



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Diseño de un producto para  
el ahorro de agua en el  
cuarto de baño**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniera Mecánica**

**P R E S E N T A**

Sarahí Castillo Rionda

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. Vicente Borja Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021



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.

## Dedicatoria

A Yazmín, la mejor mujer que conozco y que por suerte es mi madre; que me inspira y está todos los días; que me enseña y envuelve con su amor; la que me dijo que siempre vamos hacia adelante y escucha mis sueños. Porque me haces mejor persona, me sabes y sientes... porque gracias a ti, soy.

A Alexia porque aparte de ser mi sangre, es mi amiga y confidente; entiende todo, me sostiene y la sostengo, se queda siempre. Porque me extiende la mano y me deja caminar, correr y volar con ella. Porque juntas somos magia.

A Eiji, que me alienta a escribir y superarme, que me aplaude mis logros y me deja ver que una ingeniera puede hacer todo. Que con un abrazo me regresa los ánimos y con sus cuentos me dan ganas de vivir los míos... con el que vi que el éxito sí existe.

A Vada que me salva sólo con existir y me enseñó a amar de manera distinta.

A mis mujeres con las que creé mi red de apoyo emocional y círculo amoroso, mi Ye, Maty, Ibeth, Marce, Miner, Ángeles, Lola, Mari y Paola.

A Felipe y Marcelino, que me enseñaron que la mejor inversión en una es la educación.

A Aldo que apareció cuando menos esperaba y que, aunque mágicamente somos distintos, somos iguales.

## Resumen

El agua es un recurso indispensable para la vida en el planeta, es necesaria para los ecosistemas y para la provisión de servicios ambientales; además, es un factor estratégico para el desarrollo de los países.

En la regadera y en el WC se ocupa 200% más de agua de lo recomendado<sup>1</sup> y las oportunidades de innovación son amplias. En México no se han implementado medidas específicas para el ahorro y la reutilización del agua que sean cómodas y de fácil uso.

A raíz de lo anterior, se generó la idea de un producto conceptual para ahorrar y reutilizar el agua en el cuarto de baño.

Se dividió en dos fases: la primera hace referencia a los resultados obtenidos en el reporte del proyecto realizado "*Ahorro de agua, drops*"<sup>2</sup>, que buscaba solucionar el problema descrito con anterioridad; y en la segunda se aborda la exposición de la metodología de diseño para el desarrollo del producto, el cual soluciona el problema focalizado.

Se analizó el contexto de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y los productos existentes. Se dividió en distintas etapas, comenzando con el Capítulo II, en donde se incluyen los antecedentes para poder entender mejor el uso del agua en la vida diaria.

Dentro del Capítulo IV se incluye una síntesis de la investigación reportada en la primera iteración de este proyecto y sus resultados finales.

En el Capítulo V se incluye la segunda iteración y a su vez se divide en tres ciclos: el primer ciclo se centra en el usuario, la investigación de contexto, incluyendo la información de las patentes encontradas, la síntesis de observaciones y entrevistas a usuario, la identificación de factores económicos relacionados con el proyecto y la posible oportunidad de negocio.

El ciclo 2 se centra en la experiencia del usuario, se plantean las tendencias de desarrollo de productos que solucionan en parte el problema encontrado, se incluyen entrevistas,

---

<sup>1</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2014) *Programa de Gobierno. Alcaldía en Cuauhtémoc*. p.56

<sup>2</sup> Carlos, J., Castillo, S., Galván, M., Mazariegos, N., Romo, Itan. (2020) "*Ahorro de agua, Drops*".

encuestas y observaciones; y de acuerdo con esos datos, se plasmaron las necesidades encontradas a partir de conocer al usuario, las posibles alternativas de experiencia y la propuesta final de innovación.

En el ciclo 3 se centra en las especificaciones del producto, los requerimientos y las métricas, las alternativas, la evaluación y selección, el modelo CAD, los materiales, las características especiales de componentes, la estimación de costos, la validación del producto con los usuarios, elementos del modelo CANVAS de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur proveniente de su libro “Generación de Modelos de Negocio” y la estimación de impactos ambientales relacionados con la sustentabilidad.

# Contenido

Capítulo I. Antecedentes.....	7
Consumo de agua en Ciudad de México.....	7
Costos de traer el agua a CDMX.....	14
Contexto del agua en América Latina .....	16
<i>Benchmarking</i> .....	17
Capítulo II. Planteamiento del problema.....	20
Objetivo General .....	20
Objetivos Específicos y Alcances .....	20
Proceso (metodología) .....	21
Proyecto de Diseño del Producto (fase I) .....	23
Tesis (fase 2).....	23
Capítulo III. Fase I .....	25
Ciclo I.....	26
Ciclo II .....	29
Ciclo III.....	32
Hallazgos y conclusiones.....	34
Capítulo IV. Fase II.....	35
Ciclo I.....	35
Definición del problema.....	35
Descripción de usuarios.....	35
Investigación de contexto .....	38
Síntesis de observaciones y entrevistas a usuarios.....	49
Identificación de factores económicos.....	50
Hallazgos y aprendizajes.....	55
Ciclo 2.....	56
Revisión resultados Ciclo 1.....	56
Tendencias de desarrollo .....	56
Trabajo con usuarios/clientes, entrevistas, encuestas, observación .....	60

<b>Necesidades encontradas .....</b>	<b>71</b>
<b>Alternativas de experiencia.....</b>	<b>72</b>
<b>Selección de experiencia.....</b>	<b>73</b>
<b>Propuesta final de innovación .....</b>	<b>73</b>
<b>Hallazgos y aprendizajes.....</b>	<b>73</b>
<b>Ciclo 3.....</b>	<b>75</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>75</b>
<b>Especificaciones del producto.....</b>	<b>75</b>
<b>Alternativas de producto .....</b>	<b>79</b>
<b>Diagrama funcional.....</b>	<b>80</b>
<b>Evaluación y selección .....</b>	<b>83</b>
<b>Modelo CAD.....</b>	<b>85</b>
<b>Estimación de costos.....</b>	<b>89</b>
<b>Validación con usuarios .....</b>	<b>91</b>
<b>Elementos de CANVAS.....</b>	<b>92</b>
<b>Estimación de impactos ambientales relacionados con sustentabilidad.....</b>	<b>93</b>
<b>Hallazgos y aprendizajes.....</b>	<b>99</b>
<b>Comentarios finales .....</b>	<b>100</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>102</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>112</b>

# Capítulo I

## Antecedentes

### Consumo de agua en Ciudad de México

El 98% del agua en la Tierra es salada y se encuentra concentrada en los océanos. El 2% restante ( $40,000 \text{ km}^3$ ) es agua dulce. De ese 2%, que es el agua potencialmente bebible, el 68.9% ( $27,760 \text{ km}^3$ ) está congelada en los polos en forma de glaciares y nieve; el 30.8% ( $12,112 \text{ km}^3$ ) es agua subterránea y únicamente el 3% ( $128 \text{ km}^3$ ) es superficial y está localizada en lagos, lagunas, ríos y humedales.<sup>3</sup>

Sin tomar en cuenta el porcentaje de agua que se encuentra congelada en los polos, se cuenta con sólo el 0.6% de agua a disposición ( $12250 \text{ km}^3$ ).<sup>4</sup>

En 2020, la población era de 7,795 de millones de personas en el mundo<sup>5</sup>. La cantidad de agua antes descrita ha sido suficiente para todos los seres vivos que habitan el planeta. Sin embargo, la disponibilidad futura de agua no será suficiente si se mantiene el uso excesivo y desperdicio de la misma.

Conforme a cálculos hechos entre 1981 y 2010, anualmente México recibe del orden de 1,449 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. Con datos del 2014, se estima que el 72.5% se evapora y regresa a la atmósfera. El 21.2% escurre por ríos y arroyos, donde adicionalmente se tienen entradas y salidas con los países vecinos. El 6.4%

---

<sup>3</sup> López, C., Zambrano, L., Ruíz R., Guzmán, M., Pérez, R., Sandoval, R., Hatch, G., Pinera, N., Pacheco-Vega, R., Caldera, A. (2017) *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica*. México: FES transformación. p. 6

<sup>4</sup> *Ibíd.* p.6

<sup>5</sup> Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2020) *Población mundial*.



restante se infiltra y recarga los acuíferos.<sup>6</sup> México está considerado como un país con baja disponibilidad de agua.

El país tiene 653 acuíferos, de los cuales 102 se encuentran sobreexplotados. El 46% del agua se pierde por fugas en las redes de abastecimiento y el 80% de los cuerpos de agua se encuentran contaminados por algún tipo de descargas industriales. En términos de DBO (demanda biológica de oxígeno): 22.7% del agua superficial se encuentra contaminada o fuertemente contaminada, 33.2% del agua superficial tiene calidad aceptable y el 44.1% del agua superficial observa calidad buena y excelente. Y sin embargo, 12 millones de personas no tienen acceso al agua potable.<sup>7</sup>

El total de habitantes en Ciudad de México reportado en el 2015 por el INEGI fue de 8,918,653 y el agua renovable *per cápita* se estimaba en 2016 en 3,687 metros cúbicos por habitantes por día.<sup>8</sup> Entre 2016 y 2030 la población del país se incrementará en 15.21 millones de personas: 2.21 millones en zonas rurales y 13 millones en zonas urbanas. Además, para 2030, el incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable *per cápita* a nivel nacional en un 11.06%.<sup>9</sup>

De acuerdo con el Sistema de aguas de Ciudad de México (Sacmex), una persona consume un promedio de 307 litros de agua al día, lo que representa cerca de un 200% más de lo que se recomienda, que es 96 litros.<sup>10</sup>

Oficialmente, 92% de la población tiene acceso al servicio público de agua potable, pero dicho porcentaje disminuye cuando se considera su calidad. En México, en 1950 se consideraba un promedio de agua renovable de 18 mil metros cúbicos por habitante al año;

---

<sup>6</sup> Comisión Nacional del Agua. (2015) *Atlas del Agua en México 2015*. p.26

<sup>7</sup> López, C., Zambrano, L., Ruíz R., Guzmán, M., Pérez, R., Sandoval, R., Hatch, G., Pinera, N., Pacheco-Vega, R., Caldera, A. op.cit. p.8

<sup>8</sup> Comisión Nacional del Agua. (2017) *Estadísticas del Agua en México*. p.36

<sup>9</sup> *Ibidem*. p.190

<sup>10</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2014) *Programa de Gobierno. Alcaldía en Cuauhtémoc*. p.56

para 2015, se redujo un 80% hasta 3,692 metros cúbicos de agua. De igual manera, en 2015 se explotaron cinco veces más los acuíferos que en 1975.<sup>11</sup>

En el 2015, según los Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, el INEGI reporta lo siguiente:

Existen 2 601 323 viviendas particulares habitadas en Ciudad de México

- 64.57% son casas - Incluye casa única en el terreno, casa que comparte terreno con otra(s) y casa dúplex, triple o cuádruple.
- 29.85% son departamentos en edificios.
- 4.08% son viviendas en vecindad o cuartería.
- 0.35% es otro tipo de vivienda (Incluye estas clases de vivienda: cuarto en la azotea de un edificio, local no construido para habitación, vivienda móvil y refugio).
- 1.15% no estuvo especificado<sup>12</sup>

### **Abastecimiento, distribución y aguas de desecho**

Para la administración de los servicios de agua y de desagüe en la Zona Metropolitana del Valle de México o ZMVM, que incluye Ciudad de México y los municipios conurbados del Estado de México, dentro de sus respectivos límites jurisdiccionales, cada entidad es responsable del abastecimiento de agua potable, de la recolección y disposición de las aguas residuales.

