [m/s]

z altura [m]

ρ densidad del agua 1000 [Kg/m³]

g gravedad 9.81[m/s²]

w_s trabajo de flecha

w_v trabajo de fuerzas viscosas

u energía interna

q calor

Como no existe trabajo de flecha y despreciando el cambio de energía interna y calor generado durante la trayectoria del fluido.

La ecuación queda:

$$h_{\text{pérdidas}} = (P_1 - P_2) / \rho g + (v_1^2 - v_2^2) / 2g + (z_1 - z_2) \quad (\text{b})$$

donde: P₁, v₁, z₁ y P₂, v₂, z₂ son condiciones como se muestra en la figura 4.1

Las velocidades medias v₁ y v₂ se calcularan con las siguientes relaciones

De la ecuación de continuidad:

$$v_1 = Q_1 / A_1 \dots \text{ec (c)}$$

$$v_2 = Q_2 / A_2 \dots \text{ec. (d)}$$

dado que el gasto es el mismo entonces Q₁ = Q₂ = Q

$$v_1 = Q / A_1 \quad v_2 = Q / A_2 \quad A = \pi d^2 / 4$$

Q gasto volumétrico (se toma el gasto de la tabla 4 1)

A area de la sección transversal (entrada y salida de la fig. 4.2).

d diametro de la sección transversal (salida de la fig. 4 2).

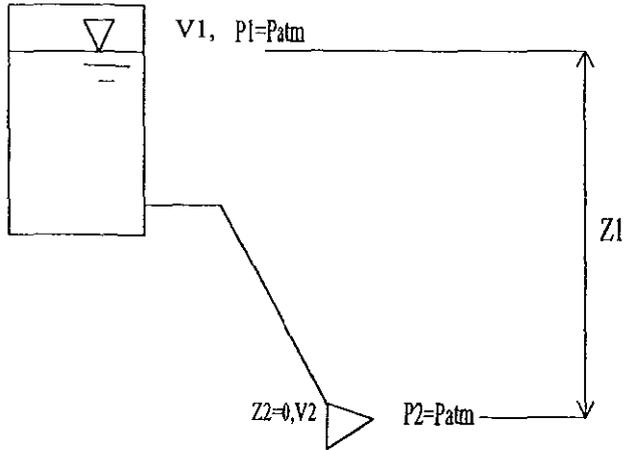


Fig 4 2 Ilustración tinaco - regadera

Nota La velocidad V_1 se considera un valor de 0 01 (m / s).

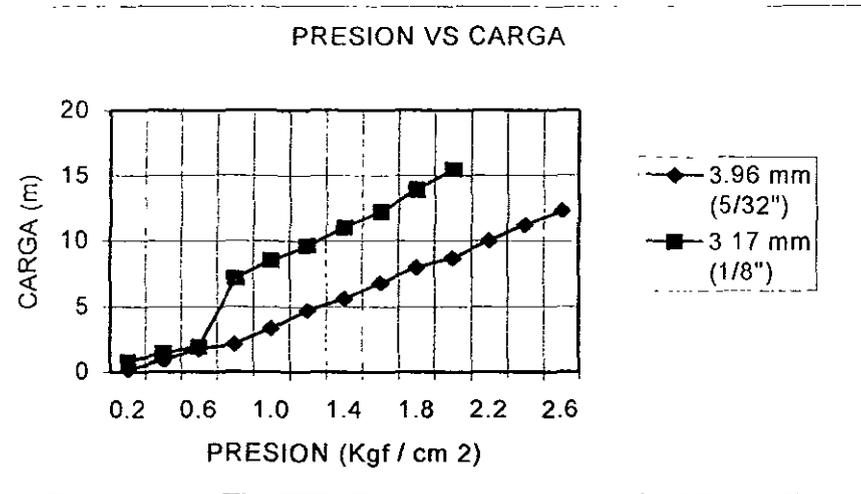
Para calcular las pérdidas de carga a las 2 “piezas de prueba” se sustituyen los valores de los diámetros de 3.96 mm (5/32”) y 3.17 mm (1/8”), y los datos de la tabla 4 1, en la ecuación (b)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de pérdidas de carga para las dos “piezas de prueba”

PIEZA DE PRUEBA					
PERDIDAS DE CARGA m (Kgf / cm ²)					
PRESION Kgf / cm ²	3 96 mm (5/32”)		3 17 mm (1/8”)		
	m	Kgf / cm ²	m	Kgf / cm ²	
0.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.6	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00
0.8	0.89	0.09	0.00	0.00	0.00
1.0	1.72	0.17	0.00	0.00	0.00
1.2	2.10	0.21	0.80	0.80	0.08
1.4	3.31	0.33	1.42	0.14	0.14
1.6	4.71	0.47	1.92	0.19	0.19
1.8	5.59	0.56	7.12	0.71	0.71
2.0	6.78	0.68	8.51	0.85	0.85
2.2	7.95	0.79	9.55	0.96	0.96
2.4	8.66	0.87	11.01	1.10	1.10
2.6	9.98	1.00	12.24	1.22	1.22
2.8	11.17	1.12	13.92	1.39	1.39
3.0	12.28	1.23	15.45	1.55	1.55

Nota Se consideran despreciables las pérdidas de carga donde se obtienen valores aproximados a cero

Tabla 4 2 Obtención de las pérdidas de carga de las dos “piezas de prueba”



Gráfica 4.2 Curvas de pérdidas de carga (de las 2 "piezas de prueba").

COMENTARIOS DE PERDIDAS DE CARGA ("PIEZAS DE PRUEBA")

Como las "piezas de prueba" son de una sola pieza, la pérdida de carga en éstas es menor a las regaderas prototipo (para mismo diámetro de descarga o estrangulación), como se mostrará más adelante, esto es porque las regaderas prototipo tienen seis partes (mayor número de accesorios, ver cap. 2 punto 2.3) por lo que el diámetro del orificio de descarga que se localiza en el cuerpo de la regadera prototipo debe ser mayor a la "pieza de prueba". Las "piezas de prueba" que cumplieron con la especificación 6.4 de proyecto de norma son 3.96 mm (5/32") y 3.17 mm (1/8") para baja y alta presión respectivamente.

Por lo tanto, y en base a la experimentación misma, la regadera prototipo debe ser mayor su diámetro de descarga, resultando en 3.96 mm (5/32") mm (1/8") y 3.17 mm (1/8") para baja y alta presión respectivamente.

4.3 PRUEBAS A LAS REGADERAS PROTOTIPO

En ambos casos las regaderas con aplicación de baja (con diámetro en orificio de descarga de 5.953 mm (15/64")) y alta presión (con diámetro en orificio de descarga de 3.572 mm (9/64")) son probadas de acuerdo a las especificaciones y la metodología como lo establece el proyecto (Ver Apéndice A)

4.3.1.1 PRUEBAS A LA REGADERA PROTOTIPO (BAJA PRESIÓN)

En las siguientes tablas (4.3, 4.4 y 4.5), se tienen los resultados de las pruebas realizadas a la regadera prototipo (baja presión), donde pasa todas las especificaciones que establece el proyecto de norma.

		PRUEBA (CUMPLE)					
1 No. Especimen	2 Tipo Presión	3 Conexión	4 Par Apriete	5 Gasto	6 Haz de lluvia	7 Ancho mín. Haz	8 Resist. Presión hidráulica
01	Baja	SI	SI	SI	SI	SI	SI

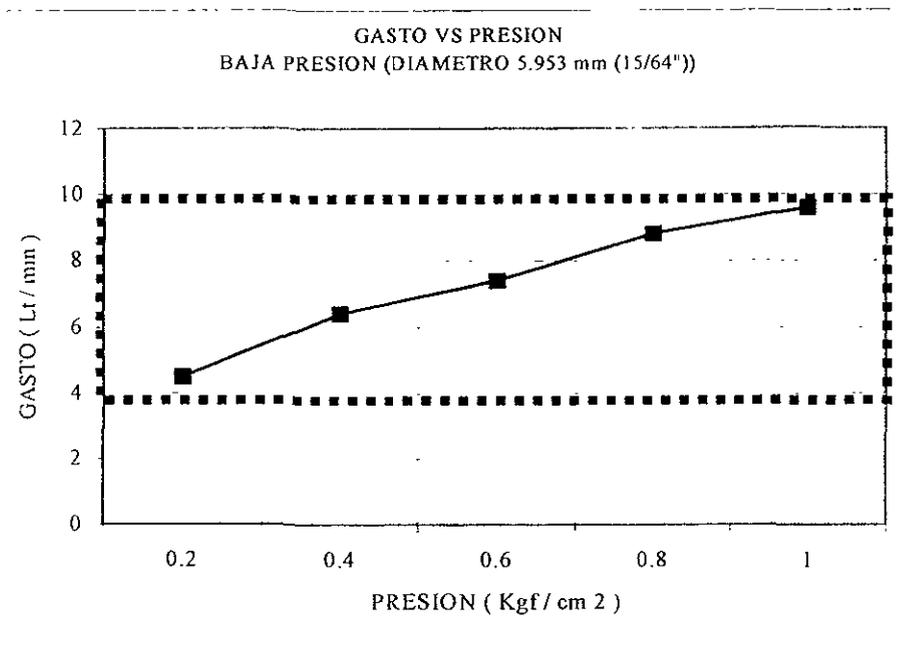
Tabla 4.3 Especificaciones evaluadas a la regadera prototipo (baja presión).

PRESION (kg/cm ²)	GASTO (L/min)
0.2	4.5
0.4	6.4
0.6	7.4
0.8	8.8
1.0	9.6

Tabla 4.4 Resultados regadera baja presión (presión - gasto)

Rango de presión de trabajo KPa (Kg/cm ²)	Niveles de edificación (2.40 m /nivel)	Limite inferior		Limite superior		Presión de prueba KPa (Kg/cm ²)	Diámetro de descarga mm (pulgadas)
		Presion Kpa (Kg/cm ²)	Gasto L./min	Presion Kpa (Kg/cm ²)	Gasto L./min		
20-98 (0.2 - 1.0)	1-4	20 (0.2)	4.0	98 (1.0)	10.0	294 (3.0)	5.953 (15/64")

Tabla 4.5 Parametros de prueba y características del prototipo



Especificación 6.4 proyecto de norma

Gráfica 4 3 Curva característica regadera prototipo baja presión (presión - gasto)

COMENTARIO DEL PROTOTIPO DE BAJA PRESIÓN

La regadera supera todas las especificaciones que establece el proyecto de norma, se observa un caudal mínimo de 4.5 Lt / min, a una presión de 20 Kpa (0.2 Kg/ cm²), y un máximo de 9.6 Lt / min, a una presión de 98 Kpa (1.0 kgf / cm²) lo cuál está dentro de la especificación (4-10 Lt/min)

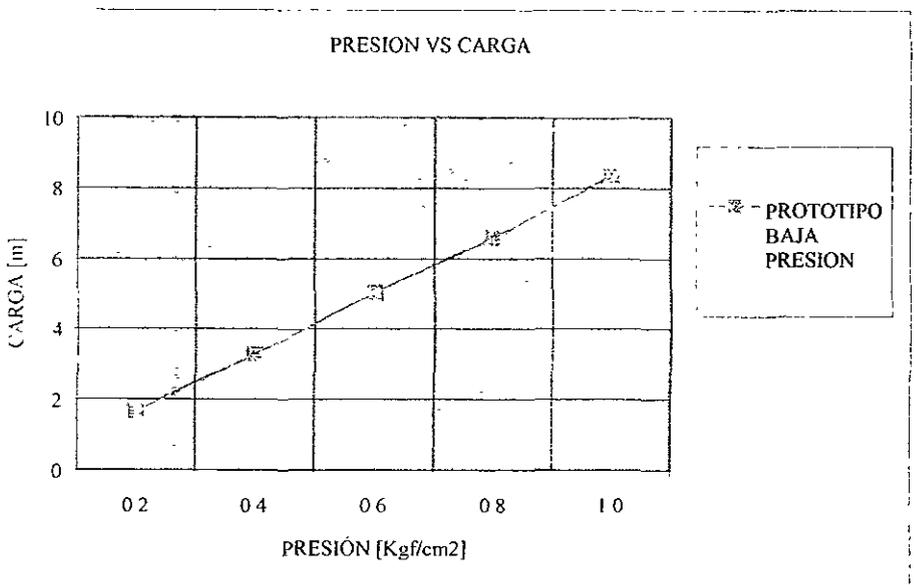
Del gasto mínimo 4.5 Lt / min y máximo de 9.6 Lt / min se tiene un promedio de 7.34 Lt / min

4.3.1.2 PERDIDAS DE CARGA (PROTOTIPO BAJA PRESION)

Las pérdidas de carga que a continuación se presentan tiene como objetivo observar la variación de carga con respecto a la presión. A continuación se presentan los resultados de pérdida de carga del prototipo de baja presión

PRESION Kgf / cm ²	PERDIDA DE CARGA	
	[m]	[Kg / cm ²]
0.2	1.63	0.16
0.4	3.25	0.32
0.6	5.00	0.50
0.8	6.58	0.65
1.0	8.32	0.83

Tabla 4.6 Resultados de pérdida de carga regadera prototipo (baja presión)



Gráfica 4.4 Curva de pérdida de carga de regadera prototipo (baja presión)

Como se observa en la tabla 4.6, las pérdidas de presión aumentan linealmente a mayor presión

4.3.2.1 PRUEBAS A LA REGADERA PROTOTIPO (ALTA PRESIÓN)

En las siguientes tablas (4.7, 4.8 y 4.9), se tienen los resultados de las pruebas realizadas a la regadera prototipo (alta presión), donde pasa todas las especificaciones que establece el proyecto de norma.

