



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Manual de pruebas a instalaciones sanitarias

Guía práctica para la evaluación de
muebles y aparatos sanitarios.

Esli Hirepan Hernández Rivera

Guillermo Alberto Montero Medel

PUMAGUA

The logo for PUMAGUA features the word "PUMAGUA" in a bold, sans-serif font. The letter "P" is in a dark blue color, while the letters "UMAGUA" are in a lighter blue color. A stylized blue water droplet is positioned below the letter "A".

Julio 2009

Contenido

Introducción	3
Antecedentes.....	3
1.0 El aforo de muebles de baño	4
1.1 Conceptos básicos	4
1.2 Prueba de aforo simple	4
1.3 El medidor de agua	5
1.4 Prueba de aforo con medidor.....	7
2.0 Pruebas al conjunto fluxómetro–excusado	9
2.1 Espejo de agua.....	9
2.2 Intercambio de agua.....	10
2.3 Exclusión de residuos.....	10
2.4 Eliminación de desperdicios	11
2.5 Barrido	12
2.6 Arrastre.....	13
3.0 Análisis de Resultados	14
4.0 Conclusiones y Recomendaciones.....	15
4.1 Normas Pumagua	17
Anexo 1 Variantes de muebles y aparatos sanitarios.....	18
Anexo 2 Elaboración de bolas de papel.....	18
Anexo 3 Fichas técnicas de muebles de baño	19
Bibliografía.....	30

Introducción

El recurso agua se consideraba ilimitado en términos de su calidad, cantidad y bajo costo. En el contexto de espacio y tiempo el recurso se ha visto afectado por el incremento en su demanda como resultado del crecimiento demográfico y la gran necesidad de incrementar la eficiencia en el uso del agua sin afectar la salud de los usuarios y al medio ambiente en general. Bajo estos preceptos nace el *Programa de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM*.

El PUMAGUA busca el uso eficiente del recurso a través de la implementación de estrategias para disminuir el consumo y pérdidas con una visión universal que permitirá su aplicación incluso fuera de los campus universitarios.

Por ello el presente manual está dirigido al público en general e instituciones, pertenecientes a la UNAM o no, que estén dispuestas a considerar las propuestas del Pumagua para conocer el estado actual de sus instalaciones sanitarias y tomar las acciones pertinentes en la búsqueda del ahorro de agua.

La información contenida aquí es resultado de la implementación del programa de mejoramiento de instalaciones sanitarias en diversas instituciones, incluye una descripción simplificada de las pruebas necesarias de acuerdo a las Normas Mexicanas¹.

Antecedentes

Como resultado de la Feria del Baño (Mayo, 2008) diversos productores y proveedores de artículos sanitarios mostraron interés en los estudios y objetivos que PUMAGUA pretende alcanzar, ofrecieron productos con tecnologías innovadoras que permiten un ahorro significativo de agua.

Se dio inicio a un programa piloto de mejoramiento de instalaciones sanitarias que propone el cambio de muebles y aparatos; en los edificios seleccionados se logró una disminución en el consumo de agua, sin embargo, la eficiencia de los equipos no fue enteramente satisfactoria.

Debido a los problemas durante las maniobras de instalación y la operación de los equipos, se adoptaron diversas pruebas, basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CNA-2001, inodoros para uso sanitario, especificaciones y métodos de prueba y en otras pruebas de uso internacional.

Las pruebas fueron seleccionadas de acuerdo a las características generales que las instalaciones universitarias (escolares) presentan, deberán elegirse las que mejor se adecúen a las particularidades de los servicios procurando que sea el mayor número de pruebas posible.

¹ Norma Oficial Mexicana NOM-009-CNA-2001, Inodoros para uso sanitario – Especificaciones y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, Fluxómetros – Especificaciones y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1998, Regaderas empleadas en el aseo corporal – Especificaciones y métodos de prueba.

1.0 El aforo de muebles de baño

1.1 Conceptos básicos

En este apartado se enlistan los términos mayormente empleados para el aforo de los muebles de baño para facilitar su comprensión y uso.

Tabla 1. Conceptos básicos.

Término	Definición	Términos afines	Unidad
Aforo	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.		l/min l/s m ³ /s
Gasto	Volumen de agua que en promedio circula por un conducto durante un tiempo determinado.	Flujo, Caudal.	Lpm Gpm
Saturación	Estado en el que un cuerpo receptor no admite más cantidad de otro.		
Inodoro	Elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar desechos humanos hacia la instalación de saneamiento. De cualquier material.	Retrete, excusado	
Accionador	Elemento por el cual se efectúa la transmisión de movimiento para el sistema de descarga; este puede ser: mecánico y/o electrónico		
Fluxómetro	Válvula automática, que dosifica y descarga en una sola operación el agua que requiere la taza para fluxómetro o el mingitorio para su funcionamiento hidráulico.		
Válvula	Dispositivo diseñado para controlar el flujo de agua.		
Sifón	Cierre de agua limpia que impide la salida de los olores del drenaje hacia los espacios habitados.		
Espejo de agua	Superficie máxima de agua visible en la taza cuando el inodoro se encuentra en condiciones de ser descargado.		