El agua que se consume en Ciudad de México es suministrada de diversas fuentes: el 55% proviene del acuífero del Valle de México, 30% del Sistema Cutzamala (Estado de México y Michoacán), 12% del Valle de Lerma y 3% de manantiales de la zona Sur-Poniente de la ciudad, según señaló en 2015 el Consejo Consultivo del Agua.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2017) *Visión General del agua en México*.

<sup>12</sup> INEGI (2016) *Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, estimadores de las viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según clase de vivienda particular por delegación*.

<sup>13</sup> Consejo Consultivo del Agua, (2015) *Fuentes de donde se suministra el agua en CDMX*

En la siguiente tabla se encuentra el *Origen y cantidad del agua en bloque proporcionada a las áreas de servicio de la Ciudad de México y del Estado de México*. Todos los valores están en metros cúbicos por segundo (mcs).

<b>Fuentes de agua en bloque</b>	<b>Ciudad de México</b>	<b>Estado de México</b>	<b>Total</b>
<b>Cuenca del Valle de México</b>			
<b>Campo de pozos</b>	22.7	20.3	43.0
<b>Río Magdalena</b>	0.2	-	0.2
<b>Presa Madín</b>	-	0.5	0.5
<b>Manantiales y arroyos</b>	0.5	0.2	0.7
<b>Fuentes importadas</b>			
<b>Río Cutzamala</b>	7.6	3.0	0.6
<b>Campos de pozos del Lerma</b>	4.3	1.0	5.3
<b>Abastecimiento total de agua</b>	35.3	25.0	60.3

Tabla 2.1 Fuentes de agua para la Ciudad de México. <sup>14</sup>

A continuación, se incluyen una serie de estadísticas provenientes del Censo de Población y Vivienda, 2010, concentrados en tabulados con la Entidad Federativa de interés. Los límites de confianza están calculados al 90%.

<sup>14</sup> The National Academy of Sciences. (1995) *El Suministro de Agua*. p. 21,22

Según el tabulado del INEGI del 2010 sobre las Viviendas particulares habitadas con agua entubada y su distribución porcentual según dotación de agua por entidad federativa, se incluyen los siguientes datos.

Entidad federativa	Viviendas particulares habitadas con agua entubada	Dotación de agua				
		Diaria	Cada tercer día	Una o dos veces a la semana	Esporádica	No especificado
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	25 360 800	73.03	14.76	8.22	3.58	0.38
<b>Ciudad de México</b>	2 367 139	82.04	8.20	6.55	2.89	0.31

Tabla 2.2. Viviendas particulares y su dotación de agua, INEGI, 2010.

Según el tabulado del INEGI de 2012 sobre Viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según disponibilidad de regadera por entidad federativa, se incluyen los siguientes datos:

Entidad federativa	Viviendas particulares habitadas	Disponibilidad de regadera		
		Dispone	No dispone	No especificada
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	28 643 491	64.89	33.87	1.23
<b>Ciudad de México</b>	2 440 641	81.12	17.36	1.51

Tabla 2.3. Viviendas particulares habitadas, censo de población y vivienda INEGI, 2010, con actualización el martes 20 de noviembre de 2012.

Según el tabulado del INEGI, 2010, sobre Viviendas particulares habitadas que *disponen de excusado de uso compartido y su distribución porcentual según admisión de agua por entidad federativa*, se incluye lo siguiente:

Entidad federativa	Viviendas particulares habitadas con excusado de uso compartido	Admisión de agua del excusado			No se le puede echar agua	No especificado
		Total	Tiene descarga directa de agua	Le echan agua con cubeta		
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	3 191 325	90.368	59.122	40.877	9.102	0.528
<b>Ciudad de México</b>	333 077	99.425	66.208	33.79	0.3314	0.2428

Tabla 2.4. Viviendas particulares habitadas con excusado de uso compartido, censo de población y vivienda, 2010, con actualización el martes 20 de noviembre de 2012.

Según el tabulado del INEGI, 2010, sobre Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado de uso exclusivo y su distribución porcentual según admisión de agua por entidad federativa, se incluye lo siguiente:

Entidad federativa	Viviendas particulares habitadas con excusado de uso exclusivo	Admisión de agua del excusado			No se le puede echar agua	No especificado
		Total	Tiene descarga directa de agua	Le echan agua con cubeta		
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	24 008 289	93.21	75.96	24.04	6.35	0.44
<b>Ciudad de México</b>	2 073 473	99.62	89.05	10.94	0.15	0.22

Tabla 2.5. Viviendas particulares habitadas con excusado de uso exclusivo, censo de población y vivienda INEGI, 2010, con actualización el martes 20 de noviembre de 2012.

Para las tablas 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se considera que las “Viviendas particulares habitadas” y las “Viviendas particulares habitadas con excusado” excluyen a los locales no construidos para habitación, viviendas móviles y refugios. De igual manera, el término “agua entubada” corresponde a las que tienen agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el terreno. Gracias a la información anterior, se conoció el contexto en que se encuentran las zonas de interés y se tuvo una idea general sobre el número de viviendas a las que se podría aplicar el producto a desarrollar en la presente tesis.

## Costos de traer el agua a CDMX

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) gasta 1,600 millones de pesos anuales y se consumen 2,800 millones de kilowatts cada hora. De igual manera, al costo energético se suman gastos variables por subsidios y mantenimiento, lo cual eleva mucho las cifras, según Gerardo Ruiz Solorio, investigador de la Facultad de Ingeniería (FI) de la UNAM.<sup>15</sup>

El sistema Cutzamala es una de las obras más importantes del mundo y la más grande de América Latina. Abastece aproximadamente el 24% de la demanda de agua de Ciudad de México y en combinación con la extracción de este recurso del subsuelo, el cual es responsable del hundimiento de la ciudad, cubren gran parte de las necesidades de los mexicanos.

Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de: instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución.

A continuación, se presentan el tipo de tuberías y sus características que se emplean con éxito en México para el abastecimiento de agua potable.

- Tubos de policloruro de vinilo (PVC)

Se fabrican en color blanco de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente, donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en un solo tipo y un solo grado de calidad como Espiga-campana, y por su resistencia a la presión de trabajo en cinco clases<sup>16</sup>

Clase	Presión máxima de trabajo <sup>*</sup>	
	MPa	kgf/cm <sup>2</sup>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Tabla 2.6. Presión máxima de trabajo en tuberías de PVC<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Economía Hoy. (2018) "Traer agua a la CDMX cuesta 1,600 millones al año y es poco sustentable: especialistas"

<sup>16</sup> Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de agua potable, Alcantarillado y Saneamiento. Redes de distribución.* p.16

<sup>17</sup> Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de agua potable, Alcantarillado y Saneamiento. Redes de distribución.* p.16

En la tabla anterior, se considera que  $10 \frac{kg}{cm^2}$  equivalen a 1 MPa.

La junta espiga-campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo campana del siguiente tubo. Para garantizar la unión hermética se coloca un anillo de material elástico.

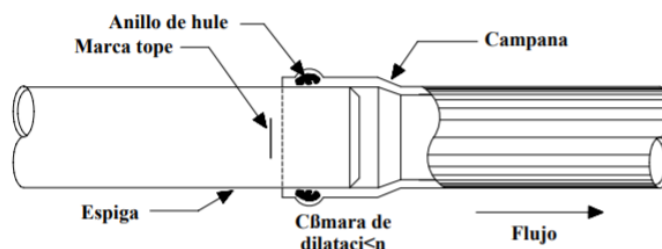


Figura 2.1. Unión espiga-campana en tuberías de PVC<sup>18</sup>

Los esquemas básicos de las redes de distribución refieren a la forma de enlace de las tuberías para abastecer de agua a las tomas domiciliarias. Existen tres tipos: red cerrada, abierta y combinada.

- Tubos de polietileno (PE)

Se fabrican de acuerdo a las especificaciones contenidas en la Norma Mexicana NMX-E-144 vigente, en color negro, cilíndricos y sin costura. Pueden utilizarse en la conducción de agua potable, agua para riego y residuos industriales a presiones y temperaturas variables.<sup>19</sup>

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	kgf/cm <sup>2</sup>
2.5	0.25	2.5
4	0.39	4
6	0.59	6
8	0.78	8
10	0.98	10

Tabla 2.7. Presión máxima de trabajo en tuberías de PE.<sup>20</sup>

Entre las ventajas que comparten los tubos de PVC y los de PE se encuentra: hermeticidad, alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, flexibilidad, facilidad de instalación, y no alteran la calidad del agua

Los tubos de PE tienen además la ventaja de la termofusión, en la cual las uniones con los tubos se logran aplicando calor y uniendo las piezas.