		PRUEBA (CUMPLE)					
1 No. Especimen	2 Tipo Presión	3 Conexión	4 Par Apriete	5 Gasto	6 Haz de lluvia	7 Ancho mín Haz	8 Resist. Presión hidráulica
02	Alta	SI	SI	SI	SI	SI	SI

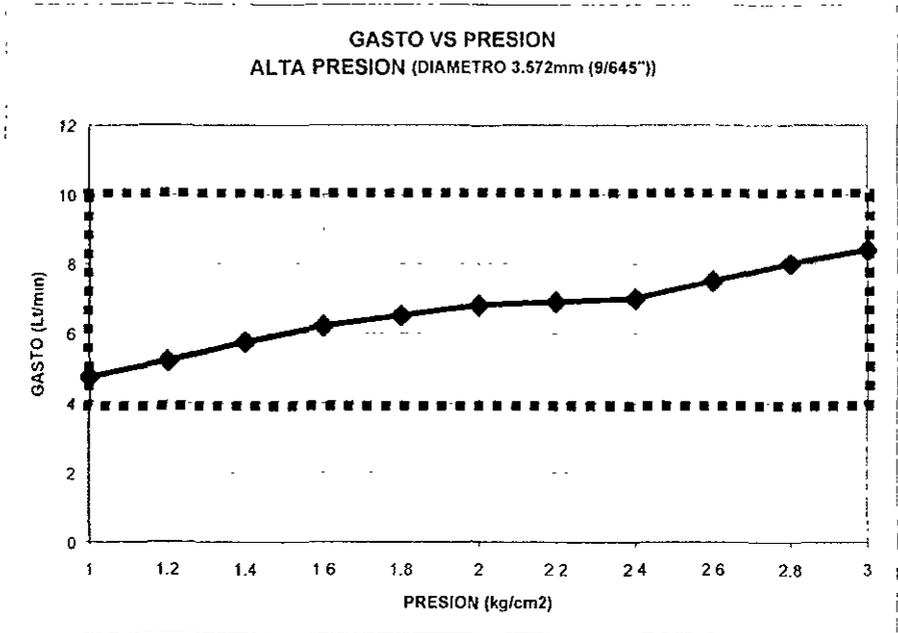
Tabla 4.7 Especificaciones evaluadas a la regadera prototipo (alta presión)

PRESION (kg./cm ²)	GASTO (Lt/min)
1	4.75
1.2	5.2
1.4	5.75
1.6	6.2
1.8	6.5
2	6.8
2.2	6.9
2.4	7
2.6	7.5
2.8	8
3	8.4

Tabla 4.8 Resultados regadera alta presión (presión - gasto)

Rango de presión de trabajo KPa (Kg/cm ²)	Niveles de edificación (2.40 m /nivel)	Limite inferior		Limite superior		Presión de prueba KPa (Kg/cm ²)	Diámetro de descarga mm (pulgadas)
		Presión Kpa (Kg/cm ²)	Gasto l./min	Presión Kpa (Kg/cm ²)	Gasto l./min		
98-294 (1.0-3.0)	4-12 Equipo hidroneumatico	98 (1.0)	4.0	294 (3.0)	10.0	588 (6.0)	3.572 (9/64")

Tabla 4.9 Parámetros de prueba y características del prototipo



Especificación 6 4 del proyecto de norma

Gráfica 4 5 Curva característica regadera prototipo alta presión (presión - gasto)

COMENTARIO DEL PROTOTIPO DE ALTA PRESIÓN

La regadera supera todas las especificaciones que establece el proyecto de norma, se observa un caudal mínimo de 4.75 Lt / min, a una presión de 98 Kpa (1 0 Kg_f / cm²), y un máximo de 8 4 Lt / min, a una presión de 294 Kpa (3.0 kg_f / cm²) lo cuál está dentro de la especificación (4-10 Lt/min).

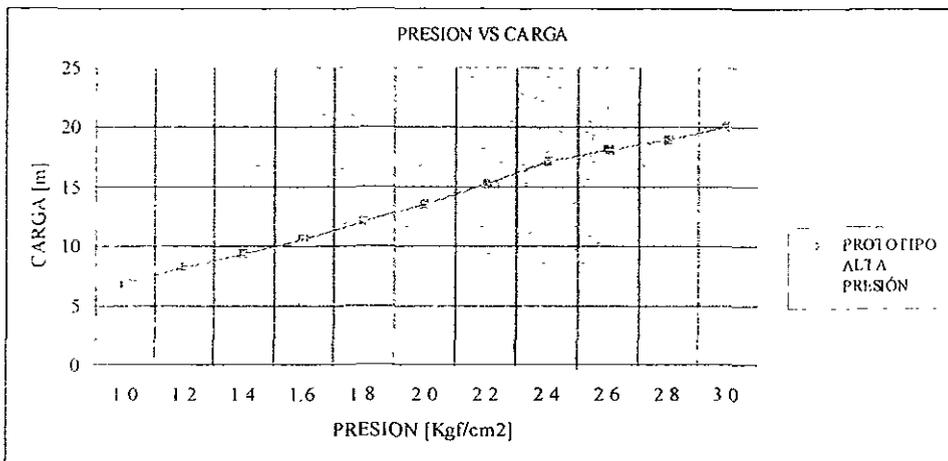
Del gasto mínimo 4.75 Lt / min y máximo de 8 4 Lt / min se tiene un promedio de 6.636 Lt / min

4.3.2.2 PERDIDAS DE CARGA (PROTOTIPO ALTA PRESIÓN)

Las pérdidas de carga o energía que a continuación se presentan tiene como objetivo observar la variación de carga con respecto a la presión. A continuación se presentan los resultados de pérdida de carga del prototipo de alta presión.

PRESION [Kg / cm ²]	PERDIDA DE CARGA	
	(m)	[Kg / cm ²]
1.0	6.81	0.68
1.2	8.18	0.81
1.4	9.33	0.93
1.6	10.57	1.05
1.8	12.03	1.20
2.0	13.47	1.34
2.2	15.27	1.52
2.4	17.08	1.70
2.6	18.05	1.80
2.8	18.96	1.89
3.0	20.03	2.00

Tabla 4 10 Resultados de pérdida de carga regadera prototipo (alta presión)



Gráfica 4 6 Curva de pérdida de carga de la regadera prototipo (alta presión)

Como se observa en la tabla 4 10. las pérdidas de presión aumentan en forma aproximada linealmente a mayor presión.

4.4 COMENTARIOS DE RESULTADOS DE REGADERAS PROTOTIPO

Las regaderas prototipo (baja y alta presión), cumplen con las especificaciones del proyecto de norma, de manera que satisface los objetivos de esta tesis (ahorro de agua y energía).

4.5 CARTAS DE CERTIFICACIÓN DE LAS REGADERAS PROTOTIPO

La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) extienden cartas de certificación de la evaluación a las regaderas prototipo (alta y baja presión) basándose en las especificaciones y métodos de prueba que establece el proyecto de norma NOM-066-SCFI-1994. A continuación se presentan las cartas certificadas con número de folio 0001 y 0002 para ambas regaderas prototipo



Ciudad de México

F-12

LABORATORIO DE INGENIERIA EXPERIMENTAL
PRUEBAS COMPLEMENTARIAS PARA REGADERAS

MARCA S/M MODELO S/M FOLIO 0001

CLASIFICACION BAJA PRESIÓN HOJA 1/2

CLAVE RE-LIE-04-02-0001 FECHA 28-AGOSTO-98

CRITERIO DE EVALUACIÓN NOM-066-SCFI-1994

ESP	MÉTODO	ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBAS	CUMPLE	NO CUMPLE
6.1	8.1	DIMENSIONES DE LA ROSCA NO DEBE SER MAYOR A UN HILO	1	
6.2	8.2	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN NO MAS DE 10 %	0	
6.2.2	8.3	RESISTENCIA AL PAR DE APRIETE 5 Nm (0.5 kgf/m)	*	
6.4	8.4	GASTOS DE 4 A 10 L/MIN PARA		
6.7	8.13	PRESIÓN BAJA (0.2 A 1.0 kgf/cm ²)	4 40 9 50	
6.7	8.13	PRESIÓN ALTA (1.0 A 3.0 kgf/cm ²)	---	---
6.7	8.13	GASTO PARA REGADERAS MANUALES DE 2 A 10 l/min PARA		
6.7	8.13	PRESIÓN BAJA (2.0 A 1.0 kgf/cm ²)	---	---
6.7	8.13	PRESIÓN ALTA (1.0 A 3.0 kgf/cm ²)	---	---
EVALUACIÓN FINAL			APROBADO	

OBSERVACIONES _____

-ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL Y TOTAL SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO DE PRUEBAS.
-ESTE INFORME AMPARA SOLAMENTE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

REALIZO: 
P.G.O

AUTORIZO: 
A.G.V



DIRECCION GENERAL DE
CONSTRUCCION Y OPERACION URBANICA



CIUDAD DE MÉXICO

F-13

LABORATORIO DE INGENIERIA EXPERIMENTAL
PRUEBAS COMPLEMENTARIAS PARA REGADERAS

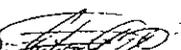
MARCA S/M MODELO S/M FOLIO 0002
CLASIFICACIÓN BAJA PRESIÓN HOJA 2/2
CLAVE RE-LIE-04-02-0001 FECHA 28-AGOSTO-98

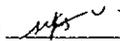
CRITERIO DE EVALUACIÓN NOM-066-SCFI-1994

FSP	MÉTODO	ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBAS	CUMPLE	NO CUMPLE
6.5.11	85	EFICIENCIA DEL HAZ DE LLUVIA MAYOR O IGUAL A 95% DEL VOLUMEN TOTAL.	100	
6.5.1	86	ANCHO DEL HAZ DE LLUVIA MAYOR A 0.10 m.	*	
6.6	87	TEMPERATURA MÁXIMA A 355 °K (82°C ± 4), SIN FUGA, GRIETAS O DEFORMACIONES	*	
6.7	88	RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA SIN FUGAS NI DEFORMACIONES		
		PRESION BAJA (3.0 kgf/cm ²)	*	
		PRESION ALTA (6.0 kgf/cm ²)	*	
6.8	89	HERMETICIDAD Y DURABILIDAD DESPUÉS DE 7000 CICLOS DE OPERACION	*	
6.9		OBTURADOR. DEBE PERMITIR UN PASO DE AGUA A PRESION DE 98 kPa (1.0 kgf/cm ²)	---	---
EVALUACIÓN FINAL			APROBADO	

OBSERVACIONES 6-8-8-9 NO APLICA POR CONTAR CON OBTURADOR EN SU DISEÑO

-ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL Y TOTAL SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO DE PRUEBAS
-ESTE INFORME AMPARA SOLAMENTE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

REALIZÓ: 
P.G.O.

AUTORIZO: 
A.G.V.



DIRECCIÓN GENERAL DE
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA



CIUDAD DE MÉXICO

F-12

LABORATORIO DE INGENIERIA EXPERIMENTAL
PRUEBAS COMPLEMENTARIAS PARA REGADERAS

MARCA S/M MODELO S/M FOLIO 0001
CLASIFICACIÓN: ALTA PRESIÓN HOJA 1/2
CLAVE RE-LTE-01-01-0001 FECHA 28-AGOSTO-98

CRITERIO DE EVALUACIÓN NOM-066-SCFI-1994

ESP.	MÉTODO	ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBAS	CUMPLE	NO CUMPLE
61	81	DIMENSIONES DE LA ROSCA, NO DEBE SER MAYOR A UN III B O	1	
62	82	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN NO MAS DE 10*	0	
622	83	RESISTENCIA AL PAP DE APRIETE 5 Nm (0.5 kgf/cm)	*	
64	84	GASTOS DE 4 A 10 L/MIN PARA		
67	813	PRESIÓN BAJA (0.2 A 1.0 kgf/cm ²)	---	---
67	813	PRESIÓN ALTA (1.0 A 3.0 kgf/cm ²)	4.70 8.35	
67	813	GASTO PARA REGADERAS MANUALES DE 2 A 10 l/min PARA		
67	813	PRESIÓN BAJA (2.0 A 1.0 kgf/cm ²)	---	---
67	813	PRESIÓN ALTA (1.0 A 3.0 kgf/cm ²)	---	---

EVALUACIÓN FINAL

APROBADO

OBSERVACIONES _____

-ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO DE PRUEBAS
-ESTE INFORME AMPARA SOLAMENTE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

REALIZO

[Firma]
P.G.O

AUTORIZO

[Firma]
A.G.V



DIRECCIÓN GENERAL DE
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN INDUSTRIAL



CIUDAD DE MEXICO

F-13

LABORATORIO DE INGENIERIA EXPERIMENTAL
PRUEBAS COMPLEMENTARIAS PARA REGADERAS

MARCA: S/M MODELO S/M FOLIO 0002

CLASIFICACIÓN ALTA PRESIÓN HOJA: 2/2

CLAVE RE-LIE-04-01-0001 FECHA 28-AGOSTO-98

CRITERIO DE EVALUACIÓN NOM-066-SCFI-1994

ESP	METODO	ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBAS	CUMPLE	NO CUMPLE
6.5.11	8.5	EFICIENCIA DEL HAZ DE LLUVIA MAYOR O IGUAL A 95 % DEL VOLUMEN TOTAL.	99	
6.5.1	8.6	ANCHO DEL HAZ DE LLUVIA MAYOR A 0.10 m	*	
6.6	8.7	TEMPERATURA MÁXIMA A 355 °A. (82°C ± 4) SIN FUGA, GRIETAS O DEFORMACIONES	*	
6.7	8.8	RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA SIN FUGAS NI DEFORMACIONES		
		PRESIÓN BAJA (3.0 kgf/cm ²)	*	
		PRESIÓN ALTA (6.0 kgf/cm ²)	*	
6.8	8.9	HERMETICIDAD Y DURABILIDAD DESPUÉS DE 7000 CICLOS DE OPERACIÓN	*	
6.9		OBTURADOR DEBE PERMITIR UN PASO DL AGUA A PRESIÓN DL 98 kPa (1.0 kgf/cm ²)		
EVALUACIÓN FINAL			APROBADO	

OBSERVACIONES 6.8-8.9 NO APLICA POR CONTAR CON OBTURADOR EN SU DISEÑO

-ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL NI TOTAL SIN LA AUTORIZACION DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO DE PRUEBAS
-ESTE INFORME AMPARA SOLAMENTE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

REALIZO:
P.G.O.