1.2 Prueba de aforo simple

a) Cuando el flujo es constante y libre, como en las regaderas, puede emplearse un recipiente de volumen conocido (p.ej. cubeta) y un cronómetro, para estimar el gasto el procedimiento de cálculo es el siguiente:

Se toma el tiempo transcurrido para llenar el recipiente y se divide el volumen obtenido entre el tiempo medido, como lo indica la ecuación 1.

$$Q = V / t \text{ ----- (1)}$$

Donde:

V es el volumen

t es el tiempo transcurrido

Q es el gasto o caudal

Las unidades de mayor uso son m³/s, L/s y L/min, sin embargo puede usarse cualquier otra mientras se respete la relación de *volumen sobre tiempo*.

b) En los dispositivos que no se tiene un flujo libre, excusado de tanque por ejemplo, se puede seguir el siguiente procedimiento simple:

- 1) Cortar el suministro de agua,
- 2) Con un marcador de aceite marcar el nivel superior de agua del tanque,
- 3) Jalar la palanca y medir con un cronómetro el tiempo necesario para la descarga del tanque,
- 4) Finalmente se marca el nivel inferior del Agua.

Adicionalmente deben tomarse las dimensiones internas del tanque para conocer la capacidad del mismo.

Con la diferencia de niveles, el volumen del tanque y el tiempo medido puede estimarse el consumo por descarga con la ayuda de la ecuación 1.

c) Una forma de estimar los consumos de agua sin realizar pruebas o cálculos es a través de los valores publicados en normas o bien, en las fichas técnicas de los muebles.

Si se desea optar por este método primero debe determinarse la edad de los muebles, p.ej. si estos son anteriores al año 1994, el consumo de los inodoros seguramente excede los 13 litros por descarga, llegando incluso a los 18 lpd².

Generalmente los muebles de baño de años recientes cumplen con la normatividad, en las que se observan las siguientes recomendaciones de descarga máxima:

- Mingitorios: 3.8 lpd.
- Tazas sanitarias: 6 lpd
- Llaves de lavabo: 2 lpm.
- Regaderas: 10 lpm.

Todos los muebles de baño poseen en la parte inferior modelo y año de fabricación, el contar con este dato es de gran utilidad al momento de inferir su gasto.

1.3 El medidor de agua

La forma más práctica, rápida y precisa de aforar un baño es con un medidor que mantenga un registro constante del consumo de agua de los muebles y aparatos sanitarios.

Los medidores más comunes son de carátula analógica, aunque también los hay digitales.

² Litros por descarga. También puede usarse lpf del inglés flush

Instalación de medidores

permanentes en las líneas que abastecen los muebles de baño. Esta es una forma de estimar los flujos en un mueble de baño. Este tipo de medidas ayuda también a saber la descarga de Agua en el conjunto fluxómetro – inodoro.

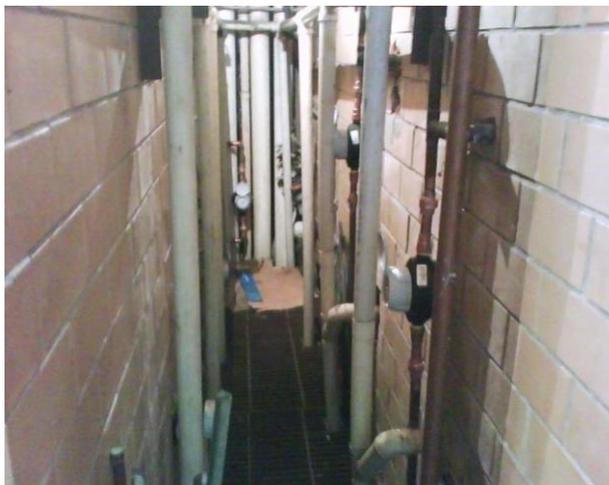


Figura 1. Cuarto de instalaciones hidráulicas

En un medidor de carátula analógica, ésta se observa dividida en cien partes iguales, con una manecilla cuyo funcionamiento es similar a un reloj y un contador progresivo que acumula las vueltas que va dando dicha manecilla. El medidor antes de ser instalado debe estar en cero, esto garantiza que es nuevo y que está listo para empezar a medir el volumen de agua que abastece al inmueble.

Las lecturas estarán conformadas de una parte entera y cuatros cifras significativas (aunque depende del modelo); la parte entera está dada por los números en negro del contador, las siguientes cifras significativas se toman de la coma hacia la derecha (generalmente en color rojo), por último las dos cifras que faltan se obtienen por la posición de la manecilla sobre la carátula. Cada marca fuerte son 0.001m^3 o 10litros.



Figura 2. Carátula de medidor de agua



Figura 3. Medidor en funcionamiento

Ejemplo de lectura. La imagen de la izquierda representa la posición final de un medidor después de una descarga. La lectura en metros cúbicos comienza con la parte entera, 167 (números negros), 64 es la cifra subsecuente a la derecha de la coma y el complemento se lee con ayuda de la manecilla, que en este caso sería en 28. Por lo tanto la lectura final es $167,6428\text{ m}^3$.

Un auxiliar importante en la carátula del medidor es la hélice, que gira cuando se usa algún mueble o aparato de baño y permanecerá inmóvil mientras no se use, por lo que, si se detecta movimiento aún cuando no exista ningún consumo aparente, entonces se puede suponer la presencia de una fuga, que se deberá reportar inmediatamente a la autoridad pertinente para que la atienda y se repare de inmediato.

1.4 Prueba de aforo con medidor

A continuación se enlista una serie de pasos que serán de utilidad para efectuar el aforo de los muebles y aparatos sanitarios con la ayuda de un medidor.

Recomendaciones:

- Se necesitan dos personas para la realización de las pruebas; uno hará las descargas y otro asentará la lectura que el medidor indique.
- La forma de tomar las lecturas consiste en diferencias entre lectura inicial y lectura final, por lo que se requiere de dos lecturas por cada ensayo.
- Se requieren por lo menos tres ensayos.