<sup>18</sup> Ibídem p.17

<sup>19</sup> Ibídem p.18

<sup>20</sup> Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de agua potable, Alcantarillado y Saneamiento. Redes de distribución.* p.18



De igual manera existen:

- Tuberías de fibrocemento
- Tuberías de hierro fundido
- Tuberías de concreto
- Tuberías de acero

MATERIAL Y DIÁMETROS USUALES	SISTEMA DE UNIÓN	PIEZAS ESPECIALES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poli(cloruro de vinilo) (PVC) (50 a 630 mm)	- Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule.	- Se fabrican de PVC. - Pueden usarse piezas de hierro fundido en los cruceros, con adaptadores bridados de PVC.	- Bajo coeficiente de rugosidad. - Ligereza. - Instalación rápida, fácil y económica. - Flexibilidad. - Alta resistencia a la tensión. - Alta resistencia a la corrosión y al ataque químico de ácidos, álcalis y soluciones salinas. - Puede realizarse la prueba hidrostática inmediatamente después de su instalación. - Mantenimiento nulo.	- Susceptible a daños durante su manejo. - Con temperaturas menores a 0°C se reduce su resistencia al impacto. - Cuando conduce agua a presión con temperatura superior a 25°C, disminuye la presión máxima de trabajo que puede soportar. - La exposición prolongada a los rayos solares afecta sus propiedades mecánicas.
Poli(etileno de alta densidad) (PEAD) (12 a 1,000 mm)	- Termofusión.	- Se fabrican de polietileno y se unen por termofusión. Pueden acoplarse a piezas especiales de hierro fundido por medio de adaptadores de polietileno.	- Bajo coeficiente de rugosidad. - Flexibilidad. - Ligereza. - Instalación rápida, fácil y económica. - Se puede instalar en zanjas poco profundas sin plantilla. - No presenta corrosión. - En diámetros menores a 100 mm no se requieren válvulas de seccionamiento. - Mantenimiento nulo.	- La presión de trabajo especificada puede alterarse al aumentar la temperatura exterior o interior. - Se deteriora si se expone a la intemperie por períodos prolongados.
Fibrocemento (FC), antes (Asbesto-cemento) (AC) (75 a 2,000 mm)	- Coples de fibrocemento con anillos de hule. - Junta Gibault.	- Piezas de hierro fundido con bridas que se unen con extremidades bridadas y juntas Gibault a la tubería de fibrocemento. - Piezas de hierro fundido con extremos lisos que se unen con juntas Gibault. - Piezas de fibrocemento (en diámetros pequeños).	- Bajo costo. - Bajo coeficiente de rugosidad. - Ligereza. - Hasta cierto grado es resistente al ataque de ácidos, álcalis, sales y otras sustancias químicas. - Generalmente no se corroe. - No favorece la formación de incrustaciones en las paredes.	- Frágil; puede agrietarse o romperse durante las maniobras de transporte, manejo, almacenaje e instalación.
Hierro fundido (HF) (100 a 1,600 mm)	- Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule. - Extremos bridados. - Junta mecánica. - Junta Gibault.	- Se fabrican de hierro fundido con extremos lisos, campana, campana para junta mecánica, y bridados.	- Larga vida útil. - Alta resistencia a impactos durante el transporte, manejo e instalación. - Alta resistencia a la corrosión, pero susceptible a la tuberculización. - Alta resistencia al aplastamiento o fractura por cargas externas. - Puede ser cortado o perforado en la obra. - Mantenimiento casi nulo.	- Susceptible a la corrosión eléctrica o química si no es protegido. - Alto peso, por lo cual es difícil su manejo. - Mayor costo que otros tipos de tuberías. - En caso de requerirse, debe importarse, lo cual implica mayor costo.
Concreto presforzado (760 a 2,750 mm)	- Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule. - Uniones bridadas.	- Piezas de alma de acero recubierta de concreto, con extremos espiga-campana, extremos lisos o bridadas.	- Alta capacidad de conducción. - Alta resistencia mecánica a presiones internas y cargas externas. - Larga vida útil. - Bajo mantenimiento.	- Pueden ser atacadas por sulfatos si no se usa cemento resistente. - Difícil de reparar. - Conexiones complicadas.
Acero (50.4 (2") a 355.6 mm (14")), galvanizado (50.4 (2") a 152.4 mm (6")).	- Soldadura. - Extremos bridados. - Juntas mecánicas para extremos lisos o ranurados.	- En general, se fabrican de tramos de tubería unidos con soldadura.	- Resiste presiones internas elevadas. - Mayor ligereza y bajo costo en comparación con tuberías de hierro fundido o de concreto. - Fácil adaptación a cualquier tipo de montaje.	- Es susceptible a la corrosión por lo que deben protegerse tanto el interior con el exterior (en el caso de tuberías no galvanizadas). - No soporta cargas externas ni vacíos parciales, pues es susceptible al aplastamiento. - Requiere mantenimiento periódico.

Tabla 2.8. Ventajas y desventajas de los diferentes materiales empleados en tuberías para conducir agua potable<sup>21</sup>

## Contexto del agua en América Latina

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) identifica cuatro principales riesgos hídricos: demasiada agua, incluyendo inundaciones que implican el desbordamiento de los confines naturales de un sistema de agua (natural o construido), o la acumulación destructiva de agua sobre áreas que normalmente no están sumergidas;

<sup>21</sup> Comisión Nacional del Agua (2007). *Manual de agua potable, Alcantarillado y Saneamiento. Redes de distribución*. p.31

insuficiente agua, incluyendo las sequías que implican la falta de agua suficiente para satisfacer la demanda (tanto a corto como a largo plazo) para usos beneficiosos por parte de todos los usuarios de agua (hogares, empresas y el medio ambiente); agua demasiado contaminada, que entraña la falta de agua de calidad adecuada para un fin particular; y falta de cobertura universal de los servicios de agua potable y saneamiento.<sup>22</sup>

La región de América Latina y el Caribe (ALC) se incluye en la tendencia mundial sobre el incremento de su vulnerabilidad debido al cambio climático y a las grandes tasas de crecimiento demográfico y urbanización.

En México, el déficit hídrico está incrementando. En los últimos 60 años, la cantidad de agua disponible por persona ha disminuido drásticamente debido al crecimiento de la población.

La OCDE ha desarrollado el Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua (OCDE 2018) que apoyan la implementación de los principios de gobernanza<sup>23</sup>. Este marco de indicadores está pensado como una herramienta para evaluar la situación actual de los marcos de políticas del uso y manejo del agua, además de las instituciones e instrumentos que se encuentran dentro de este contexto.

### ***Benchmarking***

De acuerdo con el SACMEX (Sistema de aguas de Ciudad de México), dentro de la alcaldía Cuauhtémoc una persona consume un promedio de 307 litros de agua al día, lo que representa cerca de un 200% más de lo que se recomienda, que es 96 litros<sup>24</sup>. Esto se traduce en que en la capital del país se consume el doble de agua a comparación del resto del país, ya que la familia promedio en México (integrada por cuatro miembros) consume aproximadamente 150 litros de agua por persona, al día. Y 35% del gasto se da en las

---

<sup>22</sup> OECD (2013), *Water Security for Better Lives*, OECD Studies on Water, OECD

<sup>23</sup> *Ibíd*

<sup>24</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2014) *Programa de Gobierno. Alcaldía en Cuauhtémoc*. p.56

regaderas.<sup>25</sup> Los valores obtenidos de la alcaldía mencionada con anterioridad, permiten tener una referencia para la aplicación de datos a la presente tesis.

En un estudio de Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) se realizó el análisis de distintos tipos de regaderas. Éstas se clasifican dentro del tipo de baja presión (10 modelos) y media presión (seis modelos), y se incluyeron dentro del muestreo tres modelos más que indican que pueden operar a las tres presiones de trabajo citadas, es decir, alta, media y baja y, seis modelos que no indican la presión de trabajo a la cual están diseñadas y por ese motivo, para el estudio se consideraron como de baja presión. No se incluyeron modelos que trabajaran únicamente con presiones altas.<sup>26</sup>

El estudio fue diseñado para la evaluación del desempeño y gasto promedio de agua que representa el uso de estos productos en el hogar. Cada regadera se sometió a seis pruebas: Información al consumidor, instructivos y garantías, acabados, instalación y mantenimiento, consumo de agua y haz de lluvia.

La presión que ofrece el suministro de agua depende de la altura en que se encuentre el tanque de agua con respecto a la regadera, la presión será baja, media o alta.

	<b>Presión de trabajo (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Niveles de edificación (en pisos)</b>
<b>Baja</b>	0.2 a 1.0	1 a 4
<b>Media</b>	1.0 a 3.0	4 a 12 o equipo hidroneumático
<b>Alta</b>	3.0 a 6.0	Más de 12, o equipo hidroneumático

Figura 2.2. Presión suministro de agua<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Revista del Consumidor. (2011) *Estudio de calidad: regaderas para aseo corporal. No la Riegues.* p. 45

<sup>26</sup> *Ibídem* p.46

<sup>27</sup> Revista del Consumidor. (2011) *Estudio de calidad: regaderas para aseo corporal. No la Riegues.* p. 46

El precio de las 25 regaderas analizadas se encuentra en un rasgo de \$32 a \$439 pesos.

La existencia de regaderas con varias presiones de trabajo, dan pauta al conocimiento de lo que existe actualmente en el mercado y se buscará a partir de esto, generar una posible solución de regadera que trabaje con presiones altas y de es manera generar la sensación de que cubre mayor área de cuerpo y por tanto, el tiempo de ducha disminuirá.

Este capítulo invita a la reflexión del lector sobre cómo se utiliza el agua en el área del baño, la cantidad desperdiciada y la potencialidad que existe en el mercado para introducir un producto innovador y que satisfaga las necesidades de las personas para el ahorro fácil del agua. Con la información brindada se pretende sensibilizar a las personas y proponer una solución factible. De igual manera, con las tablas 2.2 a 2.5 se pudo saber qué cantidad de viviendas podrían tener potencial acceso al producto. De igual manera, con los datos de los materiales de tuberías y las presiones de trabajo que soportan, se tuvo una idea general sobre las posibilidades que se pueden aplicar en el desarrollo del producto.

En el capítulo III se abordarán los objetivos de esta tesis, los alcances, así como la metodología seguida para la realización del proyecto. Se incluyó un desglose de los puntos a incluir y la manera de trabajo en la fase I y fase II.

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del problema**

#### **Objetivo General**

Diseñar una solución para el ahorro de agua en las viviendas de la Zona Metropolitana del Valle de México, específicamente en el área del baño, que es una de las zonas de las casas y departamentos donde actualmente se desperdicia las dos cantidades más importantes del líquido en la vida cotidiana (WC y regadera).

#### **Objetivos Específicos y Alcances**

- Investigar el contexto en el que se encuentra el agua para uso humano en las casas habitación en la Zona Metropolitana del Valle de México, a fin de determinar las áreas en las cuales se utiliza mayormente y las condiciones de la misma.
- Revisar y analizar la primera iteración realizada en la fase I de la presente tesis.
- Realizar un estudio de mercado que determine los segmentos sociales a los que estará dirigido el producto, que se realizará a través de encuestas en línea, entrevistas, experimentos y observación directa.
- Conocer las diferentes patentes que existen en el mundo sobre ahorro de agua en el cuarto de baño y seleccionar las que cuenten con las mejores características.
- Diseñar una solución con base en las necesidades de los potenciales usuarios, en donde se ahorre el agua en la casa habitación y específicamente se reduzca la cantidad de agua desperdiciada en la regadera y/o en el WC. Se buscará que el producto final sea económico y si implica una inversión, que tenga una relación beneficio-costos importante.
- Plantear las pautas para la realización del producto funcional a futuro.