AUTORIZO:
A.G.V.



DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

CAPITULO 5

5. EVALUACION DEL AHORRO DE AGUA, GAS L.P. Y ENERGIA ELECTRICA DEL PROTOTIPO PROPUESTO CONTRA LAS REGADERAS EXISTENTES EN VIVIENDAS DEL D.F

5.1 CONSIDERACIONES

- Del estudio realizado a más de 150 regaderas nacionales e importadas, según el reporte de regaderas evaluadas basándose en el criterio del reglamento de construcción del Departamento del Distrito Federal, la cual se basa en el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de pruebas de regaderas empleadas en el aseo corporal, se llegó a la conclusión que el promedio del gasto de las regaderas estudiadas es de 15 0 Lt/min, y que tomará el nombre de **regadera normal**.
- Para el estudio se recomienda un gasto promedio de las regaderas ahorradoras diseñadas, para ser comparadas contra las regaderas normales y ver su ahorro.
- El gasto promedio de las ahorradoras diseñadas, se muestran en la siguiente tabla 5.1.

TIPO	GASTO PROMEDIO (Lt / min)
Baja	7.34
Alta	6.63

Tabla 5.1 Gasto promedio de las regaderas prototipo.

- El gasto promedio entre las regaderas prototipo (alta y baja presión) es de **6.98 Lt/min**.
- El tiempo promedio por ducha es de 10 minutos
- El promedio en consumo de agua de una regadera es de acuerdo a la siguiente tabla

TIPO	GASTO [Lt/min]	VOLUMEN [Lt/ducha]
Regadera Normal	15 0	150
Regadera Promedio Ahorradora	6 98	69 8

Tabla 5 2 Promedio por ducha de la regadera normal y ahorradora.

- Se considera que la temperatura del agua en la entrada y salida del calentador es de 15 y 50 °C respectivamente
- La temperatura del agua para la ducha es de 36°C para calentar el 66% del agua, con un incremento (ΔT) de temperatura de 35°C
- Eficiencia del calentador gas L P 60%.

- El número promedio de personas que viven en una casa habitación es de 5, de acuerdo al promedio nacional (Fuente INEGI).
- Se consideran tres duchas por casa habitación / día, como el mínimo de consumo.
- Tomas domiciliarias en el Distrito Federal. 1 247 039 (Fuente CNA)
- Para el cálculo del bombeo de agua para el usuario (1 247 039 tomas domiciliarias), se considera que el 50% de las tomas domiciliarias (623 519.5) utilizan una bomba de ½ Hp
- Se considera que una vivienda consume 130 kWh / bimestre (Fuente: CFE)

Datos obtenidos de las siguientes fuentes de información:

DIRECCION GENERAL DE OPERACION HIDRAULICA (DGOH) E INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (IMTA); (estudio a más de 150 regaderas) DETREX, CNA, CFE, FIDE, INEGI, CONAE, PEMEX, HIDROGAS, GAS PRESTO, COMPAÑIAS GASERAS (gas L.P) Y SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS (COMISIÓN DE AGUAS DEL D.F.).

5.2 ESTUDIO DE CONSUMOS Y COSTOS DE AGUA, GAS LP Y KWH

Con las fuentes de información que se dispone se procede a obtener los consumos, costos y los ahorros de agua, gas LP y kWh, para usuario y gobierno del D.F, para así realizar la evaluación económica del proyecto de cambio de regadera normal por una ahorradora en el D.F.

5.2.1 USUARIO

5.2.1.1 AHORRO EN CONSUMO DE AGUA, GAS L.P. Y KWH

1 AGUA

Los consumos de agua para regadera normal y ahorradora se presentan en la siguiente tabla 5.3, donde se toman en cuenta las consideraciones hechas anteriormente (10 min / ducha y 3 duchas/día)

Relación empleada para obtener el volumen de agua que se consume en regaderas (normal y ahorradora)

$$V = v t \quad \text{Donde.} \quad \begin{array}{l} V: \text{volumen de agua [Lt]} \\ v \text{ gasto de agua en regaderas [Lt/min]} \\ t: \text{duración de ducha [min]} \end{array}$$

Conversiones empleadas para obtener los consumos de agua para varios periodos

1 bimestre = 60 días

1 año = 6 bimestres

1m³ = 1000 Lt

VOLUMEN DE AGUA QUE SE CONSUME (CASA HABITACIÓN)				
	[Lt/ducha]	[Lt/día]	[m ³ /bimestre]	[m ³ /año]
Regadera Normal	150	450	27	162
Regadera Ahorradora	69.8	209.4	12.564	75.384
Ahorro	80.2	240.6	14.436	86.616

Tabla 5.3 Consumos y ahorro de agua entre regadera (normal y ahorradora)

2 GAS L.P.

En la tabla 5.4 se presenta los consumos de gas L.P, estos se obtienen aplicando la ecuación 13 (Capítulo 2), los resultados de consumo de agua que se muestran en la tabla 5.3 y las propiedades del gas L.P que a continuación se presentan

Propiedades del combustible (gas LP.)

- Poder calorífico 100 977.87 MJ / m³.
- Calor específico 5201.30 J / Kg °C.
- Densidad 998.27 Kg / m³.

VOLUMEN DE GAS LP QUE CONSUME EN REGADERAS (CASA HABITACIÓN)				
	[Lt/ducha]	[Lt/día]	[m ³ /bimestre]	[m ³ /año]
Regadera Normal	0.239	0.718	0.043	0.259
Regadera Ahorradora	0.111	0.334	0.020	0.120
Ahorro	0.128	0.384	0.023	0.138

Tabla 5.4 Consumo y ahorro de gas L.P. entre regaderas (normal y ahorradora)

3 CONSUMO ELECTRICO KWH

Los kWh que se consumen por bombeo de agua se determinan con las siguientes fórmulas:

$$kWh = \frac{W \cdot t}{60 \cdot v} \quad \text{donde.} \quad \begin{array}{l} W. \text{ Potencia eléctrica que consume la bomba [kW]} \\ t. \text{ Tiempo de bombeo para determinado volumen de} \\ \text{agua [min]} \\ v. \text{ Caudal de la bomba [Lt/min]} \\ V: \text{ Volumen de agua a bombear [Lt]} \end{array}$$

Para determinar el caudal y la carga de la bomba, se recurre a catálogo de fabricantes de bombas de uso doméstico que se indica en el siguiente catálogo. Se selecciona la bomba de ½ Hp basándose por su uso común en viviendas.

MODELO	H P	SUCC - DESC	SELLO	ELEVACIÓN	VOLUMEN
				max. [m]	[Lt/min]
DR25	1/4	1x3/4	5/8	15	35
DR50	1/2	1x3/4	5/8	17	60
DR501	1/2	1 1/4x1	5/8	20	60
DR75	3/4	1 1/4x1	5/8	20	70
DR10	1 00	1 1/4x1	5/8	25	60
DR15	1.50	1 1/4x1	5/8	25	100
DR20	2 0	1 1/4x1	5/8	30	150

Catálogo de fabricante. Bombas para uso domestico (Fuente.Bombas Rosalia Siemens)

Los kWh que se consumen por bombeo se presentan en la tabla 5 5, donde se considera que se tiene una bomba de 1/2 HP y que solamente el 50% de tomas domiciliarias tienen dicha bomba, por lo que, los siguientes consumos incluyen el 50% del consumo en forma promedio:

CONSUMO DE KWH POR BOMBEO (CASA HABITACIÓN)				
	kWh/ducha	kWh/día	kWh/bimestre	kWh/año
Regadera Normal	0.0155	0.0466	2.796	16.78
Regadera Ahorradora	0.0072	0.0217	1.301	7.81
Ahorro	0.0083	0.0249	1.495	8.97

Tabla 5 5 Consumo y ahorro de kWh por bombeo.

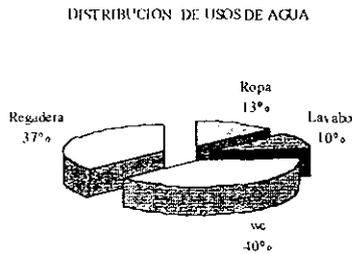
5.2.1.2 AHORRO EN COSTOS POR CONSUMO AGUA, GAS L.P. Y KWH

1 AGUA

Para obtener el precio por consumo de agua se recurrirá a las dos siguientes tablas (5.6 y 5.7), donde se observa la diferencia en consumo de agua al usar una regadera normal y una ahorradora. Tomando como base que en una regadera normal consume 450 Lt/día y que este le corresponde un porcentaje por uso de 37 % (Fuente: DETREX), en la siguiente tabla se muestra la correspondiente distribución de consumos.

DISTRIBUCIÓN DE USOS DOMESTICO CON REGADERA NORMAL			
Usos	% DE AGUA	[Lt/día]	[m ³ /bim]
Ropa	13	158.11	9.49
Lavabo	10	121.62	7.30
WC	40	486.49	29.19
Regadera Normal	37	450.00	27.00
Consumo total			72.97

Tabla 5.6 Distribución y utilización del agua en casa habitación con regadera normal (Fuente: DETREX)

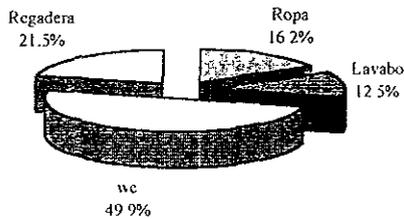


Gráfica 5.1 Distribución y usos del agua con regadera normal

DISTRIBUCIÓN DE USOS DOMESTICO CON REGADERA AHORRADORA			
Usos	% DE AGUA	[L/día]	[m3/bim]
Ropa	16.21	158.11	9.5
Lavabo	12.47	121.62	7.3
WC	49.86	486.49	29.2
Regadera	21.46	209.40	12.6
Consumo total			58.5

Tabla 5.7 Distribución y utilización del agua en casa habitación con regadera ahorradora

DISTRIBUCIÓN DE USOS DEL AGUA



Gráfica 5.2 Distribución y usos del agua con regadera ahorradora

En ambas tablas (5.6 y 5.7), los consumos de agua para ropa, lavabo y w.c. no cambian al emplear una regadera ahorradora, la distribución del agua para usos domésticos cambian notoriamente como lo muestran en las tablas anteriores, principalmente la empleada para regaderas al hacerse el cambio de una regadera normal por una ahorradora, donde la distribución en porcentajes cambia de un 37 a 21.46%, que se disminuye el 24.73% por consumo total en uso doméstico que representa un importante ahorro de agua.

El costo por consumo de agua se obtiene con las tarifas por consumo de agua doméstico que se presenta en la siguiente tabla 5.8 (Fuente: comisión del agua del D.F.)

Límite inferior	Límite superior	Cuota Base	Cuota adicional por metro cúbico excedente del límite inferior
0	10.0	\$ 10.00	\$ 0.00
10.1	20.0	\$ 10.00	\$ 1.15
20.1	30.0	\$ 23.25	\$ 1.15
30.1	50.0	\$ 34.75	\$ 2.05
50.1	70.0	\$ 75.75	\$ 2.60
70.1	90.0	\$ 127.75	\$ 3.40
90.1	120.0	\$ 196.25	\$ 6.55
120.1	180.0	\$ 392.75	\$ 8.35
180.1	240.0	\$ 893.75	\$ 11.90
240.1	420.0	\$ 1 607.75	\$ 13.70
420.1	660.0	\$ 4 073.75	\$ 15.45
660.1	960.0	\$ 7 781.75	\$ 17.25
960.1	1500.0	\$ 12 956.75	\$ 19.05
1500.1	En adelante	\$ 23 241.75	\$ 20.30

Tabla 5.8 Tarifas por consumo de agua doméstico (Febrero 1999)

 Precio del agua que se emplea, al usarse una regadera normal

 Precio del agua que se emplea, al usarse una regadera ahorradora

Para obtener el costo por consumo de agua doméstico se utiliza la siguiente relación

$$SC_a = C_b + (V_c - V_l)C_{aex}$$

Donde:

SC_a Costo por consumo de agua

C_b Cuota base

V_c Volumen de agua total que se consume bimestralmente

V_l : Volumen de agua límite inferior

C_{aex} : Cuota adicional por m^3 excedente

Aplicando la expresión anterior con los datos indicados en la tabla 5.8, se obtienen los resultados de costos por consumo de agua en la siguiente tabla para ambas regaderas (normal y ahorradora)

	LIMITE INFERIOR (V _{lim})	LIMITE SUPERIOR	CUOTA BASE (C _b)	CUOTA ADICIONAL EXCEDENTE (C _{ex})	VOLUMEN DE AGUA QUE SE CONSUME (V _c)	COSTOS BIMESTRALES
	[m ³ /bim]	[m ³ /bim]	[\$/bim]	[\$/bim]	[m ³ /bim]	[\$/bim]
Regadera Normal	70 l	90	127 75	3 4	72 97	137 52
Regadera Ahorradora	50 l	70	75 75	2 6	58 54	97 69
Ahorro Económico						39.83

Tabla 5 9 Costos y ahorro económico por consumo de agua bimestral

2 GAS L.P.

Con la cantidad de gas L P que se consume para calentar agua usada en ducha, se obtiene el ahorro económico al emplear una regadera ahorradora

Costo del gas L.P. \$ 1.79 / Lt (Fuente: Gas Presto y Hidrogas, precio Febrero 1999)

Con los datos de consumo de gas (ver tabla 5 4) y el precio de este se obtiene los costos como lo muestra la siguiente tabla

COSTOS DE GAS LP QUE SE CONSUME EN CASA HABITACIÓN		
	[\$/bimestre]	[\$/año]
Regadera Normal	77 150	462 897
Regadera Ahorradora	35 900	215.402
Ahorro	41.249	247.496

Tabla 5 10 Costos y ahorro económico por consumo de gas L P

3. ENERGIA ELECTRICA KWH

Para el calculo del bombeo de agua para el usuario, el precio de los kWh se obtienen de las tarifas de energia electrica, y se considera la tarifa 1(servicio doméstico), a un consumo intermedio que corresponde al promedio de 130 kWh / mes con un precio de \$0 416 /Kwh (Fuente CFE)

COSTOS DE KWH QUE SE CONSUME EN CASA HABITACIÓN		
	[\$/bimestre]	[\$/año]
Regadera Normal	1.163	6 980
Regadera Ahorradora	0.541	3 248
Ahorro	0.622	3.732

Tabla 5 11 Costos y ahorro económico por consumo de KWH

Concluyendo el estudio de consumos y costos para el usuario, se resume en la siguiente tabla los resultados totales

	AGUA		GAS LP		kWh	
	Consumo [m ³ / año]	Costo [\$ / año]	Consumo [m ³ / año]	Costo [\$ / año]	Consumo [kWh / año]	Costo [\$ / año]
Regadera normal	162	825 11	0 259	462 897	16 78	6 980
Regadera ahorradora	75 384	586 12	0 120	215 402	7 81	3 248
Ahorro	86 616	238 99	0 138	247 496	8 97	3 732

Tabla 5 12 Resumen de consumos y costos totales para el usuario (Agua, Gas L. P. y kWh)

Al emplearse una regadera ahorradora se reducen los *consumos* tanto de agua, gas L.P. y kWh en la misma proporción (53.46 %), que son altamente significativos para el usuario

En los *costos* la reducción para el agua no es el mismo porcentaje que en el *consumo* (28 9 %), porque el precio del agua es más alto a mayor *consumo* (ver tabla 5 8).