Procedimiento Parte 1. Identificación:

- 1) Identificar ampliamente el lugar donde se hace la prueba.
 p.ej. Edificio: 12 del Instituto de Ingeniería
 Nivel: Primer nivel
 Baño: Hombres / Mujeres
- 2) Identificar el mueble o aparato sujeto de la prueba y asignar un número subsecuente que facilite su ubicación dentro de un mismo cuarto de baño o servicio.
 p.ej. Mueble/Aparato: Inodoro 2
 Nota: Una forma simple de establecer un orden es comenzar desde el más cercano a la puerta de acceso a la unidad.
- 3) Anotar la marca del mueble o aparato y el consumo nominal de descarga que indique la ficha correspondiente e indicar el tipo³.
 p.ej. Mueble/Aparato: Fuxómetro 2
 Marca:
 Consumo N: 6 lpd
 Tipo: Sensor Electrónico
 Nota: Cuando se trate del conjunto mingitorio–fuxómetro o inodoro–fluxómetro debiera hacerse este paso por ambos objetos.

Tabla 2. Ejemplo de ficha de identificación.

Edificio: 12 Instituto de Ingeniería	Nivel: Primer nivel Baño: Hombres
Mueble: Inodoro 2	Aparato: Fluxómetro 2
Marca:	Marca:
Consumo N: 6 lpf / 1.2 gpf	Consumo N: 6 lpf / 1.2 gpf
Tipo: Jet	Tipo: Sensor Electrónico

Procedimiento Parte 2. Lecturas:

- 1) Tomar la lectura inicial del medidor.

³ Se anexa una tabla con las variantes posibles para este rubro.

- 2) Realizar la descarga.
- 3) Tomar la lectura final del medidor
Nota: esperar a que la manecilla y la helice detengan su movimiento.
- 4) Comparar ambas lecturas y establecer la diferencia, es decir:
$$Q = L_f - L_i \text{ ----- (2)}$$
Donde:
 - L_i es la lectura inicial
 - L_f es la lectura final
 - Q es el gasto o caudalNota: en el caso de aparatos con descarga libre debe seguirse el procedimiento descrito.
(Ver pág.4)
- 5) Para obtener el gasto en litros, multiplicar el resultado anterior por mil pues el gasto está expresado en metros cúbicos (m^3). Hacer esto para cada ensayo.
- 6) Realizar un promedio aritmético entre los gastos calculados para obtener el gasto promedio del mueble y/o aparato.

Procedimiento Parte 3. Comparación:

- 1) Se comparan los resultados obtenidos de consumo con los extraídos de la ficha técnica del mueble y con el límite máximo permitido por la norma correspondiente.
- 2) Elaborar una gráfica comparativa entre los caudales aforados y los nominales.
- 3) Analizar los resultados y emitir un dictámen de funcionamiento sustentado en la información obtenida.

Nota: Estos pasos deben seguirse para el aforo de cualquier mueble y/o aparato sanitario observando los límites permisibles, mencionados con anterioridad.

2.0 Pruebas al conjunto fluxómetro–excusado

A nivel internacional existen diversas pruebas para evaluar el funcionamiento del conjunto inodoro–fluxómetro y se realizan de acuerdo a la normatividad vigente, en México la última versión de esta norma corresponde a la NOM-009-CNA-2001 Pruebas para sanitario especificaciones y métodos de prueba.

Adicionalmente los fluxómetros deben cumplir su propia normatividad (NOM-005-CNA-1996), sin embargo las pruebas que establecidas no son de realización simple por el equipo necesario para el análisis de los aparatos. Estas normas deben ser seguidas por los productores.

Pumagua efectuó en sus estudios todas las pruebas incluidas en la norma y después de analizar su desempeño y comparar los resultados con el laboratorio montado en la feria del baño se llegó a la conclusión de que las pruebas a continuación descritas son las de menor dificultad y mayor eficacia en la evaluación del conjunto referido.

2.1 Espejo de agua

Equipo y material:

- Flexómetro o cinta métrica
- Nivel de burbuja

Procedimiento

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Descargar y permitir que se recupere el espejo de agua.
- Medir el espejo longitudinal y transversalmente, una vez que haya cesado el escurrimiento.

Resultados: El ensayo se considera aceptado si las dimensiones del espejo son de 12.7 x 10.2 cm como mínimo.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.

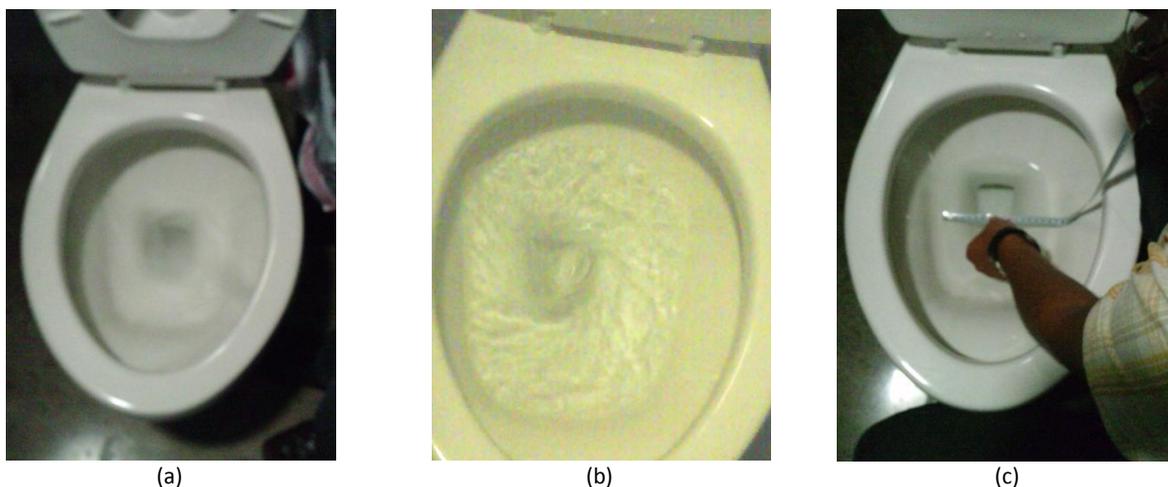


Figura 9. Prueba de espejo de agua. (a) Preparación, (b) Descarga, (c) Resultado

2.2 Intercambio de agua

Equipo y material:

- Solución de azul de metileno al 0.15%⁴
- Frasco con gotero de punta redondeada

Procedimiento

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Mezclar 5 gotas de la solución con el agua del cuenco, poniendo el gotero siempre en posición vertical desde una altura no mayor a 20 cm desde la superficie del agua.
- Identificar la intensidad el color.
- Descargar.
- Identificar la intensidad del color.
- Este ensayo se repetirá 2 veces.

Resultados: Al final del ensayo el color azul debe haber sido diluido por lo menos en un 90%, de lo contrario no pasa la prueba.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.

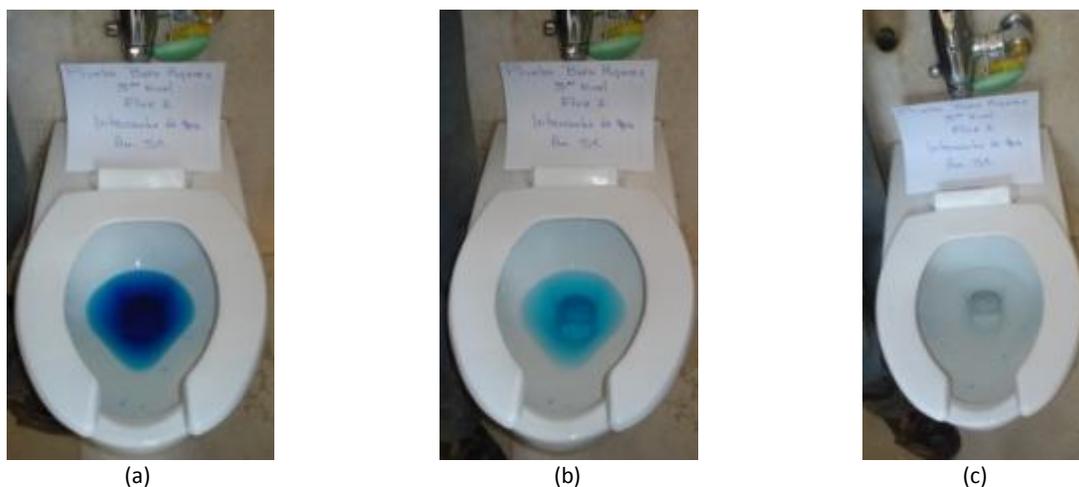


Figura 8. Prueba de intercambio de agua. (a) Preparación, (b) Realización, (c) Resultado

2.3 Exclusión de residuos

Equipo y material:

- Esferas de plástico (unicel) de 3/4" (19 mm).

Procedimiento:

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Depositar 15 esferas dentro de la taza y descargar.
- Este ensayo se repetirá 2 veces.

⁴ Diluir 1.5 gr por cada litro de agua.

Resultados: Debe por lo menos desalojar el 90% del material, de lo contrario no pasa la prueba.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.



Figura 4. Prueba de exclusión de residuos. (a) Preparación, (b) Realización, (c) Resultado

2.4 Eliminación de desperdicios

Equipo y material:

- Seis esponjas simétricas de 2x2 cm de sección por 7 cm de largo, medidas únicamente al estar nuevas y no después de usarse. No recuperables.
- Cinco bolas de papel higiénico sanitario sencillo⁵ de 4 hojas de 114x127 mm, que tengan un tiempo de absorción de 3 a 9 s.
- Recipiente con agua para saturar esponjas.

Procedimiento

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Saturar de agua las esponjas.
- Depositar las esponjas saturadas y las bolas de papel dentro de la taza.
- Descargar a los 3 segundos.
- Este ensayo se repetirá 2 veces.

Resultados: La carga debe ser desalojada en su totalidad, de lo contrario no pasa la prueba.

Esta prueba es la que más problemas representa para los conjuntos.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.

⁵ Procedimiento para elaborar y determinar el tiempo de absorción descritos en Anexo 2.



Figura 5. Prueba de eliminación de desperdicios. (a) Preparación, (b) Realización, (c) Resultado

2.5 Barrido

Equipo y material:

- Seis esponjas simétricas de 2x2 cm de sección por 6 cm de largo, medidas únicamente al estar nuevas y no después de usarse. No recuperables.
- Recipiente con agua para saturar esponjas.

Procedimiento

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Depositar las esponjas saturadas dentro de la taza.
- Descargar a los 3 segundos.
- Este ensayo se repetirá 2 veces.

Resultados: Debe desalojar todo el material, de lo contrario no pasa la prueba.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.