## Proceso (metodología)

De acuerdo con el libro de Ulrich, Eppinger y Alvarez<sup>28</sup> y en conjunto con las notas del curso de Diseño del Producto<sup>29</sup>, en el desarrollo del proyecto que se reporta en esta tesis, se usaron cuatro ciclos como soporte para el desarrollo de la presente investigación; los cuales cuentan con actividades de diseño, construcción, integración y pruebas. De igual manera, el diseño de la posible solución fue enfocado en el usuario.

Se empleó un método iterativo que incluyó la definición de los problemas y conceptos, el conocimiento del área de interés, la generación de soluciones, las pruebas y el aprendizaje. Esto con la finalidad de mejorar en cada rubro de la investigación y así originar un diseño que cumpla con todos los objetivos planteados anteriormente.

En de los cuatro ciclos se abordaron diferentes temas de interés para el desarrollo íntegro del proyecto. Tienen enfoques diversos tales como el usuario, la experiencia, el producto y el prototipo. Dentro de los mismos se incluye lo siguiente.

### Ciclo I (usuario)

- Explicación del problema o reto.
- Descripción de los usuarios.
- Investigación del contexto (productos existentes en el mercado, patentes, etc.).
- Síntesis de entrevistas y observación de usuarios.
- Identificación de aspectos del proyecto que se relacionen con sustentabilidad.
- Identificación de factores económicos (mercado, posibles oportunidades de negocio)

### Ciclo II (experiencia)

- Revisión de resultados del Ciclo I.
- Tendencias de desarrollo.
- Usuarios y clientes.

---

<sup>28</sup> Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Alvarez, R. V. M. (2004). Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario.

<sup>29</sup> Borja, V. (2020) Diseño del producto. Facultad de Ingeniería.

- Estudio comparativo.
- Mercado.
- Necesidades de usuario.
- Escenarios y personajes.
- Mapa de ruta de usuario.
- Alternativas de experiencia.
- Resultados de pruebas con usuarios.
- Evaluación y selección

#### Ciclo III (producto)

- Revisión de resultados del Ciclo II.
- Especificaciones del producto.
- Alternativa de producto y/o servicio.
- Evaluación y selección.
- Pruebas y validación con usuarios.
- Elementos de CANVAS.
- Estimación de costos.
- Ciclo de vida del producto (estimación).
- Estimación de impactos relacionados con la sustentabilidad.

#### Ciclo IV (prototipo)

- Prototipo de producto para probar la experiencia con usuarios.
- Evidencia de utilidad (aceptación e impacto)

El último ciclo no se realizó debido al tiempo disponible y a la situación de la pandemia COVID 19.

## **Proyecto de Diseño del Producto (fase I)**

La presente tesis tomó como fundamento el proyecto “*Ahorro de agua, drops*”<sup>30</sup>, en el cual se abordó una posible solución para la reducción del consumo de agua en la regadera.

En siguiente capítulo se recopiló la información de los ciclos planteados con anterioridad

Durante la fase I se trabajaron los primeros tres ciclos, sin embargo, en el ciclo tres no se logró el cumplimiento total de los puntos establecidos. En cuanto al prototipo de prueba de concepto y la validación con usuarios no se realizaron debido a la contingencia COVID-19 que se atraviesa.

Para tener un registro sobre la opinión de los usuarios respecto al diseño desarrollado, se realizó una encuesta en línea y se anexaron imágenes del diseño en CAD.

Como resultado de la fase I se obtuvo el diseño conceptual de un producto que ahorra el 60% de agua en la regadera y con un precio aproximado de \$1,999 M.N.

El precio previamente planteado fue con el objetivo de llegar al presupuesto de los usuarios (Nivel D+) y el diseño propuesto fue para aprovechar todo el espacio posible dentro de la zona de la regadera. Los materiales buscaron ser resistentes y de larga vida para tener un bajo impacto ambiental.

De igual manera el diseño planteado involucra piezas independientes dentro del sistema por si se requiere algún cambio y la reparación sea sencilla.

## **Tesis (fase 2)**

Esta tesis es una extensión del reporte “*Ahorro de agua, drops*”, profundizando el tema de las patentes existentes y contexto en general del agua, buscando replantear la solución

---

<sup>30</sup> Carlos, J., Castillo, S., Galván, M., Mazariegos, N., Romo, Itan. (2020) “*Ahorro de agua, Drops*”.



propuesta durante la fase anterior, partiendo del mismo enfoque. Se buscó una vía más completa para el ahorro de agua dentro de la zona del baño, ya sea el WC y/o la regadera.

La definición de la propuesta de solución se desarrolló con ayuda de los primeros dos ciclos, dentro de los cuales se tienen los enfoques hacia los usuarios y la experiencia.

## Capítulo III

### Fase I

La fase I consta de la síntesis de actividades y resultados del proyecto en equipo semestral del 2020 de la materia Diseño del Producto, el cual tuvo como título “*Ahorro de agua, drops*”.

El objetivo fue el desarrollo de un producto que le diera un uso al agua desperdiciada en la regadera. Se tuvo un enfoque en la reducción del tiempo de ducha y la cantidad de agua en litros que normalmente se utiliza.

Como se planteó en el capítulo tres, el proyecto se dividió en tres ciclos con diferentes orientaciones.

En el ciclo uno se incluyó una investigación del contexto social, se realizaron encuestas, entrevistas y observaciones para conocer los retos principales a resolver sobre el cuidado de agua en casa. Se crearon personajes y escenarios que sintetizaron las observaciones principales para así disponer de la mejor información y proceder a las posibles soluciones.

En el ciclo dos se estudiaron las experiencias de los usuarios en el ámbito del agua en la casa. Se estudió si existía una tendencia sobre el cuidado del agua y las prácticas más comunes que se utilizan para lograrlo. Se incluyó la investigación de productos existentes en el mercado que resolvían el problema encontrado por el equipo. Para la finalización de este ciclo, se propusieron alternativas de experiencia con el propósito de mejorar las actuales y dar paso al diseño de un producto que cumpliera con las necesidades.

El ciclo tres se orientó hacia el producto final. Se propusieron varias alternativas y se seleccionó la mejor. A partir de esto, se diseñaron con detalle las especificaciones adecuadas para proseguir a realizar las pruebas con los usuarios y conocer su opinión. Posteriormente se realizó el modelo de negocios CANVAS y el modelo financiero.

## Ciclo I

El reto principal fue la identificación de la principal actividad dentro de la casa en donde se desperdicia la mayor cantidad de agua.

Se realizó una investigación para conocer la situación en que se encuentra el agua y la cantidad de ésta consumida en varios ámbitos. Un ejemplo fue que, según la OMS, se consumen 12 litros de agua por minuto al lavarse las manos, 200 litros en una ducha de 10 minutos, 10 litros de agua al minuto al lavar los trastes, de 40 a 62 litros por ciclo de lavado y 6 litros de agua por cada descarga.<sup>31</sup>

Se decidió que el producto fuera enfocado hacia usuarios a personas de Ciudad de México con un ingreso medio bajo (\$6,800 -\$11,599).

Se realizó una encuesta para conocer las necesidades de los usuarios, los hábitos del uso del agua en casa y las acciones que se realizan para su cuidado. Fue contestada vía online por 101 personas.

Entre las respuestas más relevantes se obtuvo:

- 80.6% de las personas no sabe que el mexicano promedio gasta 323% más del agua recomendada por el SACMEX (96 litros al día)
- 69.3% tarda un minuto en entrar al agua de la regadera para que ésta se caliente; 25.7% espera de dos a 3 minutos y el resto más de cinco minutos.
- 64.4% toman duchas de entre cinco y diez minutos; 18.8% de cinco minutos y el resto de más de 15 minutos.
- Se preguntó si el encuestado cerraba la llave mientras realizaba varias actividades relacionadas con el agua en casa, y se obtuvo lo reportado en la figura 4.1:

---

<sup>31</sup> Milenio. (2018) *¿Cuánta agua consume un mexicano al día?*

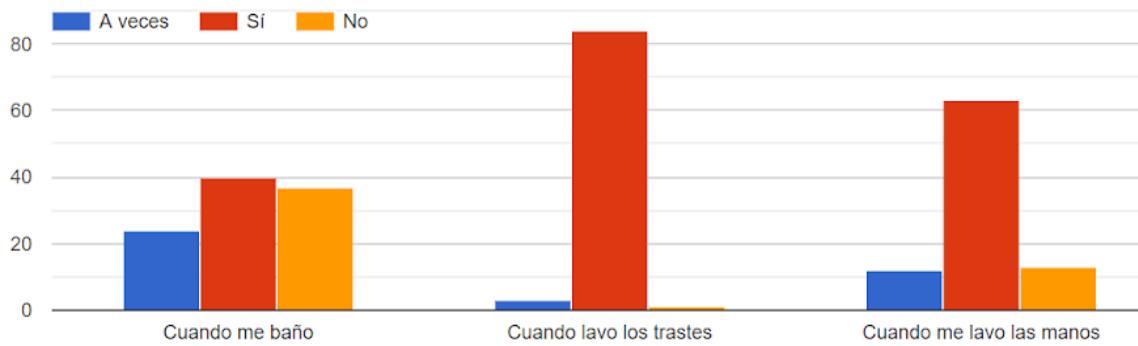


Figura 4.1. Resultados de encuestas.<sup>32</sup>

Todas las gráficas, tablas e imágenes incluidas en el presente capítulo se tomaron de la referencia citada anteriormente.

Se crearon dos personajes y dos escenarios en los cuales se englobaron los resultados de las encuestas para tener una situación más real a estudiar.

En los escenarios se incluyen las actividades más trascendentes en cuanto al uso del agua y se describe el día completo de los personajes. Se engloban en tres apartados; pros, contras y principal problema.

<sup>32</sup> Carlos, J., Castillo, S., Galván, M., Mazariegos, N., Romo, Itan. (2020) “Ahorro de agua, Drops”.

Se presenta a continuación en la Tabla 4.1 un personaje con sus escenarios de manera sintetizada.