En los *costos* de gas L.P. y kWh, se *reducen en la misma proporción* que los *consumos* lo cual también son significativos en los *costos* para el usuario.

5.2.2 GOBIERNO D.F.

5.2.2.1 AHORRO EN CONSUMO DE AGUA, GAS L.P. Y KWH.

Los consumos de agua y gas LP para el gobierno del D.F. que se presentan en la siguiente tabla 5 13, se obtiene de las respectivas tablas de consumo del usuario (ver tablas 5 3 y 5 4)

Para obtener el consumo de kWh para bombeo municipal se utiliza la tabla 5 3 (consumo de agua usuario) y consumo específico de energía eléctrica de 0 486 kWh por metro cubico de agua (Fuente DETREX)

En los tres casos (Agua, Gas LP y kWh) se consideran 1 247 039 tomas domiciliarias en el D. F (Fuente: CNA)

CONSUMOS DE AGUA, GAS LP, Y KWH EN EL D.F. EMPLEADAS EN REGADERAS (NORMAL Y AHORRADORA)						
	CONSUMO DE AGUA		CONSUMO DE GAS LP		CONSUMO DE kWh	
	[m ³ /bimestre]	[m ³ /año]	[m ³ /bimestre]	[m ³ /año]	[kWh/bimestre]	[kWh/año]
Regadera Normal	33 670 053 0	202 020 318 0	53 747 8	322 486.7	16 363 645 8	98 181 874.5
Regadera Ahorradora	15 667 798 0	94 006 788.0	25 010 6	150 063.8	7 614 549 8	45 687 299 0
Ahorro	18 002 255 0	108 013 530 0	28 737 1	172 422 9	8 749 095 9	52 494 575 6

Tabla 5 13 Consumos totales (agua, gas L P y kWh) en D.F.

5.2.2.2 AHORRO EN COSTOS POR CONSUMO DE AGUA, GAS L P Y KWH.

Para obtener los costos de agua, gas LP y kWh para el gobierno del D.F se considero los siguientes costos

- Agua 7.107 \$/m³ (Fuente: CNA)
- Gas L P 2.327 \$/Lt (Fuente: CONAE)
- KWH 1.20 \$/Kwh (Fuente: CFE)

COSTOS POR CONSUMOS DE AGUA, GAS LP, Y KWH EN EL D.F. EMPLEADAS EN REGADERAS (NORMAL Y AHORRADORA)						
	COSTOS POR CONSUMO DE AGUA		COSTOS POR CONSUMO DE GAS LP		COSTOS POR CONSUMO DE kWh	
	[\$/bimestre]	[\$/año]	[\$/bimestre]	[\$/año]	[\$/bimestre]	[\$/año]
Regadera Normal	239 279 670 9	1 435 678 025 6	125 071 1	750 426 5	19 636 374 9	117 818 249 5
Regadera Ahorradora	111 344 806 9	668 068 841 3	58 199 7	349 198 5	9 137 459 8	54 824 758 7
Ahorro	127 934 864 1	767 609 184 4	66 871.3	401 228 0	10 498 915 1	62 993 490 7

Tabla 5 14 Costos y ahorro por consumo de agua, gas L P y kWh para D.F.

5.3 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO DE AHORRO DE ENERGIA Y AGUA

5.3.1 AHORRO DE ENERGIA Y AGUA

Para la evaluación económica del proyecto de ahorro de energía y agua se consideran los siguientes conceptos

- a) Generar beneficios superiores a los costos sin sacrificar calidad del producto o servicio
- b) Costo del capital amortizable por ahorro de agua y energía generados en la vida útil del proyecto

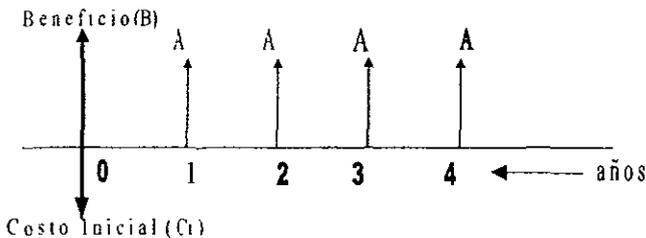
5.3.2 CONSIDERACIONES

- 1 Un criterio constante de evaluación económica (Análisis beneficio - costo)
- 2 Vida útil del proyecto (10 años).
- 3. i (Tasa de descuento)
 - a) Usuario, $i = 5\%$
 - b) Gobierno D F, $i = 9\%$
- 4 Moneda constante.
- 5 Se propone que el usuario invierta el 50 % del costo de la regadera y el otro 50 % por el gobierno del D F

5.3.3 ANALISIS BENEFICIO / COSTO

El método para seleccionar alternativas más comúnmente para analizar la conveniencia de proyectos es la relación beneficio costo (B/C). El método se basa en la relación de los beneficios a los costos asociados a un proyecto particular, en los cálculos deben convertirse a una unidad monetaria común como. valor presente

Se requiere conocer el valor presente de los ahorros anuales constantes (B)



$$\text{Beneficio - Valor presente} = A \times F_{i,p}$$

$$\text{Ec (5 1)}$$

$$F_{vp} = (1 - (1 + i)^{-n}) / i \quad \text{Ec (5.2)}$$

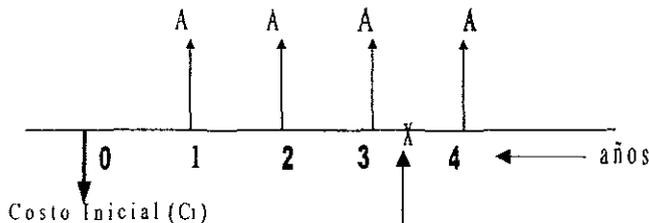
$$A = A_d - C_{ao} \quad \text{Ec (5.3)}$$

donde.

- A: Ahorros anuales constantes
- A_d: Ahorros directos sin contar los costos de operación
- C_{ao}: Costo anual de operación
- F_{vp}: Factor de valor presente
- C_i: Costo inicial de la inversión
- i: Tasa de descuento
- n: Vida probable del proyecto en años.

5.3.4. PERIODO DE RECUPERACION DEL CAPITAL INVERTIDO

El periodo de recuperación es el tiempo requerido para que las ganancias y otros beneficios sobre una inversión, igualen los costos de esa inversión



Tiempo donde se recupera la inversión del proyecto de ahorro de energía

(Beneficio = Costo inicial de la inversión)

$$\text{Beneficio} = \text{Valor presente} = A \times F_{vp} = C_i$$

$$C_i = A \times (1 - (1 + i)^{-n}) / i$$

Despejando n (en años)

$$n = -[\ln(1 - (C_i \times i) / A)] / \ln(1 + i)$$

Que es el tiempo en el cual se paga la inversión, o bien tiempo en el cual el costo inicial de la inversión se iguala al beneficio económico

Criterios de factibilidad del proyecto de ahorro de energía

- Si $B/C > 1$ Se considera rentable el proyecto
- Si n (años) es negativo el proyecto no es rentable
- Si la relación n vida útil $\leq 30\%$ Se considera rentable el proyecto.

5.3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA

Utilizando la teoría anterior y los datos de ahorros de costos por consumo de agua, gas LP, y kWh se hace la evaluación económica para usuario y gobierno del D.F.

5.3.5.1 EVALUACION ECONOMICA PARA EL USUARIO

En la siguiente tabla 5.15 se presentan los ahorros anuales constantes (agua, gas LP y kWh), el beneficio a valor presente, la relación beneficio / costo y el periodo de recuperación de la inversión

El beneficio se obtiene con la ec. 5.1 descrita anteriormente

El costo inicial de la inversión es el 50% del costo de la regadera ahorradora, donde se estima un precio promedio por regadera prototipo de \$ 230.0.

Se consideró

- Una vida útil del proyecto de 10 años
- Tasa de descuento para la evaluación del proyecto de 5%, porque el usuario deja de ahorrar en el banco para comprar la regadera.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA (USUARIO)			
Ahorros Anuales Constantes [S M.N.]			
Agua	238.99	Beneficio [S]	3785.345
Gas L.P	247.496	Costo Inicial de la Inversión [S]	115
kWh	3.732	Relación Beneficio/Costo (B/C)	32.92
Total (A)	490.22	Periodo de Recuperación de la Inversión [años]	0.24
		Periodo de Recuperación de la Inversión [Días]	88.27

Tabla 5.15 Resultados de evaluación económica (usuario)

Comentarios de la tabla 5.15

El periodo de recuperación del capital invertido para el usuario es de 0.24 años (88 días) que es menor al 30% de la vida útil (criterio de rentabilidad del proyecto) lo cual la inversión es sumamente rentable para el usuario al sustituir la regadera normal por una ahorradora.

5.3.5.2 EVALUACIÓN ECONOMICA PARA EL GOBIERNO D.F.

En la siguiente tabla 5.16 se presentan los ahorros anuales constantes (agua, gas LP y kWh), el beneficio a valor presente, la relación beneficio / costo y el periodo de recuperación de la inversión.

El beneficio se obtiene con la ec 5.1 descrita anteriormente.

El costo inicial de la inversión es el 50% del costo de la regadera ahorradora, donde se estima un precio promedio por regadera prototipo de \$ 230 0

Se consideró.

- Una vida probable del proyecto de 10 años
- Tasa de descuento para la evaluación del proyecto de 9%

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE AHORRO DE ENERGÍA (GOBIERNO D.F.)			
Ahorros Anuales Constantes			
Agua	767 609 184.4	Beneficio [\$]	5 333 098 598.6
Gas l p	401 228 0	Costo Inicial de la Inversión [\$]	71 704 742.5
kWh	62 993 490 7	Relación Beneficio Costo B/C	74.38
Total(a)	831 003 903.1	Periodo de Recuperación de la Inversión [años]	0.09
		Periodo de recuperación de la inversión [días]	33.02

Tabla 5.16 Resultados de evaluación económica (gobierno D F)

Comentarios de la tabla 5.16

El periodo de recuperación del capital invertido para el gobierno del D. F. es de 0.09 años (33 días) que es menor al 30% de la vida útil (criterio de rentabilidad del proyecto) lo cual la inversión es sumamente rentable para el gobierno al promover el cambio de una regadera normal por una ahorradora

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las regaderas prototipo (aplicación baja y alta presión) cumplen con el objetivo del ahorro de agua y energía (gas L P y kWh) en el sector domestico en el D.F., por lo que se contribuye a reducir el gran problema de abastecimiento de agua y reducir los consumos de recursos energéticos

Se observó en la evaluación económica que los beneficios son altamente significativos, para el gobierno y usuario, lo que implica una rápida recuperación del capital invertido

Se propone un proyecto de cambio de regadera normal, por una ahorradora en el D.F. Es una solución real existente para evitar el gran desperdicio de agua, principalmente en el área doméstica

Se debe aplicar Normas Oficiales Mexicanas para que sean instalados dispositivos de uso eficiente de agua y energía

Se propone que el Gobierno y Usuario paguen el costo de la regadera, al 50% respectivamente.

Para tener éxito en el proyecto de cambio de regadera normal por una ahorradora, se deben establecer políticas, que sean concertadas por todos los mecanismos de coordinación como:

- Comisiones gubernamentales (sector energía)
- Organismos responsables de la normalización, evaluación y control del agua potable.
- Creación de una comisión entre Gobierno y fabricantes de regaderas para reducir los precios de las regaderas ahorradoras
- En el cambio de regadera normal, se propone que estas sean recicladas por comisiones gubernamentales (sector energía), para cubrir en parte el costo del cambio por la ahorradora
- Continuar con los Programas Educativos que tengan como objetivo dar a conocer la problemática del abastecimiento y uso eficiente del agua además de seguir con la cultura sobre el uso racional de los recursos.
- Reglamentar la etiqueta del producto (regadera ahorradora) para que el fabricante se obligue a poner por escrito

- 1 Condiciones de operación de la regadera ahorradora (aplicación, alta o baja presión)
- 2 Niveles de edificación en la cual es recomendable su aplicación
- 3 Características particulares de operación.

- 4 Cumple con norma vigente.
- 5 Hacer énfasis sobre la mala operación de la regadera al aplicarse la regadera no adecuada.