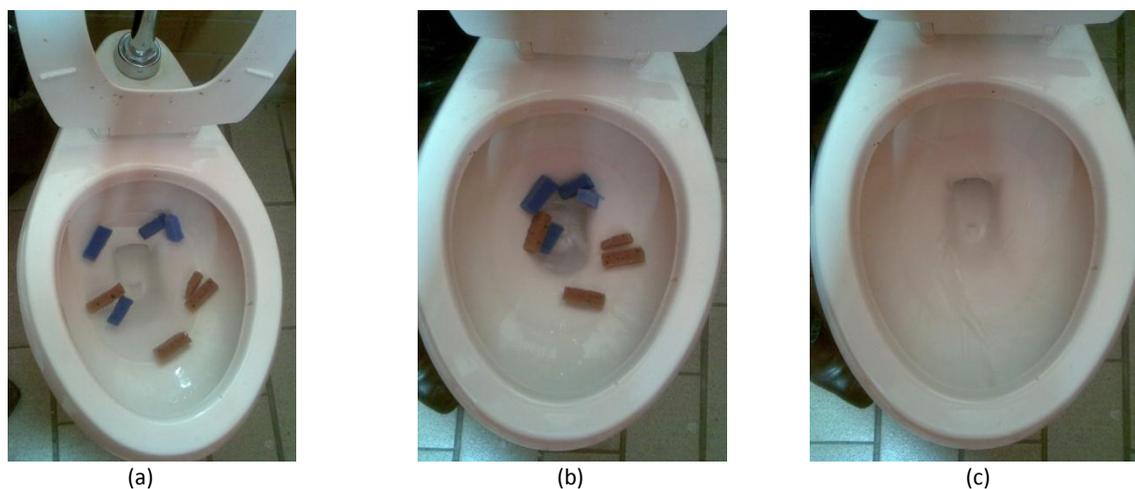


Figura 6. Prueba de barrido. (a) Preparación, (b) Realización, (c) Resultado

2.6 Arrastre

Equipo y material:

- Aserrín

Procedimiento

- La taza debe tener el espejo de agua a nivel normal.
- Arrojar “un puñado” de aserrín sobre la taza de modo tal que quede cubierta la mayor cantidad de la superficie del mueble.
- Descargar.
- Este ensayo se repetirá 2 veces.

Resultados: Debe desalojar todo el material, de lo contrario no pasa la prueba.

A continuación se muestran las imágenes del desarrollo de la prueba realizada en un conjunto que se ha desempeñado satisfactoriamente.



Figura 7. Prueba de arrastre. (a) Preparación, (b) Realización, (c) Resultado

3.0 Análisis de Resultados

En relación con las pruebas ya descritas los resultados se asentarán en un condensado que permita emitir un dictámen de funcionamiento general del conjunto. A continuación se muestra una ficha que incluye la información de una prueba realizada:

Tabla 3. Ejemplo de ficha de pruebas.

Edificio:	5 Instituto de Ingeniería	Nivel:	Primer nivel
Mueble:	Inodoro 2	Baño:	Mujeres
Marca:		Aparato:	Fluxómetro 2
Consumo N:	4.8 lpf / 1 gpf	Consumo N:	4.8 lpf / 1 gpf
Tipo:	Jet	Tipo:	Sensor electrónico

N.P.	Tipo de prueba	Resultado	Observaciones
1	Caudal	Q = 4.83 lpf	Ligeramente superior al nominal
2	Espejo de agua	135 x 110 mm	Dentro de la norma
3	Intercambio de agua	Sí pasa	Totalmente eliminado el tinte
4	Exclusión de residuos	Sí pasa	Todas las bolas fueron expulsadas
5	Eliminación de desperdicios	Sí pasa	Con dificultad en el segundo intento
6	Barrido	Sí pasa	Ningún problema
7	Arrastre	Sí pasa	Una parte en las paredes apenas fue rozada.

De esta manera podemos presentar el estado actual de las instalaciones sanitarias y tener el sustento para tomar cualquier decisión pertinente acerca de las propuestas del programa Pumagua.

4.0 Conclusiones y Recomendaciones

El Programa para el manejo, uso y reuso del Agua en la UNAM busca el uso eficiente del recurso a través de acciones que promueven el ahorro y la disminución de fugas, como parte de éstas se proponen las siguientes actividades:

- Monitoreo de suministro de Agua potable
- Monitoreo de consumos de Agua potable
- Actualización de planos de las instalaciones
- Cambio de muebles de baño por unos de tipo ahorrador

Pumagua está desarrollando sus propuestas desde enero de 2008 y en este tiempo se han realizado pruebas a nivel piloto en algunos edificios del instituto de ingeniería y otras instituciones de la UNAM, se ha adquirido experiencia suficiente para emitir las siguientes recomendaciones.

Los aparatos (fluxómetros principalmente) presentan gran susceptibilidad a perder la calibración de origen y descargan un volumen de agua distinto al nominal, cuando es a la baja obliga al usuario a realizar más de una descarga. La causa probable de estas irregularidades puede deberse a las variaciones en la presión suministrada, en el caso de los edificios muestreados va desde 3 hasta 4.5 kg/cm². Para evitar este tipo de inconvenientes se hace necesario encontrar aparatos capaces de compensar estas variaciones y así aminorar el problema.

El programa de mejoramiento de instalaciones sanitarias se enfocó en un principio en los fluxómetros pues éstos definen el gasto del conjunto, sin embargo, es de notarse que se trata de una relación simbiótica, por lo que también influye la capacidad del inodoro para aprovechar mejor el agua.

Han sido examinadas diferentes marcas y modelos del mercado y se han observado algunas similitudes en su funcionamiento.

Presión hidráulica. Se probó el conjunto inodoro fluxómetro conectado directamente a la red de abastecimiento de Ciudad Universitaria, usando un simulado de residuos sólidos para comprobar la eficacia de los nuevos sistemas de bajo consumo. Dadas las variaciones en la presión suministrada la efectividad en el sistema de descarga se vio comprometida y sólo algunos muebles pudieron soportar estos cambios. Son necesarios entonces fluxómetros que puedan balancear internamente las transiciones de presión para asegurar siempre una descarga eficaz. Sin embargo, si las instalaciones cuentan con un regulador de presiones o un hidroneumático que garantice variaciones mínimas puede asegurarse un comportamiento uniforme de cualquiera de los conjuntos hasta el momento probados.