<b>Usuaría</b>	<b>Pros</b>	<b>Contras</b>	<b>Principal problema</b>
<b>Yolanda Sotomayor</b>	Toma baños de 10 min o menos. Cierra la llave al enjabonarse.	Si tuviera la oportunidad de comprar un producto enfocado en el ahorro de agua lo haría, siempre y cuando estuviera a su alcance.	No está muy abierta a la opción de gastar en un producto para ahorrar el agua ya que piensa que sus acciones aportan bastante.
	Usa una cubeta para recolectar el agua en la espera de la caliente.		
	Reúsa el agua cada que puede		
	Tiene el tiempo para invertir en el problema		

*Tabla 4.1. Personaje con su escenario.*

En del ciclo I se concluyó que la escasez de agua en Ciudad de México es un problema serio; hay un interés grande por el cuidado del agua; las personas suelen realizar pequeñas acciones que contribuyen a la disminución del gasto; los usuarios buscan comodidad y facilidad; sí existe una oportunidad de innovación dentro de la zona del baño, para el cuidado del agua.

## Ciclo II

Para el segundo ciclo se actualizó el reto, concluyéndose que se desperdicia la mayor cantidad de agua en la ducha y debido a esta razón, la investigación se centra en encontrar una solución para la reducción de esa cantidad al tomar un baño. Se especial atención al momento en que se espera para que el agua caliente salga y en el agua total gastada.

Se introdujo una propuesta de valor en donde se busca ahorrar tiempo durante la ducha y se refleja en la cantidad de agua que se utiliza, así como en la captación del agua fría en un depósito para ser utilizada posteriormente.

Los usuarios objetivos fueron las personas que habitaran en las cinco alcaldías con mayor escasez de agua en Ciudad de México (Benito Juárez, Álvaro Obregón, Tlalpan, Coyoacán, e Iztapalapa), además serán todas las personas que habiten en casa o departamento, que utilicen una regadera para ducharse y quieran o necesiten ahorrar agua.

En cuanto a los clientes se buscó llegar al nivel socioeconómico D+ (\$6,800 - \$11,599).

En la Tabla 4.2 se incluyen los clientes potenciales por nivel socioeconómico.

Clientes potenciales de Hogares por Nivel Socioeconómico								
Colonias	Nivel socioeconómico	A/B	C+	C	D+	D	E	Total de habitantes
Benito Juárez		3%	7%	12%	55%	20%	2%	417 416
Álvaro Obregón		3%	4%	60%	26.23%	5.27%	1.5%	351 409
Coyoacán		3.4%	3%	28.51%	14.04%	35%	16.05%	628 063
Iztapalapa		1.62%	1%	11.33%	17.27%	47.43%	21.35%	1 820 888
Tlalpan		3.24%	2%	8.29%	10.89%	52.21%	19.97%	607 545

Tabla 4.2. Clientes potenciales de Hogares por Nivel Socioeconómico.<sup>33</sup>

De igual manera, se realizaron estudios comparativos y para esto se utilizó el formato del mapa AEIOU. El nombre viene de las siglas en inglés de *Activities* (Actividades), *Environments* (Lugares), *Interactions* (Interacciones), *Objects* (Objetos), y *Users* (Usuarios) y sirve para conocer a profundidad los cinco aspectos mencionados con anterioridad.

<sup>33</sup> Drops. (2020) "Ahorro de agua, Drops".

Se incluye a continuación en la Tabla 4.3 un ejemplo.

Nombre	Yolanda	Situación		
Residencia	Iztapalapa	Uso de agua diariamente para la limpieza personal y del hogar.		
Ingresos	10,000			
Vive con su esposo y tres hijos	Es ama de casa y su esposo es el sustento económico	Una vez a la semana contratan una pipa.	Les cobran \$1800 por la pipa.	
Actividades	Ambientes	Interacciones		
Toda su familia se baña diario, lava la ropa y hace el aseo del hogar una vez a la semana, lava los trastes una vez al día, riega un pequeño jardín 2 veces a la semana.	Baño, cocina, regadera, lavabo, jardín	Trata de reusar el agua fría de la regadera. El agua para limpiar la casa la usa en el WC, se baña en menos de cinco minutos y aprovecha el agua fría. Usa el WC de 3-5 veces al día. Para bañar a su hijo de un año, usa una tina de aprox. 25 lts. Para bañar a sus otros 2 hijos tarda 30 mins en total.		

Tabla 4.3. Mapa AEIOU.

En cuanto al mercado, se tomó el 20% de las personas afectadas por los cortes de agua dentro de la alcaldía Iztapalapa. Esto debido a que se quería tener un escenario cerrado en cuanto a ventas y tomar la alcaldía más afectada. Se estimaron ventas en el primer año de aproximadamente 50,000 unidades.

Las necesidades del usuario se resumieron de la siguiente manera:

- Productos con precio bajo (entre \$1,500 y \$3,000)
- Ahorrar agua a la hora de bañarse
- Reutilizar el agua
- Reducir el pedido de pipas

Se realizaron mapas de ruta para cada personaje creado y consistieron en la integración de un plan que recoge las apreciaciones de los usuarios líderes de cada sector, esto para construir una estrategia de trabajo con visión al futuro.

Con base en lo anterior, se conoció de manera más cercana el problema y se dieron alternativas de experiencia respecto a la existente al momento de la utilización del agua. Para proseguir a la evaluación y selección de los productos, se realizaron diagramas funcionales para cada producto, los cuales sirven para la identificación de los bloques del proceso que sigue cada fase.

Para la selección se realizó una matriz de selección con cada opción planteada de producto. Esta matriz se incluye en la Tabla 4.4 y se basa en ponderar cada opción con respecto a un producto de referencia, para nuestro caso se escogió como referencia una cubeta.

	Opciones de producto				
	Cubeta (Referencia)	Filtrado en piso	Recirculación	Regadera en L	Depósito
Facilidad de manejo	0	-	+	+	+
Precio accesible	0	-	-	-	-
Durabilidad	0	-	0	0	0
Infraestructura	0	-	-	-	+
Agua ahorrada	0	+	0	+	+
Suma +	0	1	1	2	2
Suma 0	0	0	2	1	1
Suma -	0	4	2	2	1
Evaluación neta	0	-3	-1	0	1
Continuar		No	No	Adecuar	Sí

*Tabla 4.4. Matriz de selección.*

Se escogió como producto final una regadera junto con un depósito de agua fría. Ambos cumpliendo las necesidades planteadas con anterioridad.

El producto incluye una regadera en L y un depósito de agua que se utilizará mientras se espera la temperatura deseada. Estas opciones fueron las que obtuvieron la calificación más alta.



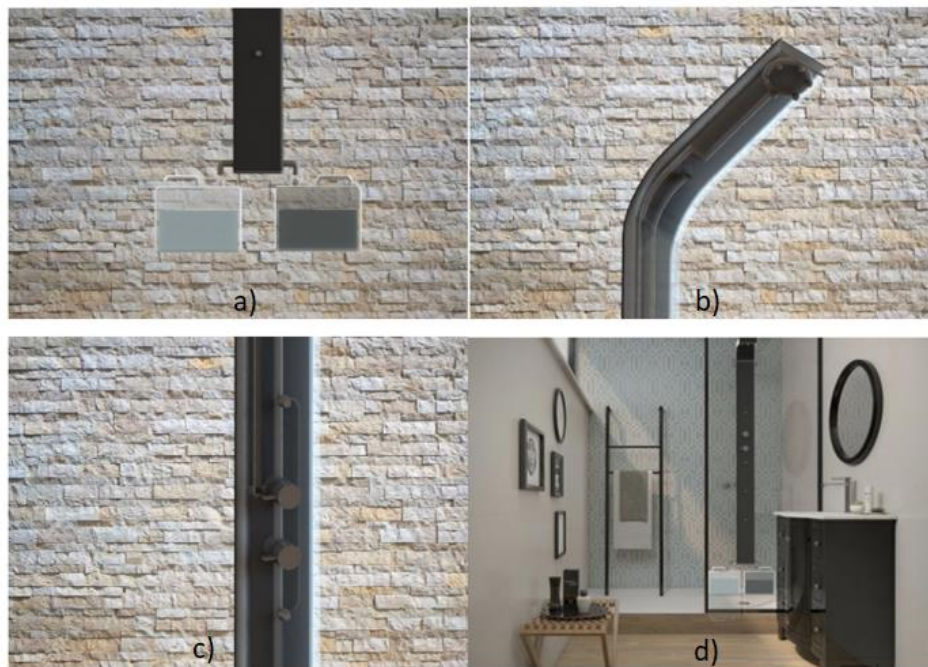
### Ciclo III

En este ciclo se tuvo el enfoque hacia el producto escogido anteriormente.

Como especificaciones del producto se tiene lo siguiente.

- Hecho de plástico CPVC
- Fácil instalación sin modificación de tuberías
- Ahorro aproximado de agua de 60% (teórico)
- Tiempo de llenado de cada depósito aproximado de 2 min

Se realizó un render sobre el diseño que se incluye a continuación en la Figura 4.2.



*Figura 4.2. Render del diseño escogido.*

En la figura 4.2 se tienen 4 subfiguras. En la subfigura a) se pueden observar los depósitos para el agua fría; en la b) la geometría de la regadera en L; en la c) las válvulas que ayudarán a controlar las salidas de agua; en la d) la forma en que se vería instalada dentro de un cuarto de baño.

Debido a la contingencia COVID-19 que atravesamos para las pruebas de concepto se realizaron experimentos recolectando el agua con cubetas y para los aspersores se utilizó un aparato de alta presión para lavar autos para probar el diseño propuesto.

Para las pruebas con usuarios se realizó una encuesta en línea hacia potenciales clientes. Hubo 165 personas encuestadas y se incluyen a continuación las respuestas más relevantes.

- El 84.8% utilizaría la regadera en L sin ningún problema.
- El 88.5% consideró suficiente la capacidad de los almacenadores de agua (20 litros).
- Con el precio de \$1,999 M.N. el 93.3% de los encuestados adquiriría en producto.

Se prosiguió con la estimación de costos de las piezas en específicos, así como con el análisis financiero; dentro del último se tomaron en cuenta los costos extras, tales como los manuales de instalación, la publicidad, salarios de trabajadores y el uso de bodegas.

Todas las partes del producto estarían hechas de materiales poliméricos por lo que no existirá riesgo de oxidación, adhesión de sarro o picaduras. Las posibles fallas quizás surgirán en las válvulas y aspersores debido al uso continuo y a las partes mecánicas.

El equipo consideró que este producto es una solución efectiva para el problema planteado. El proyecto es viable, se esperarían grandes ganancias y hay una gran oportunidad de crecimiento no solo en Ciudad de México, sino alrededor del país. Este producto da un paso más cercano hacia el cuidado y ahorro de agua.