BENEFICIOS ADICIONALES

- Se disminuyen emisiones contaminantes que se generan en
 - Centrales eléctricas
 - Calentadores de agua
- *Protección al medio ambiente por gases productos de la combustión*
- Evitaría la ampliación de la infraestructura hidráulica.
- Menos plantas de tratamiento de agua

Ante las razones expuestas, el programa de cambio de regadera normal por una ahorradora trae beneficios para los habitantes de la Ciudad de México

FUENTES INFORMATIVAS.

- DIRECCION GENERAL DE OPERACION HIDRAULICA (DGCOH)
- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (IMTA).
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE)
- BOMBAS ROSALIA SIEMENS
- COMISION NACIONAL DEL AGUA (CNA)
- COMISION NACIONAL DE LA ENERGIA (CONAE)
- CASAS COMERCIALES DE ACCESORIOS PARA BAÑO
- COMISION NACIONAL DE ELECTRICIDAD (FIDE)
- INEGI
- DETREX
- HIDROGAS.
- GAS PRESTO
- COMPAÑIAS GASERAS (gas L.P)

BIBLIOGRAFIA.

- 1 Alternativas energéticas, Alonso A y Rodríguez L, Fondo de Cultura Económica México, 1985
- 2 Uso eficiente y conservación de la energía en México diagnósticos y perspectivas, Guzmán, Yañez, A y Wionczek, M. Colegio de México. México, 1985
- 3 Uso eficiente y conservación de la energía, Programa Universitario de Energía, UNAM. México, 1982
- 4 Tecnologías energéticas del futuro, Programa Universitario de Energía, UNAM México, 1983.
- 6 Problemas del sector energético en México, Colegio de México, México, 1982
- 7 Mecánica de Fluidos, Frank M. White, Mc Graw-Hill, 1988.
- 8 Ingeniería termodinámica, Huang, F F, CECSA. México 1981.
- 9 Interpretación del Dibujo Mecánico, Shiver L. Coover, Jay D. Hensel, 3ª Edición
- 10 Fundamentos de Dibujo en Ingeniería, Warren J Luzadder, 9ª Edición
- 11 Ingeniería Económica, Leland T Blank y Anthony J Tarquin, 3ª Edición, McGraw Hill
- 12 Análisis Económico en Ingeniería, Donald G Newnan, 2ª Edición, McGraw Hill
- 13 "Manual de procedimientos para el uso eficiente de energía en la industria y el comercio, Publicación de SEPAFIN. Comisión de Energético, México, 1977
- 14 Balance nacional, Secretaría de Energía, México, 1996
- 15 NOM-018-STPS-1993, "Relativa a los requerimientos y características de los servicios de regaderas, vestidores y casilleros en los centros de trabajo".
- 16 NOM-066-SCFI-1994, "Que establece las especificaciones y métodos de pruebas de regaderas empleadas en el aseo corporal".

APENDICE A
PROYECTO DE NORMA NOM-066-SCFI-1994

DIRECCION GRAL. DE NORMAS
Departamento de Normalización
HEMERO - BIBLIOTECA



SECRETARIA DE COMERCIO
Y
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-066-SCFI-1994

QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA DE
REGADERAS EMPLEADAS EN EL ASEO CORPORAL

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



CDU: 645.683:646.7

NOM-066-SCFI-1994

QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA DE REGADERAS EMPLEADAS EN EL ASEO CORPORAL

1 OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las regaderas empleadas en el aseo corporal.

2 CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a las regaderas empleadas en el aseo corporal, de fabricación nacional y de importación.

3 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes normas vigentes:

- NMX-D-122 Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos empleados en vehículos automotores. Método de niebla salina.
- NMX-J-106 Productos eléctricos-Regaderas eléctricas
- NMX-Z-12 Muestreo para la inspección por atributos

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Accesorios

Elementos complementarios de la regadera cuya versatilidad de operación o funcionamiento, les permite ser móviles o fijos

4.2 Carrera

Distancia entre los puntos de inversión de movimiento en un sistema de desplazamiento alternativo

Publicada por disposición del Director General de Normas

DOF 01/09/94

Revisión

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

Resolución sucesiva

9 SET. 1994



4 13 Obturador

Dispositivo opcional de la regadera que controla el paso del agua durante el uso de la misma

4 14 Reductor de flujo

Accesorio de la regadera de diversas formas y materiales, que permite el control del gasto del agua descargada

4 15 Regaderas para baño

Dispositivo hidráulico utilizado para el aseo corporal el cual mediante el accionamiento de válvulas y/o mezcladoras permite el flujo del agua en forma de lluvia

4 16 Regadera manual

Regadera de tipo móvil que se usa manualmente conocida comúnmente como regadera de teléfono

4 17 Regadera eléctrica

Regadera para baño que tiene incorporado un sistema eléctrico de calentamiento del agua que pasa por la misma

4 18 Tapa distribuidora

Tapa con orificios u otro diseño localizada en el cuerpo de la regadera para formar el haz de lluvia

5 CLASIFICACION

Las regaderas para baño objeto de esta norma se clasifican en un mismo grado de calidad y en dos tipos, de acuerdo a la presión estática de operación para la cual están diseñadas, según se indica en la tabla 1.

TABLA 1 - Clasificación de las regaderas

TIPO	PRESION	RANGOS DE TRABAJO PRESION ESTÁTICA kPa (kg/cm ²)	No DE NIVELES DE EDIFICACION RECOMENDADO PARA SU USO (contados a partir del depósito superior de agua) de 1 a 4
I	BAJA	20 a 98 kPa (0.2 a 1.0 kg/cm ²)	más de 4 ó equipo hidráulico
I'	ALTA	98 a 294 kPa (1.0 a 3.0 kg/cm ²)	

SECOFI/11/10/94



SECOFI - DGM

NOM-066-SCFI-1994
4/23

6 ESPECIFICACIONES

Las regaderas, incluyendo sus accesorios y complementos deben cumplir con las siguientes especificaciones.

6.1 Dimensiones

Las dimensiones para el acoplamiento de la conexión de las regaderas a la instalación hidráulica deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Tipo de rosca	Compatible con la rosca cónica para tubo RCT (NPT)
Diámetro de rosca	13 mm (1/2 in) nominal
Peso.	14 hilos/25.4mm (14 hilos/pulgada)
Metodo de prueba según lo indicado en el inciso 8	

6.2 Resistencia a la corrosión

Todas las partes externas de la regadera incluyendo las de la conexión, no deberán presentar fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento y/o corrosión) después de 72 h en cámara de niebla salina. Esto se verificará según lo indicado en el inciso 8.2.

6.3 Par de apriete para instalación

Para su instalación, la regadera debe resistir un par de apriete de 5 Nm (0.5 kgf-m), según lo indicado en el inciso 8.3.

6.4 Gasto

Todas las regaderas con excepción de las manuales, con o sin accesorios deben proporcionar un gasto mínimo de 4 L por minuto y máximo de 10 L por minuto, en su rango de presión especificado en la tabla 1, según lo indicado en el inciso 8.4.

Las regaderas manuales con o sin accesorios deben proporcionar un gasto mínimo de 2 L por minuto y máximo de 10 L por minuto en su rango de presión especificado en la tabla 1, según lo indicado en el inciso 8.4.

Las que cuentan con haz de lluvia ajustable deben cumplir con esta especificación en todas las posiciones de ajuste.

En el caso de regaderas que por su diseño dispongan de una tapa o distribuidor con ajuste y/o posición para su limpieza o mantenimiento, las pruebas de gasto deben realizarse en las posiciones de trabajo especificadas por el fabricante, debiéndose indicar claramente lo anterior en su instructivo.



SAGARFIA - DGN

NOM-066-SCFI-1994
5/23

6.5 Haz de lluvia

6.5.1 Eficiencia

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 1, el haz de lluvia de la misma debe caer dentro de un círculo transversal con diámetro de 0.42 m cuyo centro debe coincidir con el eje de la regadera y a una distancia vertical de 0.60 m de la tapa distribuidora, según lo indicado en el inciso 8.5

6.5.2 Ancho mínimo

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 1, el ancho de haz de lluvia de la misma debe ser mayor a 0.10 m medido a una distancia de 0.60 m de la tapa distribuidora, según lo indicado en el inciso 8.6.

6.6 Temperatura máxima

Las regaderas deben soportar una temperatura del agua de 355 K (82° C) \pm 3 según lo indicado en el inciso 8.7

6.7 Resistencia a la presión hidráulica

Las regaderas no deben presentar fugas ni deformaciones en sus componentes al someterlas a una presión hidráulica según lo indicado en el inciso 8.8 y en la TABLA 2

TABLA 2 - Resistencia a la presión hidráulica

TIPO	PRESION	PRUEBA DE RESISTENCIA
I	BAJA	294 kPa (3.0 kgf/cm ²)
II	ALTA	588 kPa (6.0 kgf/cm ²)

6.8 Durabilidad

El nudo móvil de las regaderas debe resistir un mínimo de 7,000 ciclos sin falla, comprobándose según lo indicado en el inciso 8.9. Se considera un ciclo, al desplazamiento de ida y vuelta del niple de conexión, conforme al movimiento del equipo de la figura 8.

6.9 Obturador



Cuando se utilice obturador, el funcionamiento del mismo en su posición cerrada y con una presión hidráulica de 98 kPa (1.0 kgf/cm²) debe permitir un paso de agua que haga evidente que las llaves de control de la regadera están abiertas. Esto se verificará visualmente.

6.10 Regadera eléctrica

Las regaderas eléctricas deben cumplir con lo especificado en esta norma y además para el funcionamiento eléctrico y de calentamiento deben cumplir con las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-J-106

7. MUESTREO

El muestreo debe efectuarse de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-Z-12, 1, 2 y 3, "MUESTREO PARA INSPECCION POR ATRIBUTOS", con nivel de inspección especial S-4, con un nivel de calidad aceptable (NCA) de 4% y con un muestreo normal sencillo. Los lotes representativos deben ser equivalentes a un día de producción promedio calculado durante seis meses de fabricación.

8. METODOS DE PRUEBA

8.1 De dimensiones y tolerancias

8.1.1 Aparatos y equipo.

- Calibrador maestro de roscas, ver anexo 1

8.1.2 Preparación de la muestra

- Las superficies internas y externas, así como sus cuerdas deben estar limpias

8.1.3 Procedimiento.

- Se acopla el calibrador maestro de roscas (macho) a la conexión de la unión de la regadera y se verifica que con apriete manual entre hasta la marca del mismo, se registra si existe variación (en número de hilos) con respecto a la misma

8.1.4 Resultado

- La variación contra la marca del medidor maestro de roscas no debe ser mayor a un hilo de rosca



SECRETARÍA DE ECONOMÍA

NOM-066-SCFI-1994
7/23

8.2 De resistencia a la corrosión

8.2.1 Equipo

- Cámara de niebla salina
- Soporte de montaje según el anexo 2

8.2.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior
- Colocar la regadera en el soporte de montaje.

8.2.3 Procedimiento

Colocar la regadera dentro de la cámara de niebla salina con su soporte siguiendo el método establecido en la Norma Mexicana NMX-C 122, la duración de la exposición en la cámara salina debe ser de 72 h.

Al término de la prueba lavar la regadera con agua.

8.2.4 Resultado

Si después de la prueba de resistencia a la corrosión las partes externas de la regadera sujetas a esta especificación no presentan fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento) en más de un 10% del área sujeta a examen, la regadera se considera aceptada.

8.3 De par de apriete de instalación

8.3.1 Aparatos y equipo

- Sistema mecánico de fijación (tornillo de banco)
- Torquímetero con capacidad de 10 N.m (1 kg m)
- Llave o adaptador para aplicar el par de apriete
- Niple o brazo de la regadera verificado en sus cuercas con un calibrador maestro de roscas (hembra o anillo)

8.3.2 Preparación de la muestra

- Sujetar el niple o brazo de la regadera al sistema mecánico de fijación
- Instalar la regadera de acuerdo a las instrucciones del fabricante
- Sujetar la llave o adaptador al núcleo de la regadera

8.3.3 Procedimiento



Aplicar un par de apriete de 5 N m (0.5 kgf m) a la conexión de la unión de la regadera

8.3.4 Resultados

No se deben presentar grietas, fisuras o cualquier otro defecto en la conexión de la unión de la regadera, esto se verificará visualmente.