Dual-flush. Los modelos de Doble Descarga muestreados presentaron un comportamiento aceptable para la eliminación de residuos líquidos cuando se utiliza la opción de bajo consumo (modo de 4.2L). Pocos lograron efectividad con residuos sólidos con el modo de ahorro de agua.

Sistema Jet. En los inodoros para uso no domestico, el modelo más común en el mercado no depende efectuar la descarga clásica que provoca un giro en espejo de agua y posteriormente la eliminación de los residuos; ahora se emplea una tecnología que concentra la carga hidráulica en la base de la taza y sólo un poco de agua se distribuye por las paredes del cuenco. Es en este

punto donde las innovaciones tecnológicas marcan la diferencia en el consumo de agua para obtener un diseño óptimo que realmente funcione con un bajo consumo (4.8 litros).

Sensores. Las llaves y los fluxómetros electrónicos están dotados de esta nueva tecnología que permite detectar la presencia de un cuerpo después de unos segundos y activar el ciclo del aparato cuando el objeto sale de su rango de captura. Existen sensores demasiado sensibles que provocan una activación constante del sistema de descarga y otros que incluso parecen tener un comportamiento aleatorio. Es indispensable que los sensores de cada aparato se calibren de acuerdo a las necesidades individuales de la unidad pues un alto consumo de agua está directamente relacionado con las fallas en esta parte de los equipos.

Mingitorios Secos. Esta modalidad es de un gran impacto social y ecológico, representa un ahorro importante en el consumo de agua pero implica una concentración química y microbiológica mayor en el Agua residual; otro problema derivado de este sistema es el sarro que se acumula en las tuberías, al no haber una descarga eventual de agua los contaminantes de la orina se cristalizan y se incrustan en el interior del conducto, reduciéndose gradualmente el diámetro de la tubería; además la tubería no puede ser de cobre ya que la orina directa es altamente corrosiva con este material.

Representa también un conflicto con el personal de limpieza ya que requiere de un trato diferente porque la limpieza convencional arroja Agua al mueble y en este caso no es recomendable, ya que el gel se disuelve fácilmente con el Agua y se pierden entonces las propiedades de “sello” que este proporciona.



Figura 8. Incrustación en una tubería.

Llaves con inclusores de aire. La colocación de una malla cerrada a la salida de la llave provoca la atomización del Agua para tener una mayor superficie de contacto y una sensación de más agua con menos volumen, existen en el mercado una gran variedad de modelos de manuales o sensor, de baterías o a corriente que deben seleccionarse dependiendo de las instalaciones y de las condiciones de mantenimiento que se tengan. También deben tomarse en cuenta las condiciones de la presión hidráulica, ya que las llaves pueden presentar los mismos inconvenientes que los fluxómetros.

Sociedad. Por último, pero no menos importante, debe considerarse la participación de la comunidad ya que durante nuestros estudios experimentamos inconvenientes derivados de una campaña poco efectiva de nuestras acciones y de la falta de conciencia de algunos usuarios.

Por lo anterior debe establecerse una campaña inclusiva para que le dé al usuario el poder y la responsabilidad sobre el ahorro de agua, crear una conciencia individual y colectiva dentro del área de trabajo para facilitar así la implementación de acciones que involucren cambios en las instalaciones y para que sean reportadas las fugas o mal funcionamiento en algún equipo.

Debe hacerse hincapié sobre los beneficios que se obtienen con el ahorro de agua tanto en el campus como en nuestros hogares. Así, si disminuye el consumo de agua, gastaremos menos en este servicio, además de beneficios ecológicos a futuro dejando una conciencia de uso sostenible de nuestros recursos para las futuras generaciones.

4.1 Normas Pumagua

Los puntos desarrollados arriba han permitido definir ciertas recomendaciones a modo de normas, que deben tomarse en cuenta para la selección adecuada de los muebles de baño que se proyecte adquirir.

De los fluxómetros:

- No podrán ser graduados manualmente para diferentes presiones; deben contar con un sistema interno de regulación.
- Trabajarán de acuerdo a lo que su ficha técnica marque; sin necesidad de calibrar el aparato.
- En caso de que se requiera un ajuste extraordinario debe contar con un sistema que permita realizarlo de forma sencilla pero no obvia, para asegurar su estabilidad.

De los mingitorios:

- El gasto máximo recomendado es de 0.5 lpd.
- Si se garantizan las condiciones de higiene y mantenimiento pueden instalarse de tipo seco.

De los inodoros:

- En ningún caso se deberá exceder la norma mexicana de 6 lpd
- Se podrán colocar muebles de bajo consumo, si y sólo si, después de un análisis se garantiza un servicio eficiente con 4.8 lpd.

De las llaves:

- El consumo máximo de las llaves de lavabo debe ser 2 lpm.
- Los sistemas de activación por sensor son efectivos y de ser posible se promoverá su instalación.
- Exigir un sistema de corte en el suministro después de 60 s continuos de uso.

De las regaderas:

- El consumo máximo de las llaves de lavabo debe ser 10 lpm.
- Dadas las características de instalaciones abiertas al público debe procurarse que sean de tipo antibandálico.

Anexo 1 Variantes de muebles y aparatos sanitarios

Para el llenado de las fichas de reconocimiento de las unidades sanitarias debe tenerse claro conocimiento del tipo de funcionamiento de estas, la experiencia adquirida en este tiempo nos permite establecer un resumen simplificado de las variantes significativas en los muebles y aparatos.