Debido a la pandemia mundial en la que nos vimos envueltos, algunos puntos del ciclo tres no pudieron concretarse al igual que todo el ciclo cuatro. No se realizó ningún prototipo y por lo tanto no se pudo probar la parte técnica ni la experiencia con los usuarios. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se optó por hacer encuestas en línea presentando el diseño en CAD y de esta manera conocer las opiniones de los potenciales usuarios.

## **Hallazgos y conclusiones**

De acuerdo con el conocimiento adquirido a partir de las entrevistas, observaciones y la investigación, se pudo concluir que existe un gran interés en el cuidado del agua, pero los potenciales usuarios buscan una solución cómoda y fácil; además, existe una oportunidad de innovación para el ahorro de agua en la regadera.

A lo largo del proyecto se consideraron varias opciones con base en los usuarios y el enfoque que se tomó fue la reducción de costos y a la par el cumplimiento de las necesidades planteadas.

Gracias a este proyecto se logró entender la situación que atravesamos en México, especialmente en la capital del país y la magnitud del problema que es el desperdicio del agua. Es de suma importancia tener una consciencia social e implementar soluciones prácticas al alcance de todas las personas.

## **Capítulo IV**

### **Fase II**

#### **Ciclo I**

##### **Definición del problema**

El propósito de esta tesis es el diseño de una solución para el ahorro de agua en las viviendas de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), específicamente en el área del baño, que es una de las zonas de las casas y departamentos donde actualmente se desperdicia las dos cantidades más importantes del líquido en la vida cotidiana (WC y regadera).

##### **Descripción de usuarios**

El producto final se enfocó a usuarios que habitan en la Zona Metropolitana del Valle de México, en las áreas con carencias en el suministro de agua.

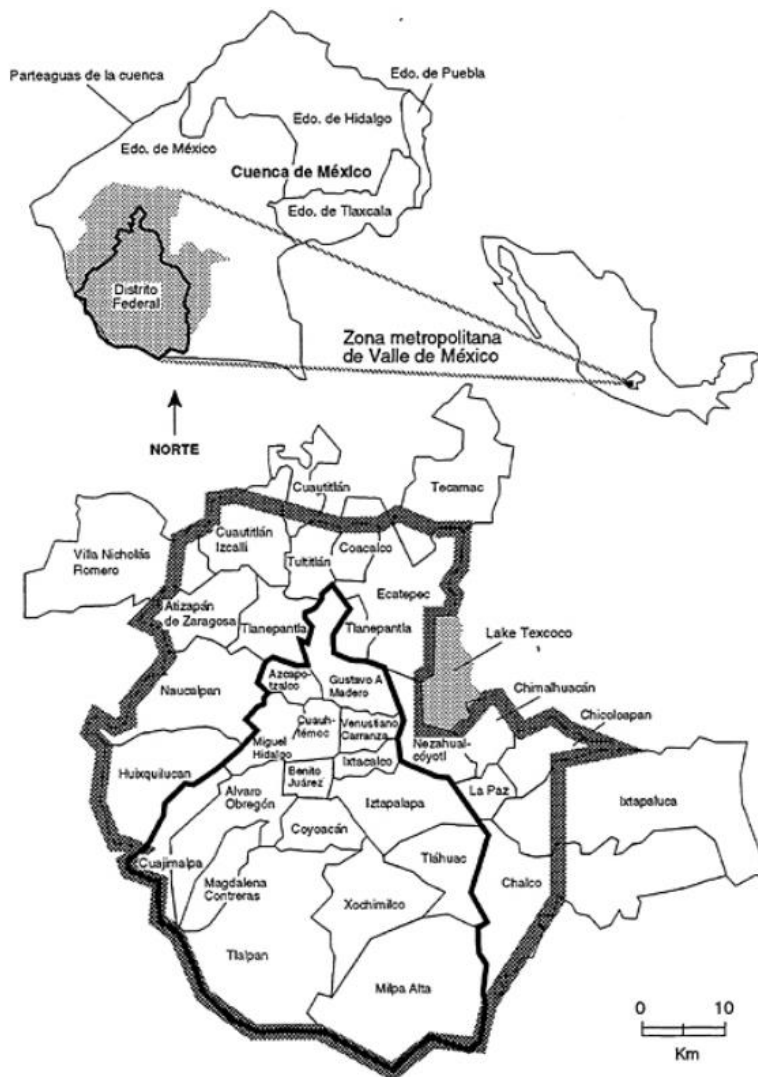


Figura 5.1. Zona Metropolitana del Valle de México.<sup>34</sup>

La ZMVM ocupa el espacio de 16 alcaldías de Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo. En 2018 en ella habitaban 20 millones 892 mil 724 personas, siendo el 17% de habitantes totales de México; el 18.31% (3.8 millones de personas) de la población carecía de agua.<sup>35</sup>

Dentro de Ciudad de México, las cinco alcaldías con más escasez de agua son: Benito Juárez, Álvaro Obregón, Tlalpan, Coyoacán e Iztapalapa.

<sup>34</sup> National Research Council. 1995. "Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability." P. 128.

<sup>35</sup> Contralínea. (2018) "3.8 millones de personas sin agua en el Valle de México".

Los potenciales usuarios de la solución propuesta por esta tesis son niños, jóvenes y adultos, que tengan la capacidad de utilizar el cuarto del baño adecuadamente, puesto que el reto principal es solucionar de la manera más cómoda, óptima y fácil el desperdicio del agua en esta zona. La finalidad es integrar un resultado acorde a la vida que suelen llevar las personas, sin requerir un esfuerzo mayor.

Se busca llegar a las personas con nivel socioeconómico D+ (\$6,800-\$11,599) que vivan en departamentos o en casas, que tengan necesidad de ahorrar agua o únicamente deseen ahorrarla.

De igual manera, un punto importante a lograr es la posibilidad de que al comprar una nueva casa habitación, la solución esté incluida en la misma, esto con la finalidad de llegar a la mayor cantidad posible de personas, además de que las casas nuevas que se compren tengan un enfoque más sustentable.

El nivel socioeconómico antes descrito es un punto de referencia, ya que todos los superiores tendrían la posibilidad de adquirirlo al tener un precio bajo y un ahorro significativo de agua.

## Investigación de contexto

En la figura 5.2 se observa que de acuerdo el INEGI, para 2015 el promedio de habitantes por vivienda fue de 3.7 personas.

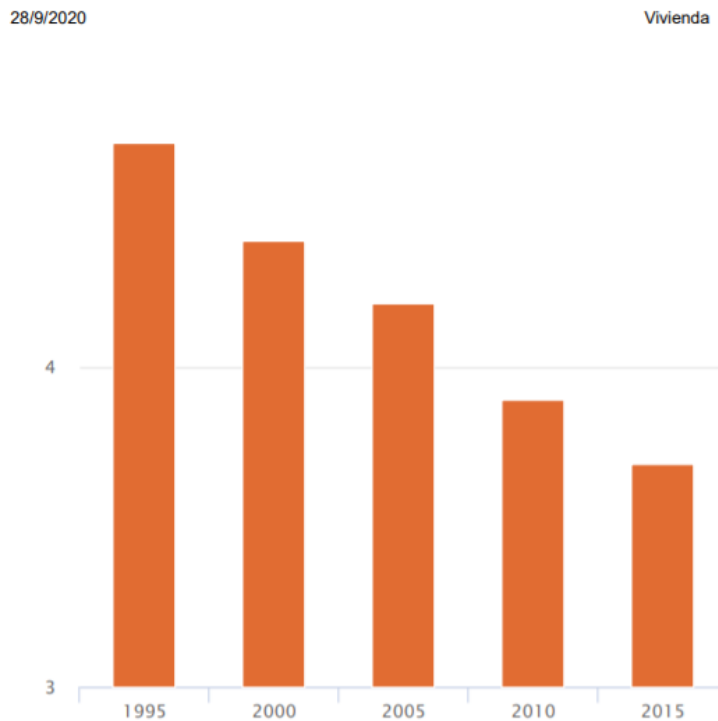


Figura 5.2. Número de personas promedio por vivienda.<sup>36</sup>

La información que se muestra en la tabla 5.1 y 5.2 es de la Gaceta Oficial de Ciudad de México y de acuerdo al artículo 172, en la tabla 5.2, se incluyen las tarifas sin subsidio de agua, siendo la clasificación popular, baja, media y alta.

<sup>36</sup> INEGI. (2015) “*Otros indicadores de vivienda, Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas*”.

<b>TARIFA SIN SUBSIDIO</b>			
<b>Consumo en Litros</b>		<b>Tarifa</b>	
<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>	<b>Cuota Mínima</b>	<b>Cuota Adicional por cada 1,000 Litros Excedentes al Límite Inferior</b>
0	15,000	<u>\$516.81</u>	<u>\$0.00</u>
MAYOR A 15,000	20,000	<u>\$516.81</u>	<u>\$34.46</u>
MAYOR A 20,000	30,000	<u>\$689.07</u>	<u>\$34.46</u>
MAYOR A 30,000	40,000	<u>\$1,033.59</u>	<u>\$34.46</u>
MAYOR A 40,000	50,000	<u>\$1,378.13</u>	<u>\$34.46</u>
MAYOR A 50,000	70,000	<u>\$1,722.65</u>	<u>\$41.93</u>
MAYOR A 70,000	90,000	<u>\$2,561.52</u>	<u>\$45.69</u>
MAYOR A 90,000	120,000	<u>\$3,475.29</u>	<u>\$60.67</u>
MAYOR A 120,000		<u>\$5,295.28</u>	<u>\$94.38</u>

Tabla 5.1. Tarifa sin subsidio.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2019) “Gaceta Oficial de la Ciudad de México, Administración pública de la Ciudad de México”.P. 16-18



Consumo en Litros		Tarifa Clasificación Popular	
Límite Inferior	Límite Superior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1,000 Litros Excedentes al Límite Inferior
0	15,000	<u>\$44.94</u>	<u>\$0.00</u>
MAYOR A 15,000	20,000	<u>\$44.94</u>	<u>\$3.89</u>
MAYOR A 20,000	30,000	<u>\$64.41</u>	<u>\$6.17</u>
MAYOR A 30,000	40,000	<u>\$126.09</u>	<u>\$12.60</u>
MAYOR A 40,000	50,000	<u>\$252.02</u>	<u>\$18.38</u>
MAYOR A 50,000	70,000	<u>\$435.78</u>	<u>\$27.36</u>
MAYOR A 70,000	90,000	<u>\$983.21</u>	<u>\$34.70</u>
MAYOR A 90,000	120,000	<u>\$1,677.13</u>	<u>\$59.94</u>
MAYOR A 120,000		<u>\$3,475.15</u>	<u>\$94.38</u>