8.4 De determinación del gasto.

8.4.1 Herramienta y equipo.

- Instalación hidráulica de acuerdo al anexo 3
- Manómetro sumergido en glicerina con un rango de 0 a 196 kPa (0 a 2 kgf/cm²) con graduación mínima de 9.8 kPa (0.1 kgf/cm²) y una exactitud del 2%
- Manómetro sumergido en glicerina con un rango de 0 a 686 kPa (0 a 7 kgf/cm²) con graduación mínima de 49 kPa (0.5 kgf/cm²) y una exactitud del 2%
- Un depósito de 10 L aforado con graduación mínima de 100 ml
- Cronómetro con graduación mínima de 0.1 seg

8.4.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior
- Colocar la regadera en el equipo de prueba

8.4.3 Procedimiento

- a - Calibrar el equipo de prueba según el Anexo 4
- b - Conectar la regadera de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante
- c - Regular la presión de trabajo cerrando la válvula No. 10 (ver figura 3), abrir las válvulas 3 y 4 hasta estabilizar la presión en el manómetro correspondiente, la válvula 9 deberá permanecer en su posición de calibración
- d - Proceder a abrir completamente la válvula 10
- e - Colocar el depósito de manera que se capte la totalidad de la descarga de agua de la regadera, proceder simultáneamente a tomar el tiempo de llenado, el volumen mínimo de agua de la muestra debe ser 60 L
- f - El gasto se determina en L por minuto con la siguiente fórmula



$$\text{GASTO en litros/minuto} = \frac{\text{Volumen de la muestra} \times 60}{\text{Tiempo en segundos}}$$

9 - En esta prueba se mide el gasto para el rango de presión de acuerdo al tipo de regadera (ver tabla 1) y debe repetirse 2 veces más para obtener 3 valores de gasto

8.4.4 Resultados

El promedio del gasto medio en las tres pruebas efectuadas, debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.4, esto para cada presión de prueba

8.5 Eficiencia del haz de lluvia

8.5.1 Herramientas y equipo

- Equipo hidráulico de pruebas, el mismo que el indicado en el inciso 8.4.1
- Dispositivo receptor del haz de lluvia de la regadera (ver anexo 5)

8.5.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera asegurándose que no contengan partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (dispensables) en su exterior
- Colocar la regadera en el equipo de prueba
- Las regaderas que por su diseño permitan ajustar el haz de lluvia, se regulará este en la posición que cumpla con los diámetros establecidos

8.5.3 Procedimiento

- a - Calibrar el equipo de prueba según el Anexo 4
- b - Conectar la regadera de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante
- c - Regular la presión de trabajo cerrando la válvula No. 10 (ver figura 3), abrir las válvulas 3 y 4 hasta estabilizar la presión en el manómetro correspondiente, la válvula 9 deberá permanecer en su posición de calibración
- d - Colocar el dispositivo receptor centrado en una línea vertical que coincida con el centro del eje de la regadera
- e - Abrir completamente la válvula 10, en caso de que el haz de lluvia de la regadera quede descentrado con el dispositivo receptor, mover ligeramente la regadera para que el haz de lluvia caiga centrado con el diámetro interior (0.42 cm)
- f - Cerrar la válvula 10



- g - Descargar el dispositivo receptor del haz de lluvia, asegurando de que no quede agua en el mismo.
- h - Abrir completamente la válvula 10 por un periodo de 1 min
- i - Verificar que el haz de lluvia no rebase el diámetro exterior del dispositivo (1 m), en caso de que el haz de lluvia de la regadera lo rebase se suspende la prueba y se rechaza la regadera.
- j - Registrar el volumen de agua que captó el diámetro interior (0.42 cm) del dispositivo receptor.
- k - Registrar el volumen de agua que haya captado el anillo exterior del dispositivo receptor
- l - Repetir 2 veces más las pruebas para obtener 3 resultados

→ 8.5.4 Resultados

- En caso de que el agua rebase el diámetro exterior (1.00 m) se considera rechazada la regadera
- Reportar en porcentaje la proporción del agua captada en el anillo exterior al volumen total captado como % de eficiencia, calculándolo según la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de Eficiencia} = 100 \frac{\text{Volumen captado en el anillo exterior} \times 100}{\text{Volumen total captado}}$$

$$\text{Vol total captado} = \text{Vol captado anillo ext} + \text{vol diam interno}$$

- Registrar el resultado.

Si el promedio de los 3 resultados de las pruebas efectuadas es mayor o igual al 95% se considera que la regadera cumple con esta prueba

→ 8.6 Ancho mínimo del haz de lluvia

8.6.1 Herramientas y equipo

- Equipo hidráulico de pruebas, el mismo que el indicado en el inciso 8.4.1
- Marco de madera para sujeción de tela, ver anexo 6.



SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
11/23

- Tela tipo manta con 27 hilos de pie por cm. y 19 hilos de trama por cm con una tolerancia de ± 1 hilo; (70 hilos de pie por pulgada y 48 hilos de trama por pulgada con tolerancia de ± 2 hilos)

- Plantilla transparente en acetato, ver anexo 7.

- Pintura orgánica color azul o verde o azul de metileno para colorear el agua de prueba

8.6.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.

- Colocar la regadera en el equipo de prueba.

8.6.3 Procedimiento

a - Esta prueba se debe realizar a continuación de la prueba de eficiencia del haz de lluvia indicada en el inciso 8.5.

b - Colocar la tela en el marco de manera que esta quede tensa.

c - Colorear el agua de la prueba con la pintura orgánica o el azul de metileno

d - Colocar el marco de madera con la tela sobre el dispositivo receptor usado en la prueba de la eficiencia del haz de lluvia.

e - Abrir completamente la válvula 10 por un periodo de 10 seg

f - Retirar el marco con la tela y localizar el diametro mayor impreso en la tela y con la ayuda de la plantilla transparente y una escala transparente, medir los diámetros correspondientes a los ejes de 0°, 120° y 240°. Registrar los valores

8.6.4 Resultados

El promedio de las tres medidas registradas, debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.5.2

8.7 De temperatura de trabajo.

8.7.1 Herramientas y equipo.

- El equipo de prueba hidráulico, deberá corresponder al que se presenta en la figura 3

- Termometro con capacidad de 273 K a 373 K (0-100 °C), con graduación mínima de 1



SECCIÓN - DGN

8.7.2 Preparación de la muestra.

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.
- Colocar la regadera en el equipo de prueba

8.7.3 Procedimiento.

- Instalar la regadera según las instrucciones de instalación del fabricante.
- Calibrar el equipo de acuerdo al anexo 4
- Ajustar la temperatura del agua a $355\text{ K } (82\text{ }^\circ\text{C}) \pm 4$
- Una vez logrado lo anterior, ajustar la presión del sistema de trabajo máxima indicada en la tabla 1 del inciso 5 y permitir el flujo de agua a través de la regadera por tiempo de 30 min con flujo continuo, verificando durante la prueba que la temperatura del agua se mantenga dentro del rango especificado, en caso contrario se suspende la prueba y se repite esta

8.7.4 Resultados

La regadera no debe presentar fugas, grietas o deformaciones en sus componentes, ni fallas en su funcionamiento, durante la prueba inicial de la misma, esto se verificará visualmente

8.8 De resistencia a la presión hidráulica.

8.8.1 Herramienta y equipo

- El mismo indicado en 8.4.1

8.8.2 Preparación de la muestra-

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.

8.8.3 Procedimiento

- Calibrar el equipo de prueba según el anexo 4.
- Conectar la regadera según instrucciones del fabricante



SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
13/23

- Con la válvula 10 cerrada ajustar a la presión de prueba especificada en la tabla 2 del inciso 6.7.
- Abrir la válvula 10 en forma gradual, la presión hidráulica debe permanecer 10 minutos

8.8.4 Resultados

Durante la prueba no deben presentarse fugas en las conexiones y/o en los ensambles de los componentes, la regadera no debe sufrir golpes o deformaciones, esto se verifica visualmente y la regadera debe cumplir posteriormente con lo especificado en el inciso 6.4

8.9 De durabilidad

8.9.1 Herramientas y equipo

- Dispositivos de prueba según anexo 8

8.9.2 Preparación de la muestra

- Colocar el brazo del equipo de prueba a la muestra
- Sujetar firmemente el cuerpo de la regadera al equipo de prueba

8.9.3 Procedimiento

- Ajustar la carrera del equipo de manera que la articulación no golpee en el tope de la regadera, para lo cual la carrera debe ser un 5% menor a la carrera total (ver anexo 8)
- Suministrar un flujo de agua mínimo de 1 L por minuto y máximo de 2 L por minuto al interior de la regadera
- Ajustar la velocidad de prueba a 10 ± 2 ciclos/minuto
- Realizar 7,000 ciclos de funcionamiento del nudo móvil o articulación de la regadera

8.9.4 Resultados

La regadera no debe presentar fugas en la zona de la articulación al repetir la prueba indicada en el inciso 8.7.

9 MARCADO



ALCOPI - DGN

9.1 En el producto

Todas las regaderas objeto de esta norma deben tener en forma legible la marca registrada o símbolo del fabricante

9.2 En el envase o embalaje

Todas las regaderas objeto de esta norma deben tener marcado en forma legible e indeleble los siguientes datos como mínimo

- Marca Registrada y/o símbolo del fabricante
- Nombre del producto
- La leyenda 'HECHO EN MEXICO' o país de procedencia y los datos de importación
- Indicación de Certificación del Producto
- Presión de trabajo y niveles de construcción especificados

9.3 Instructivo

Deberá incluirse o imprimirse en el envase un instructivo de instalación y mantenimiento en el que se mencionen los componentes de la regadera incluidos

10 VIGILANCIA

La Procuraduría Federal del Consumidor en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Social es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana

11 BIBLIOGRAFIA

- CAN/CSA-B125-M89 PLUMBING PRODUCTS AND MATERIALS -Canada 1989
- ASME A112.18.1M-1989 PLUMBING FIXTURE FITTINGS - Estados Unidos de America 1989
- USAS B2.1-1968 PIPE THREADS (EXCEPT DRYSEAL) - Estados Unidos de America 1968



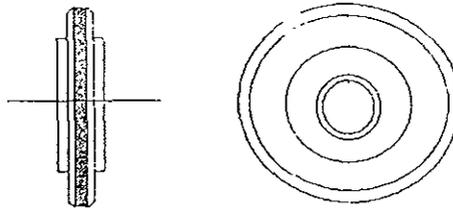
SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
15/23

ANEXO I



CALIBRADOR MACHO



CALIBRADOR HEMBRA (anillo)

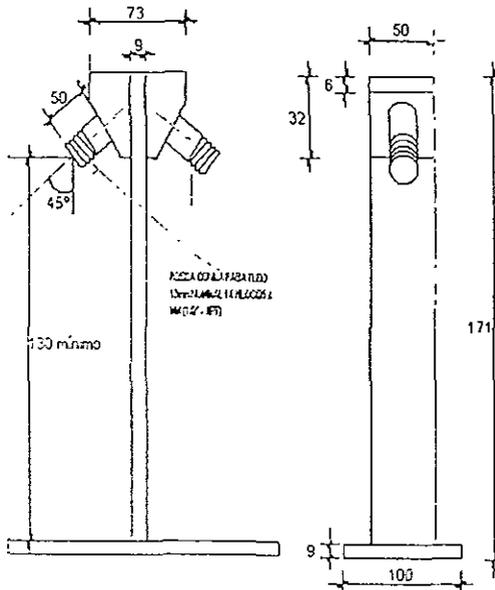
Los calibradores maestros mostrados deben ser fabricados de acuerdo a la norma USAS B2 J-1968,
SECCION 7
GAGES AND GAGE TOLERANCES FOR USA (AMERICAN)
Standard Pipe Threads

FIGURA 1.- CALIBRADORES MAESTROS DE ROSCAS

INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACION

ANEXO 2

SOPORTE MONTAJE PARA PRUEBA DE CORROSION



MATERIAL: ACRILICO
ACOTACIONES: MILIMETROS
TOLERANCIAS: ± 1.0 mm

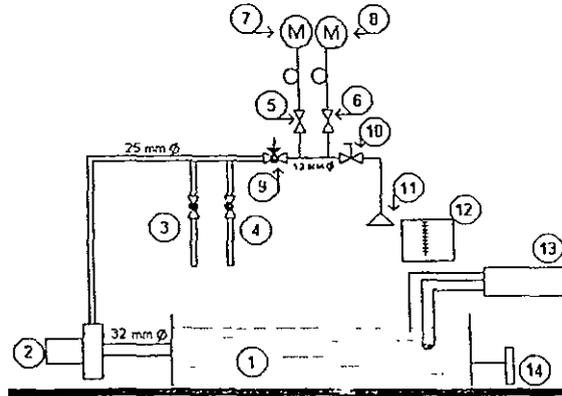
FIGURA 2.- SOPORTE MONTAJE PARA PRUEBA DE CORROSION



SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
17/23

ANEXO 3
EQUIPO PARA PRUEBAS HIDRAULICAS



- 1 Tanque de almacenamiento y receptor de agua
- 2 Bomba hidráulica
- 3 y 4 Válvula de globo o aguja (para controlar la presión)
- 5 y 6 Válvula de paso (para seleccionar el manómetro)
- 7 y 8 Manómetros (alta y baja presión)
- 9 Válvula de aguja (para calibración)
- 10 Válvula de esfera
- 11 Regadera de prueba
- 12 Recipiente perforado de 10 lts.
- 13 Sistema de resistencia y termostato
- 14 Termómetro

FIGURA 3.- EQUIPO PARA PRUEBAS HIDRAULICAS



ANEXO 4

CALIBRACION DEL EQUIPO DE PRUEBA

Ver figura 3 (anexo 3)

- 1 Sin la regadera a evaluar (No. 11), abrir las válvulas No. 9 y No. 10, arrancar el sistema de bombeo y permitir que el agua fluya por la válvula No. 10 y a tubo abierto
- 2 Cerrar la válvula No. 10 y operar las válvulas No. 3 y No. 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 98 kPa (1 kgf/cm²).
- 3 Abrir completamente la válvula No. 10 y con la válvula No. 9 regular el gasto a la salida hasta que este sea de 16 l/min \pm 10 %
- 4 Cerrar la válvula No. 10 y operar las válvulas No. 3 y No. 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 294 kPa (3 kgf/cm²)
- 5 Abrir completamente la válvula No. 10 y comprobar que el gasto sea de 23 l/min \pm 10 %, si se logra esto el equipo está calibrado y la válvula No. 9 no debe operarse nuevamente
- 6 Si en el paso anterior no se logra la calibración, operar la válvula No. 9 hasta lograrlo y repetir las operaciones de los puntos 2 al 5 hasta obtener los gastos establecidos en ambas presiones (98 kPa y 294 kPa)

NOTAS

- Una vez calibrado el equipo de prueba no debe moverse la válvula No. 9 durante la realización de las pruebas. Verificar la calibración del equipo cada vez que se arranque nuevamente el mismo
- Con la calibración del equipo de prueba, aún cuando se realiza en solo 2 presiones (98 kPa y 294 kPa), se prepara y calibra el equipo de prueba para el rango de presiones estático utilizado en esta norma

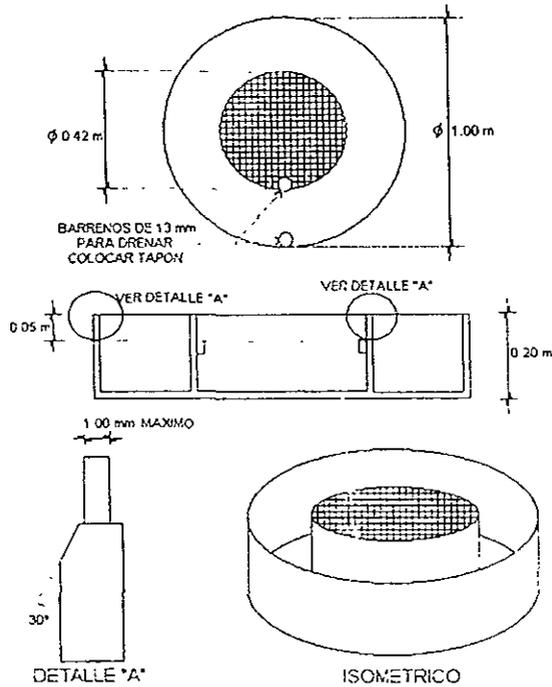


SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
19/23

ANEXO 5

DISPOSITIVO RECEPTOR DEL HAZ DE LA LLUVIA DE LA REGADERA



MATERIAL Lamina de acrílico
transparente de espesor
mínimo de 6 mm

FIGURA 5.- DISPOSITIVO RECEPTOR DEL HAZ DE LLUVIA DE LA REGADERA .