Tabla 4. Variantes entre muebles y aparatos sanitarios.

Mueble / Aparato	Tipo
Llaves	Electrónico
	Manual
Inodoro	De tanque
	De descarga simple
	Jet
Mingitorio	Húmedo
	Seco
Regadera	Ordinaria
	Pulverizadora
Fluxómetro	Electrónico
	Manual

Los accionamientos de tipo electrónico se refieren a sistemas activados por sensores.

El tipo manual en llaves se refiere a acciones mecánicas como el chicote ahorrador o las perillas de llaves mezcladoras comunes.

En los fluxómetros el accionamiento manual corresponde a mecanismos simples activados por perillas, botones, palancas o pedales.

Anexo 2 Elaboración de bolas de papel

Equipo y material:

- Papel higiénico sanitario de cuatro hojas sencillas cada una de 114x127 mm
- De usarse un tamaño mayor o menor, el número de hojas deberá aumentarse o disminuirse proporcionalmente con la superficie en mm² de cada hoja

Procedimiento:

- Se toma el extremo de la tira y se dobla hacia adentro tratando de formar una bola (figuras 9a y 9b), se deja libre la última hoja.
- Se gira la bola una vuelta completa para formar una especie de cuello (figura 9c).
- Después de formado el cuello, la bola se envuelve en la hoja libre formando una especie de canal (figura 9d).
- Se procede como se indica en la figura (9f).
- Finalmente, las puntas libres se introducen en la ranura formada por el nudo hecho al girarlas, quedando así formada una bola de papel compacta que mida de 35 a 45 mm de diámetro. (Figura 9g)

Tiempo de absorción:

Una bola de papel se colocará suavemente sobre la superficie de agua contenida en un recipiente. Se deberá tomar el tiempo desde el momento en que hace contacto con el agua hasta su completa saturación. El tiempo de absorción debe ser de 3 a 9 s.

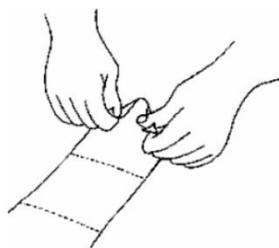


Figura 9a



Figura 9b



Figura 9c



Figura 9d

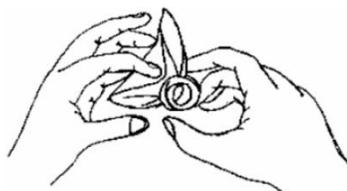


Figura 9e

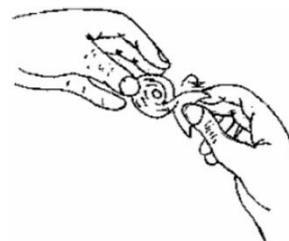


Figura 9f

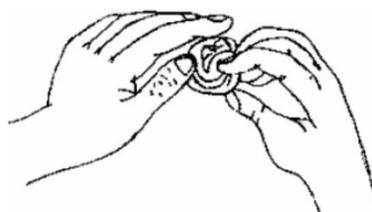


Figura 9g

Anexo 3 Fichas técnicas de muebles de baño

Las fichas a continuación descritas no pretenden en ningún momento favorecer a ciertos productores o casas distribuidoras de los muebles y aparatos sanitarios descritos, se trata simplemente de una descripción de las características mínimas recomendadas por Pumagua para un funcionamiento apropiado en la búsqueda de la eficiencia en el uso del agua.

Todas las marcas que deseen participar en este programa deben ajustar sus productos a las características a continuación descritas a fin de ofrecer la calidad y eficiencia necesarias para coadyuvar a cumplir las metas y objetivos propuestos por Pumagua.

**LLAVE PARA LAVABO
OPERADA CON SENSOR A CORRIENTE**



DESCRIPCIÓN:

Llave para lavabo operada con sensor a corriente con controlador de flujo de agua, filtro, cierre automático.

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Descarga máxima de 2 litros por minuto.
- ✓ Anti-vandálica.
- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Sensor cortador de agua.
- ✓ Corriente directa.
- Garantía del producto.

**LLAVE PARA LAVABO
OPERADA CON SENSOR A BATERÍAS**



DESCRIPCIÓN:

Llave para lavabo operada con sensor a baterías con controlador de flujo de agua, filtro, cierre automático y compartimiento para baterías.

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Descarga máxima de 2 litros por minuto.
- ✓ Anti-vandálica.
- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Sensor cortador de agua.
- ✓ Baterías.
- ✓ Garantía del producto.

**LLAVE PARA LAVABO
OPERADA CON AHORRADOR DE AGUA**



DESCRIPCIÓN:

Llave para lavabo, operado con sistema de push (botón), cierre automático, ahorrador de agua, ajuste de duración del ciclo del flujo de agua según se requiera

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Descarga máxima de 2 litros por minuto.
- ✓ Anti-vandálica.
- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Botón ahorrador de agua.
- ✓ Operación mecánica.
- ✓ Garantía del producto.

REGADERA



DESCRIPCIÓN:

Regadera con sistema de limpieza automática, para prevenir estorbar el flujo de las partículas, patrón aerosol para cobertura de cuerpo completo

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Descarga máxima de 10 litros por minuto.
- ✓ Anti-vandálica.
- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Soporte ajustable de chorro fijo.
- ✓ Economizador.
- ✓ Conexión de 1/2".
- ✓ Garantía del producto.

MINGITORIO OPERADO CON PEDAL O PALANCA



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para mingitorio operado con pedal o palanca y mingitorio de cerámica.