Consumo en Litros		Tarifa Clasificación Baja	
Límite Inferior	Límite Superior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1,000 Litros Excedentes al Límite Inferior
0	15,000	<u>\$50.94</u>	<u>\$0.00</u>
MAYOR A 15,000	20,000	<u>\$50.94</u>	<u>\$8.69</u>
MAYOR A 20,000	30,000	<u>\$94.37</u>	<u>\$11.70</u>
MAYOR A 30,000	40,000	<u>\$211.31</u>	<u>\$16.58</u>
MAYOR A 40,000	50,000	<u>\$377.08</u>	<u>\$23.26</u>
MAYOR A 50,000	70,000	<u>\$609.68</u>	<u>\$29.42</u>
MAYOR A 70,000	90,000	<u>\$1,198.23</u>	<u>\$35.99</u>
MAYOR A 90,000	120,000	<u>\$1,917.85</u>	<u>\$59.94</u>
MAYOR A 120,000		<u>\$3,715.87</u>	<u>\$94.38</u>

Consumo en Litros		Tarifa Clasificación Media	
Límite Inferior	Límite Superior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1,000 Litros Excedentes al Límite Inferior
0	15,000	<u>\$168.53</u>	<u>\$0.00</u>
MAYOR A 15,000	20,000	<u>\$168.53</u>	<u>\$21.72</u>
MAYOR A 20,000	30,000	<u>\$277.12</u>	<u>\$23.78</u>
MAYOR A 30,000	40,000	<u>\$514.85</u>	<u>\$28.15</u>
MAYOR A 40,000	50,000	<u>\$796.28</u>	<u>\$30.33</u>
MAYOR A 50,000	70,000	<u>\$1,099.55</u>	<u>\$33.53</u>
MAYOR A 70,000	90,000	<u>\$1,770.34</u>	<u>\$44.94</u>
MAYOR A 90,000	120,000	<u>\$2,669.09</u>	<u>\$59.94</u>
MAYOR A 120,000		<u>\$4,467.11</u>	<u>\$94.38</u>

Consumo en Litros		Tarifa Clasificación Alta	
Límite Inferior	Límite Superior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1,000 Litros Excedentes al Límite Inferior
0	15,000	<u>\$202.23</u>	<u>\$0.00</u>
MAYOR A 15,000	20,000	<u>\$202.23</u>	<u>\$22.76</u>
MAYOR A 20,000	30,000	<u>\$316.01</u>	<u>\$25.45</u>
MAYOR A 30,000	40,000	<u>\$570.46</u>	<u>\$30.21</u>

MAYOR A 40,000	50,000	<u>\$872.44</u>	<u>\$32.26</u>
MAYOR A 50,000	70,000	<u>\$1,194.99</u>	<u>\$34.56</u>
MAYOR A 70,000	90,000	<u>\$1,886.34</u>	<u>\$44.94</u>
MAYOR A 90,000	120,000	<u>\$2,785.09</u>	<u>\$59.94</u>
MAYOR A 120,000		<u>\$4,583.11</u>	<u>\$94.38</u>

Tabla 5.2. Tarifa con sus diferentes clasificaciones. <sup>38</sup>

<sup>38</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2019) “Gaceta Oficial de la Ciudad de México, Administración pública de la Ciudad de México”. P. 16-18

En las tablas 5.1 y 5.2 se tuvo la comparativa de tarifas y se observó que el porcentaje de subsidio va de 80% al 91.3%, dependiendo esto de la clasificación que se tenga por zona habitada y el consumo en litros.

De igual manera, existe una cuota fija, la cual se establece si la vivienda se encuentra en la lista anual publicada en la Gaceta Oficial de la CDMX que cataloga el suministro de agua como servicio por tandeo, y se aplica una cuota fija de \$3,745.34, a la cual se le otorga un subsidio de acuerdo a la manzana donde se ubique la toma de agua. Conforme a ese código podrá ser Popular, Baja, Media o Alta. Se puede observar lo anterior en la tabla 5.3.

<b>Clasificación de la Manzana en que se ubique el inmueble y esté instalada una toma de agua</b>	<b>Cuota Fija Bimestral Expresada en Pesos</b>
Popular	<u>\$112.33</u>
Baja	<u>\$178.27</u>
Media	<u>\$450.99</u>
Alta	<u>\$771.90</u>

Tabla 5.3. Cuota Fija Bimestral. <sup>39</sup>

En la lista de colonias en las que los contribuyentes de los Derechos por el Suministro de Agua en sistema medido, de uso doméstico o mixto, reciben el servicio por tandeo se incluyen 277 colonias de Ciudad de México. <sup>40</sup>

Para conocer los productos existentes en algunas partes del mundo, relacionados con el ahorro de agua en el WC y la regadera, se realizaron búsquedas en las páginas de patentes de México, Estados Unidos, la Unión Europea y de registros internacionales.

En la página de la Unión Europea de *Espacenet patent search*, al realizar una búsqueda general con la frase *water saving*, se obtuvieron 1,475,738 resultados. Al aplicar una

<sup>39</sup> Gobierno de la Ciudad de México. (2019) “Gaceta Oficial de la Ciudad de México, Administración pública de la Ciudad de México”.P. 16-18

<sup>40</sup> *Ibidem* P. 7-12

búsqueda especializada con las palabras *shower* y *water saving* se tuvieron 520 resultados. Aproximadamente el 80% de ellos eran cabezales de regadera con diversas configuraciones.

En la página de Estados Unidos, *US Patent & Trademark Office*, al realizar una búsqueda especializada con las palabras *shower water saving* se tuvieron 152 resultados.

En la página mexicana del IMPI se obtuvieron 129 resultados, al realizar una búsqueda general con la frase “ahorro de agua”.

En las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8, se incluyen fichas de las patentes encontradas más significativas y de igual manera, en las tablas 5.5 y 5.6 se encuentran las características condensadas de las patentes revisadas y que se consideraron interesantes.

<b>Ficha general de patentes</b>			
<b>Título</b>		Sistema de ahorro de agua de regadera.	<b>No. Patente</b> MX1595B
<b>País</b>	México		<b>Fecha de patente</b> 17/09/2005
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>	
<p>Sistema que recolecta el agua limpia que sale antes de la temperatura deseada en la ducha hacia un depósito en donde se puede reutilizar.</p> <p>Funcionamiento totalmente mecánico.</p> <p>Instalaciones nuevas o ya existentes.</p> <p>Al pararse sobre el cojín (6), mediante el peso de la persona, el flujo fluye por (9) y se va al contenedor.</p>		<p>Válvula de desviación con tiempo ajustable.</p> <p>16 componentes en total</p>	

Figura 5.3. Ficha de patente.

<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Dispositivo de flor para la ducha.	<b>No. Patente</b>	033256 A1
<b>País</b>	Patente		<b>Fecha de patente</b>	2017
	Europea			
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Dispositivo de recolección de agua de la ducha configurado para capturarla previa a la ducha. Una vez llena, se puede sellar fácilmente para evitar la contaminación del agua recolectada hasta que el agua pueda usarse para otro propósito. Un dispositivo de recolección de agua de ducha que incluye además un embudo tipo paraguas invertido para aumentar el área de superficie y mejorar la recolección de agua.</p>				

Figura 5.4. Ficha de patente.

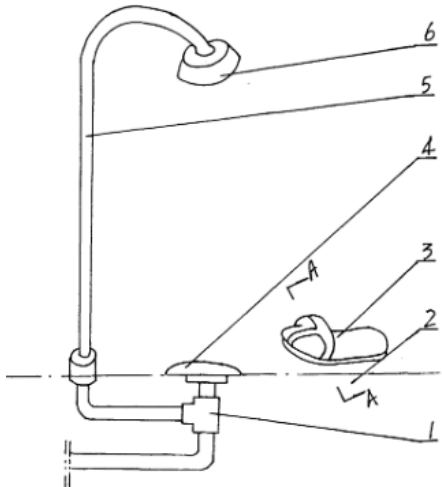
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Dispositivo de ducha que ahorra agua	<b>No. Patente</b>	CN201135947Y
<b>País</b>	Patente Europea		<b>Fecha de patente</b>	2008-10-22
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>La ducha ahorradora de agua consta de zapatillas, un cabezal de ducha y la ducha tiene los puntos clave estructurales: un imán permanente está dispuesto dentro de la suela de la zapatilla, una válvula solenoide está dispuesta en una tubería de agua y la válvula solenoide está controlada por un interruptor magnético.</p> <p>Necesidad de cambiar estructura del baño.</p>			<p>3 componenetes</p>  <p>图 1</p>	

Figura 5.5. Ficha de patente.

<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Cabezal de ducha de ahorro de agua traslacional de tipo alternativo	<b>No. Patente</b>	CN202191971U
<b>País</b>	Patente Europea		<b>Fecha de patente</b>	2012-04-18
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>		
<p>Comprende un soporte y una placa de rociado. Una cara de la placa de pulverización dirigida hacia una persona que se ducha está provista de salidas de agua de pulverización. Cuenta con un mecanismo de accionamiento eléctrico. La placa de pulverización es móvil, tiene una manivela y un pequeño motor. El consumo de agua se puede reducir a menos de la mitad del consumo de agua con un cabezal de ducha común.</p>				

Figura 5.6. Ficha de patente.

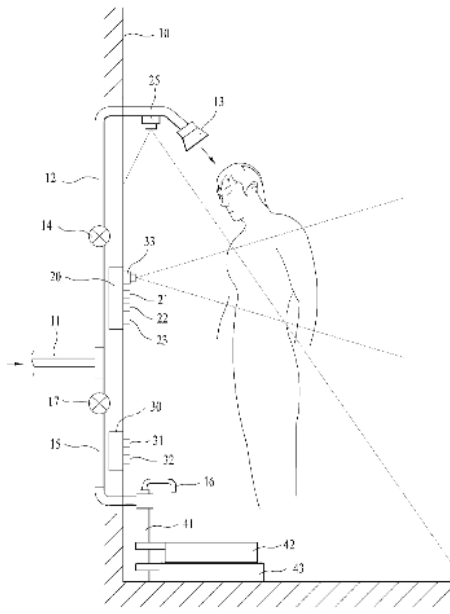
<b>Ficha general de patentes</b>			
<b>Título</b>		Aparato de ducha de baño con función de ahorro de agua	<b>No. Patente</b> <u>KR20100068781A</u>
<b>País</b>	Patente Europea		<b>Fecha de patente</b> 2012-05-10
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>	
<p>Dispositivo segmentado en tres partes para lavar por separado las tres divisiones del cuerpo.</p> <p>Controlador eléctrico.</p> <p>Cambiar estructura del baño</p>		<p>25 componentes</p>  <p>The diagram shows a vertical shower unit with a showerhead (10) at the top. A control panel (14) is located on the left side. The unit is divided into three sections: the upper section (12) for the head, the middle section (11) for the torso, and the lower section (15) for the legs. A human silhouette is shown to the right of the unit, with dashed lines indicating the spray area of each section. The base of the unit (42) is mounted on a floor (43). Other numbered components include 13, 17, 20, 22, 25, 30, 31, 32, and 33.</p>	

Figura 5.7. Ficha de patente.