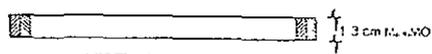
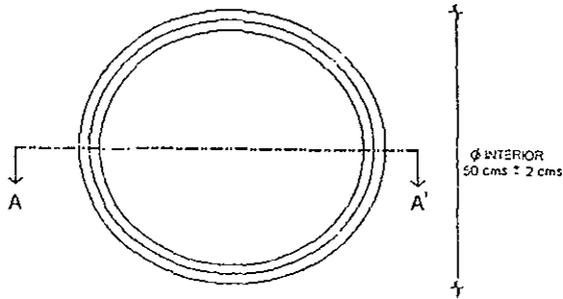


SFCO 1 - DGN

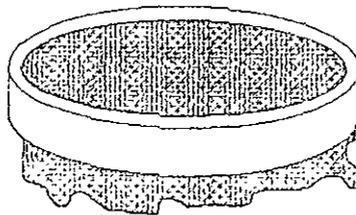
NOM-066-SCFI-1994
20/23

ANEXO 6

MARCO PARA DETERMINAR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE LLUVIA DE LA
REGADERA.



VISTA A-A' CORTE



ISOMETRICO

COLOCAR LA TELA EN EL MARCO
INTERIOR Y CON EL MARCO EXTERIOR
TENSAR Y SUJETAR

FIGURA 6.- MARCO PARA DETERMINAR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE
LLUVIA.



SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
21/23

ANEXO 7

PLANTILLA PARA MEDIR EL ANCHO MÍNIMO DEL HAZ DE LLUVIA DE LA
REGADERA..

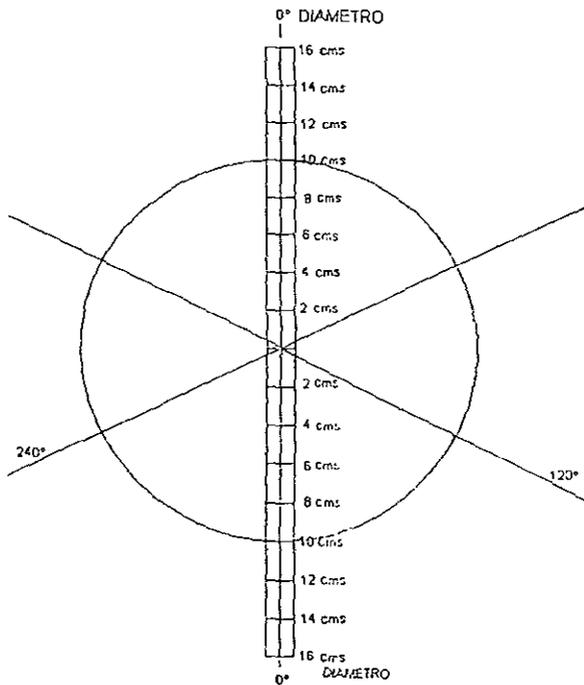


FIGURA 7.- PLANTILLA PARA DETERMINAR EL ANCHO MÍNIMO DEL HAZ DE LLUVIA

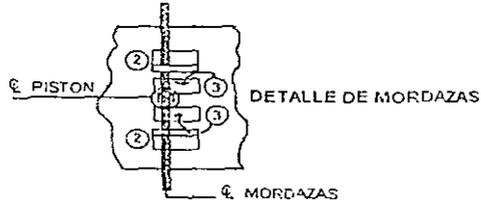
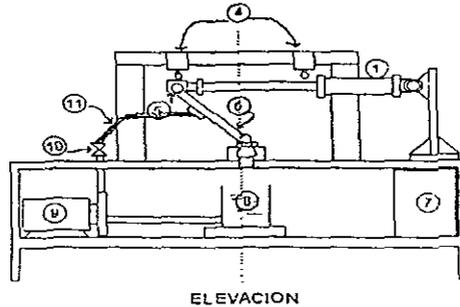


SECOFI - DGN

NOM-066-SCFI-1994
22/23

ANEXO 8

DISPOSITIVO DE PRUEBA DE DURABILIDAD



- 1 PISTON NEUMATICO QUE APLICA EL MOVIMIENTO
- 2 SISTEMA DE APRIETE DE MORDAZAS DE SUJECION.
- 3 MORDAZAS DE SUJECION CUERPO REGADERA
- 4 MICRO INTERRUPTORES FIN DE CARRERA.
- 5 ROTULA
- 6 NIPLE DE CONEXION
- 7 CONTROL NEUMATICO Y CONTADOR DE CICLOS.
- 8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RECEPTOR DE AGUA
- 9 BOMBA HIDRAULICA.
- 10 VALVULA DE PASO.
- 11 MANGUERA FLEXIBLE

FIGURA 8.- DISPOSITIVO DE PRUEBA DE DURABILIDAD.



NOM-066-SCFI-1994
23/23

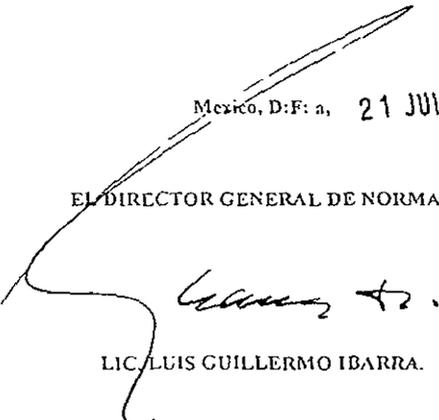
SECOFI - DGN

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia al momento de su elaboración.

México, D.F. a, 21 JUL. 1994

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS


LIC. LUIS GUILLERMO IBARRA.


PAPP/EMM

ICCOFI 125-039

APÉNDICE B
FOTOGRAFÍAS DE REGADERAS PROTOTIPO Y
LABORATORIO EXPERIMENTAL (DGCOH)

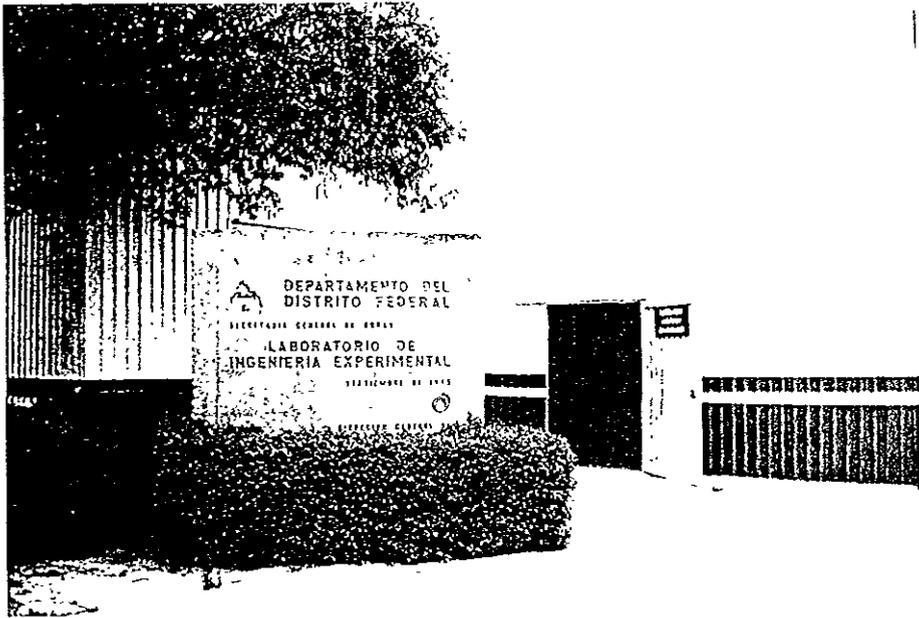


Foto 1.-Laboratorio de Ingeniería Experimental (exterior) de la DGCOH.

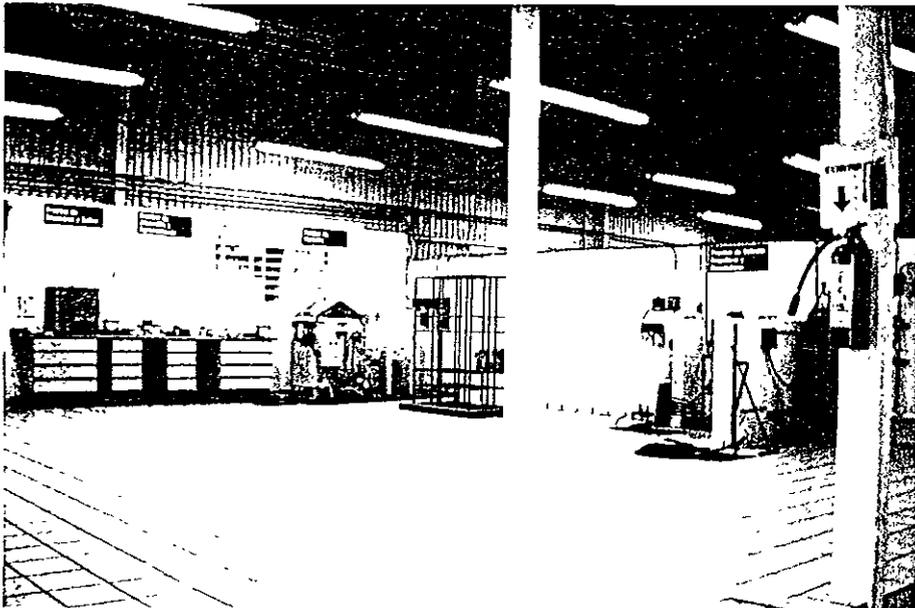


Foto 2.-Laboratorio de Ingeniería Experimental (interior) de la DGCOH



Foto 3.- Pruebas de corrosión.