DESCARGA:

Debe ser de 0.5 Lpf /0.13 gpf como máximo.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y mingitorio de cerámica.
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso.
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima de 17 PSI, 1.2 kg/ cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Cerámica colgada a la pared.
- ✓ Acción de descarga descendente.
- ✓ Borde de descarga integral.
- ✓ Entrada de spud superior a ¾ IPS.
- ✓ Salida de spud 2" IPS.

MINGITORIO OPERADO CON SENSOR A BATERIAS



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para mingitorio operado sensor y mingitorio de cerámica.

DESCARGA:

Debe ser de 0.5 Lpf /0.13 gpf como máximo.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y mingitorio de cerámica.
- ✓ Trabaja con baterías.
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima de 17 PSI, 1.2 kg/ cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Cerámica colgada a la pared.
- ✓ Botón de emergencia manual automático.
- ✓ Acción de descarga descendente.
- ✓ Borde de descarga integral.
- ✓ Entrada de spud superior a ¾ IPS.
- ✓ Salida de spud 2” IPS.

MINGITORIO OPERADO CON SENSOR A CORRIENTE



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para mingitorio operado con sensor y mingitorio de cerámica.

DESCARGA:

Debe ser de 0.5 Lpf /0.13 gpf como máximo.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y mingitorio de cerámica.
- ✓ Trabaje a corriente directa.
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima de 17 PSI, 1.2 kg/ cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80m.c.a.
- ✓ Cerámica colgada a la pared.
- ✓ Botón de emergencia manual automático.
- ✓ Acción de descarga descendente.
- ✓ Borde de descarga integral.
- ✓ Entrada de spud superior a ¾ IPS.
- ✓ Salida de spud 2” IPS.

INODORO OPERADO CON PEDAL O PALANCA



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para sanitario operado con pedal o palanca y sanitario de cerámica.

DESCARGA:

Descarga máxima 6 Lpf_/1.6 gpf.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y sanitario de cerámica.
- ✓ La operación del mueble es mecánica
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80m.c.a.
- ✓ Cerámica montada a piso o pared.
- ✓ Taza alargada.
- ✓ Entrada de spud superior de 1-1/2" IPS.
- ✓ Salida de vía de trampa de 2-1/4" IPS.
- ✓ Borde de descarga integral.

INODORO OPERADO CON SENSOR A BATERIAS



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para sanitario operado con sensor a batería y sanitario de cerámica.

DESCARGA:

Debe ser de 6 Lpf /1.6 gpf como máximo.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y sanitario de cerámica.
- ✓ Trabaja con baterías
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima de 17 PSI, 1.2 kg/ cm², 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80m.c.a.
- ✓ Cerámica montada a piso o pared.
- ✓ Botón de emergencia manual automático.
- ✓ Entrada de spud superior de 1-1/2" IPS.
- ✓ Salida de vía de trampa de 2-1/4" IPS.
- ✓ Borde de descarga integral.

**INODORO
OPERADO CON SENSOR A CORRIENTE**



DESCRIPCIÓN :

Sistema de alta eficiencia completo con fluxómetro, para sanitario operado con sensor a corriente y sanitario de cerámica.

DESCARGA:

Debe ser de 6 Lpf /1.6 gpf como máximo.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Tapa de válvula Anti-vandálica.
- ✓ Volumen no regulable (CALIBRACIÓN DE FÁBRICA).
- ✓ Fluxómetro expuesto para alimentación izquierda o derecha y sanitario de cerámica.
- ✓ Trabaja con corriente directa.
- ✓ La instalación debe cumplir con requerimientos para personas con capacidades diferentes.
- ✓ Cumplimiento con el control de calidad del equipo.
- ✓ Automático: Descarga y limpieza del mueble sin necesidad de hacerlo manualmente.
- ✓ Higiénico: No hay contacto físico y se mantenga limpio cuando no esté en uso
- ✓ Económico: Reduzca al máximo los costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Garantía del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL MUEBLE:

- ✓ Presión de flujo mínima 17 PSI, 1.2 kg/cm² o bien 12 m.c.a.
- ✓ Presión de flujo máxima 114 PSI, 8 kg/cm², 80 m.c.a.
- ✓ Cerámica montada a piso o pared.
- ✓ Botón de emergencia manual automático.
- ✓ Taza alargada.
- ✓ Entrada de spud superior de 1-1/2" IPS.
- ✓ Salida de vía de trampa de 2-1/4" IPS.
- ✓ Borde de descarga integral.

Bibliografía

Ahorro y uso eficiente del Agua, Centro Nacional de Producción más Limpia.

Cervantes Gutiérrez, Virginia, et. **Manejo del Agua en CU**. Facultad de Ciencia de la UNAM. 2007.

Coloquio – taller sobre medición y auditorías de Agua, IMTA. México: 2008.

Conducting a household water audit, Maryland Department of Environmental Water Supply Program. United States. 2006

Kunkel, George. **Unaccounted for no more Water audit software assesses water loss, American Water Works Associations**. United States, May 2006.

Manual para hacer Auditorías de Agua en inmuebles federales, IMTA.

Water Conservation, Reuse and recycling master plan. Stanford University. United States: October 2003.

Water Efficiency Manual for commercial, industrial and Institutional facilities, North Carolina Department of Environmental and Resources. United States, 2007.

Water loss Manual, Texas Water Development Board. United States, May 2005.

Water Savings Action Plan 2006 - 2010, The University of Sidney. Camperdown and Darlington Campuses.

www.awwa.org.

www.nacobre.com

Informes del análisis de las pruebas de a muebles de baño, PUMAGUA 2008.

Norma Oficial Mexicana 009-CNA-2001, Inodoros para uso sanitario, especificaciones y método de prueba