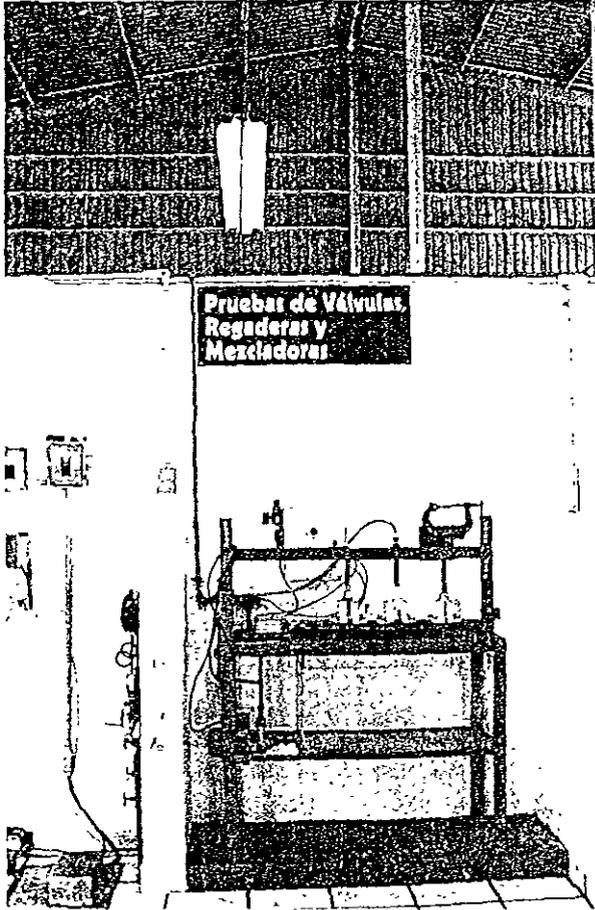


Foto 4 - Pruebas de válvulas, regaderas y mezcladoras

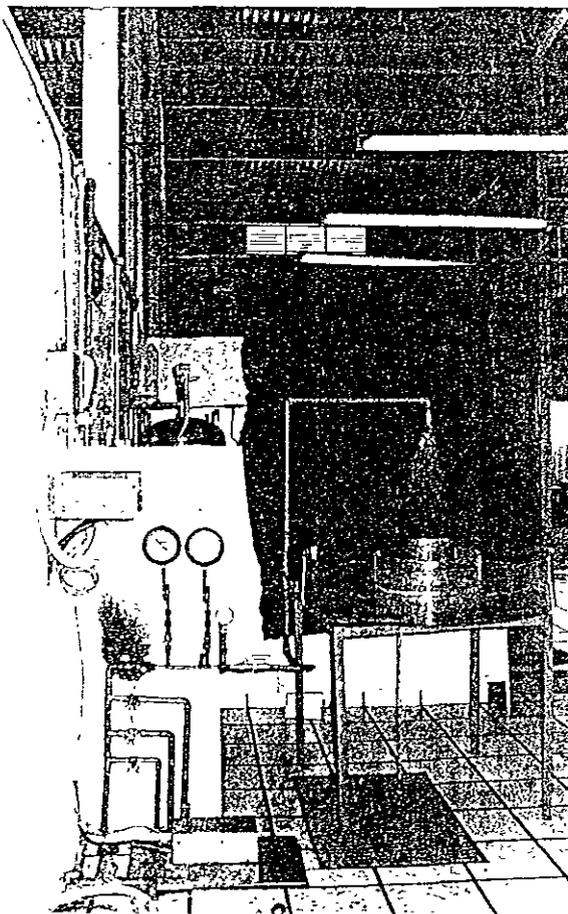


Foto 5 - Pruebas de regaderas

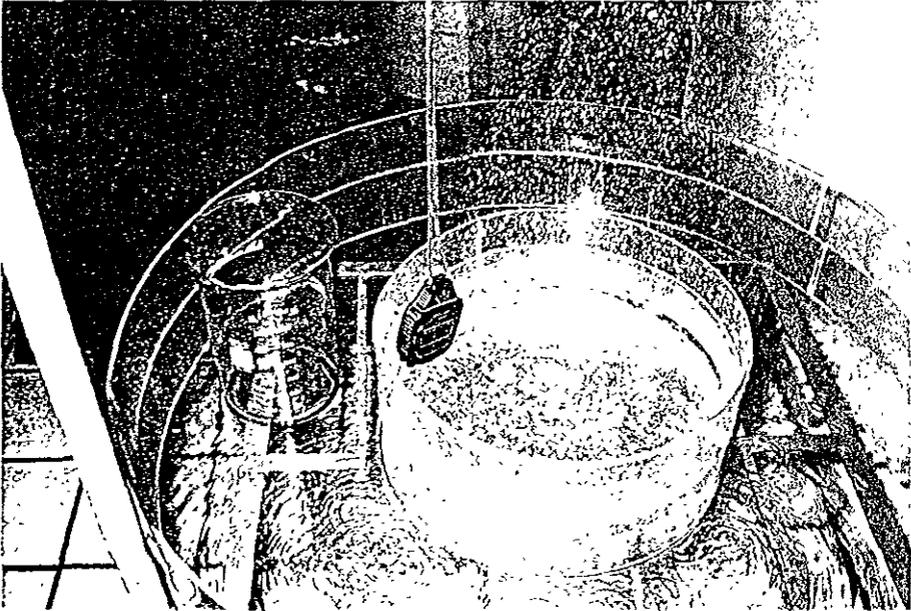


Foto 6.- Instrumentos de medición para gasto y haz de lluvia

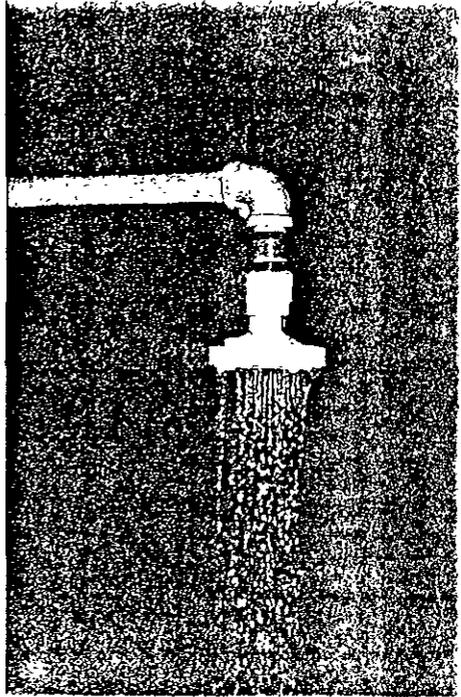
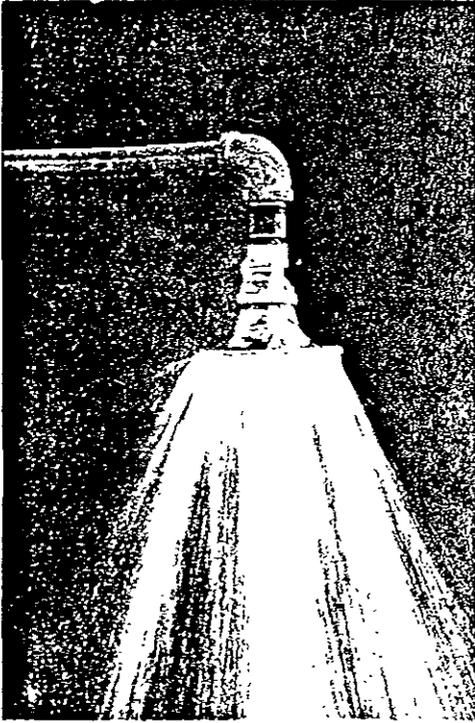


Foto 7 - Operacion adecuada de regaderas normales

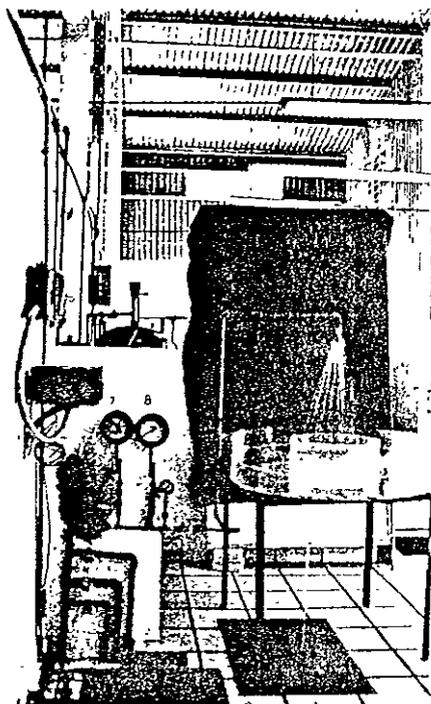
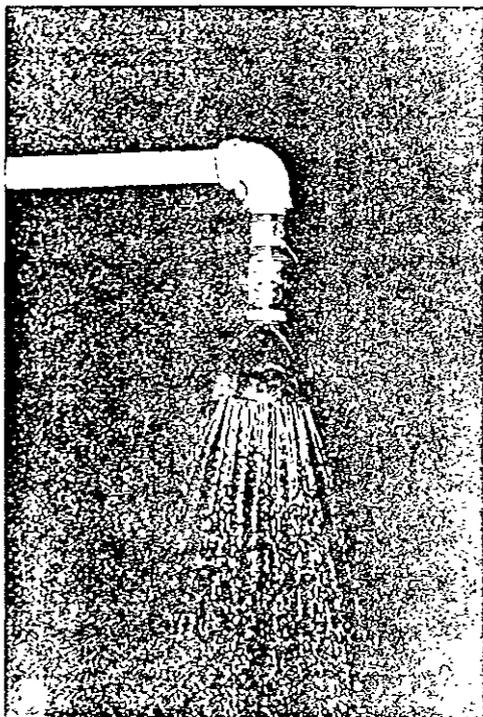


Foto 8.- Regadera marca Helvex, modelo H-600, tipo de presión baja

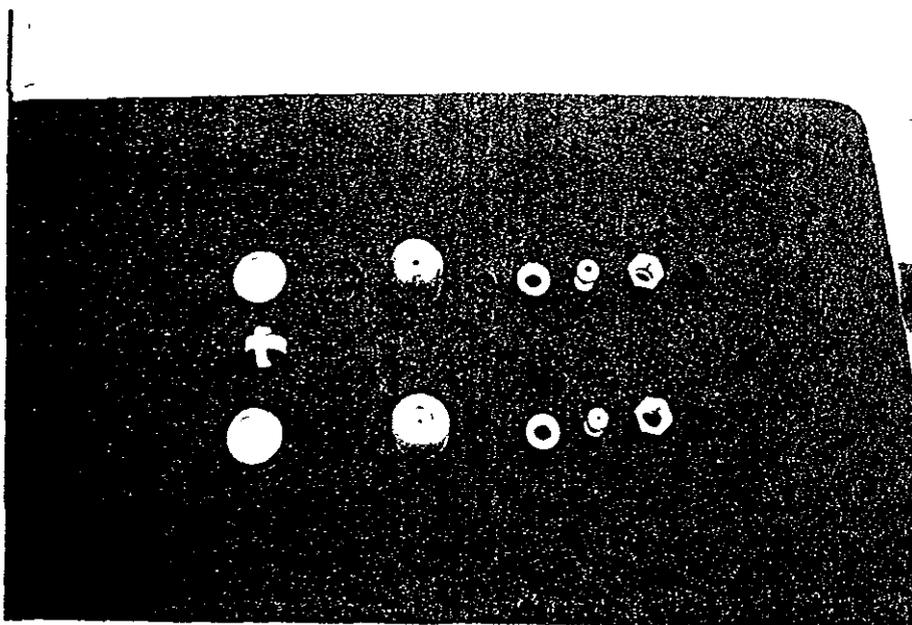
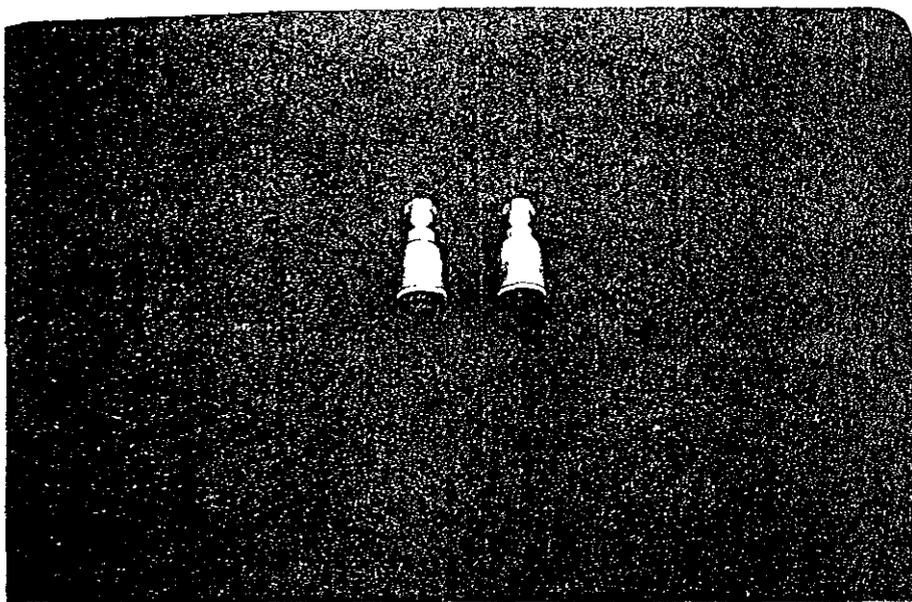


Foto 9.- Componentes de regadera prototipo diseñadas

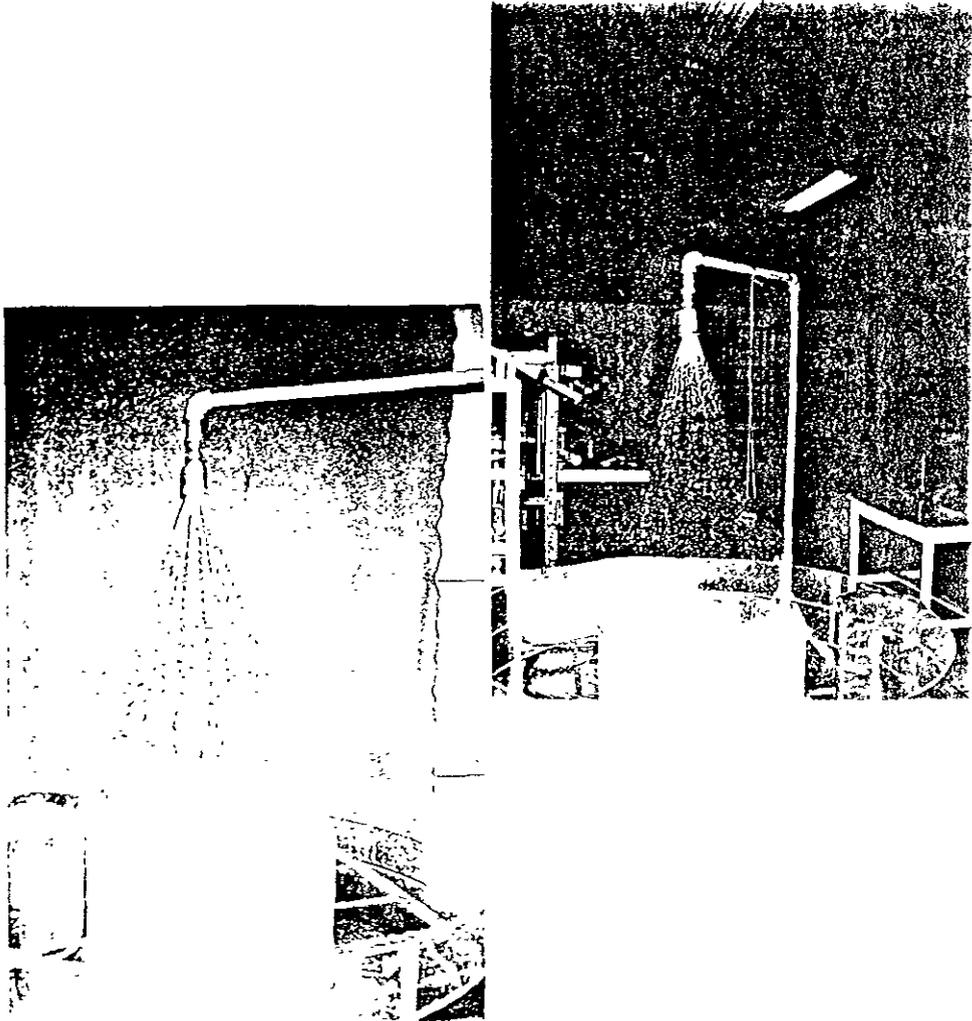


Foto 10 - Operación de las regaderas prototipo.