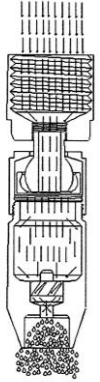
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Regadera de agua con sistema de turbina	<b>No. Patente</b>	MX 330995 B
<b>País</b>	México		<b>Fecha de patente</b>	12/12/2012
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>		
Cabeza de regadera que permite el ahorro de agua mediante la utilización de un sistema de turbina que consiste de una base circunferencial la cual posee seis ranuras que permiten el fraccionamiento del cuerpo del agua, produciendo así un torrente de agua con gotas grandes y bien definidas		12 componentes 		

Figura 5.8. Ficha de patente.

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
●	Sí
x	No
1	Poco
2	Medio
3	Mucho

Tabla 5.4. Simbología

La tabla 5.4 muestra los símbolos usados en las tablas 5.5 y 5.6 para caracterizar las invenciones mostradas en las patentes de las figuras anteriores. La escala fue cualitativa, dependiendo de las descripciones que brindaban los documentos revisados.



	MX 2011002788	MX1595B	MX152549	MX 330995 B	WO2009118618	EUA 0024836 A1	EUA 033256 A1	EUA 20130014323	EUA 20120222754	EUA 20120097770	EUA 20080035760 A1
Ahorro de agua	3	2	2	1	3	2	1	2	1	1	1
Número de piezas	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Facilidad de instalación	1	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3
Tratamiento de agua gris	●	x	x	x	●	x	x	x	x	x	x
Necesidad de cambio estructural del cuarto de baño	●	x	x	x	●	●	x	●	x	x	x
Incluye solución para baño y regadera	x	●	●	x	●	●	●	x	x	x	x
Incluye solución para otras zonas de la casa	x	x	●	x	●	●	●	x	x	x	x
Posibilidad de instalación en casa y departamento	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Elementos eléctricos o de programación	●	x	x	x	x	●	x	x	x	x	x
Conectado a red de aguas/drenaje	x	●	●	●	●	●	x	●	●	●	●
Sistema cerrado (aguas de lluvia)	●	x	x	x	x	●	x	x	x	x	x

Tabla 5.5. Características generales, parte 1.

	UE CN201949935U	UE CN201135947Y	UE CN207032390U	UE CN201379478Y	UE CN203400806U	UE CN106320453A	UE CN202191971U	UE KR20100068781A	UE CN204246028U	UE CN210216562U
Ahorro de agua	1	2	1	3	1	2	1	2	2	2
Número de piezas	1	2	1	3	1	2	1	2	2	2
Facilidad de instalación	3	1	3	1	3	2	3	1	2	2
Tratamiento de agua gris	x	x	x	●	x	x	x	x	x	x
Necesidad de cambio estructural del cuarto de baño	x	●	x	●	x	x	x	●	x	x
Incluye solución para baño y regadera	x	x	x	x	x	●	x	x	x	●
Incluye solución para otras zonas de la casa	x	x	x	x	x	●	x	x	x	x
Posibilidad de instalación en casa y departamento	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Elementos eléctricos o de programación	x	x	x	●	x	●	x	●	x	●
Conectado a red de aguas/drenaje	●	●	●	●	●	●	●	●	x	●
Sistema cerrado (recirculación)	x	x	x	●	x	x	x	x	x	x

Tabla 5.6. Características generales, parte 2.

### Síntesis de observaciones y entrevistas a usuarios

Para el análisis de las necesidades de los potenciales usuarios y las formas de vida relacionadas al uso de agua dentro del hogar, se utilizó la encuesta realizada en la Fase I, además se tuvo el apoyo del Centro de Diseño Mecánico e Innovación tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería que aborda el mismo tema.

Dentro de la encuesta de la Fase I se realizaron 12 preguntas y se obtuvieron 101 respuestas; por parte del CDMIT, se contó con 27 preguntas y con 215 respuestas. Cabe recalcar que, en esta última, algunas preguntas de la primera y segunda encuesta se repitieron, sin embargo, cuenta con información adicional que fue de interés para el presente trabajo.

El estudio de las respuestas de la encuesta proporcionada por el CDMIT dio lo siguiente<sup>41</sup>:

- El 97.21% son habitantes de Ciudad de México o el Área Metropolitana.
- El 56.06% vive actualmente en casa y el 40.4% en departamento.
- El 30.81% ha solicitado alguna vez el servicio de una pipa de agua.
- El 27.78% utiliza el servicio de pipa una vez al mes y el 64.81% de forma esporádica, en caso de ser necesario únicamente.
- De las personas que piden servicios de pipa de agua, al 30.19% le dura el agua de uno a dos días, el 18.87% de dos a cinco días y el 16.98% más de dos semanas.
- El 77.78% ha compartido el costo de la pipa con vecinos o familiares

### Identificación de factores económicos

Para establecer las oportunidades de negocio y el mercado potencial, se partió del número de habitantes de la ZMVM que cuenta con carencia de agua y además se tomó el porcentaje dentro del nivel socioeconómico D+. Considerando así un escenario conservador para la venta del producto.

Zona	A/B	C+	C	C-	D+	D	E
<b>Metropolitana</b>							
<b>Valle de México</b>	7%	14%	16%	16%	15%	26%	6%

Tabla 5.7. Distribución del Nivel Socioeconómico de los hogares para algunas Zonas Metropolitanas 2016.<sup>42</sup>

Retomando lo dicho dentro de la Descripción de los usuarios, el número de habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México es de 20 millones 892 mil 724 habitantes, dentro de esto, 3.8 millones de habitantes (18.31%) cuentan con carencias en suministro de agua es.

<sup>41</sup> Centro de Diseño Mecánico e Innovación tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería. (2020) “Disponibilidad y calidad del servicio de agua en CDMX y Área Metropolitana”. P. 1, 15,17,18, 22, 23,26,30,34-36.

<sup>42</sup> AMAI. (2018) “Delimitación de Zonas Metropolitanas”.

De igual manera, teniendo en cuenta la Tabla 5.1, el 15% de los habitantes de la ZMVM pertenecen al nivel socioeconómico D+, que es al que se busca llegar.

Para conocer más a fondo el contexto de las viviendas en la ZMVM, la figura 5.9 muestra la tendencia de crecimiento de la población.

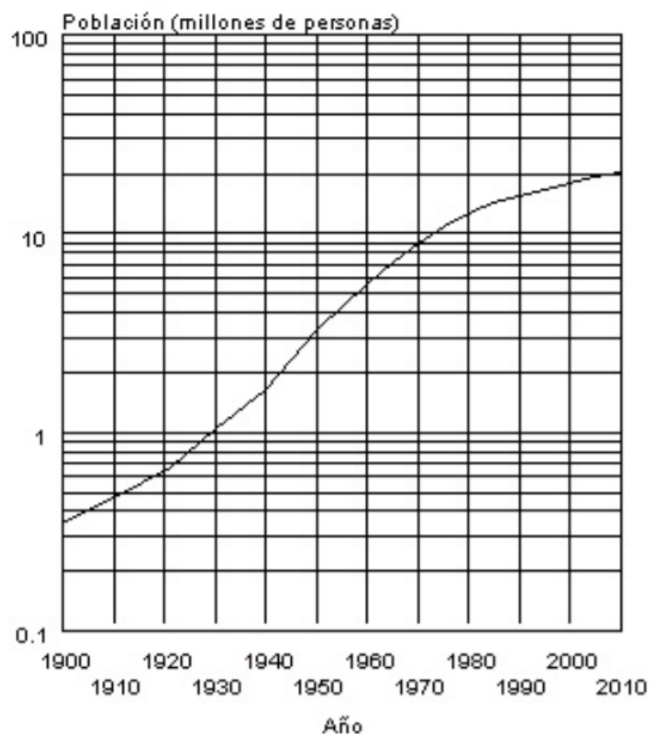


Figura 5.9. Evolución y proyección de la población de la ZMVM, 1900-2010.<sup>43</sup>

De acuerdo al INEGI dentro de la la ZMVM existe un total de 11 millones 725 mil 359 viviendas y hogares.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la CDMX. (2010) *“La Zona Metropolitana del Valle de México”*. P. 6

<sup>44</sup> INEGI (2018) *“Comunicado de presa núm. 104/18”*. P. 6

Área geográfica	Viviendas	Hogares	Población	Población de 6 años y más
Zona metropolitana del Valle de México	5 757 890	5 967 469	20 886 703	19 383 068
Ciudad de México	2 570 125	2 666 893	8 801 597	8 255 399
Municipios conurbados del Estado de México y Tizayuca	3 187 765	3 300 576	12 085 106	11 127 669

Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Tabla 5.8. Total de viviendas, hogares y población por área geográfica.<sup>45</sup>

Es necesario recalcar que una vivienda es el lugar físico en donde se habita; un hogar es el conjunto de personas que pueden ser o no familiares, que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común. Una persona que vive sola también constituye un hogar.

Para el cálculo del mercado potencial se utilizó el número de personas en la ZMVM y el porcentaje del 18.31% que hace referencia a las personas con carencia de agua. Atendiendo la fórmula de probabilidad de la intersección de dos sucesos independientes, siendo estos la falta de agua y el nivel socioeconómico, se tiene:

$$p(A \cap B) = p(A) * p(B) \dots\dots\dots (1)$$

Siendo:

$p(A)$ - porcentaje de personas con carencia de agua en la ZMVM = 0.1831

$p(B)$ - porcentaje de personas pertenecientes al nivel socioeconómico D+ en la ZMVM= 0.15

$p(A \cap B)$ -porcentaje de personas con carencia de agua y pertenecientes a nivel socioeconómico D+ en la ZMVM

---

<sup>45</sup> *Ibíd*em

$t_1$ - número total de personas con las especificaciones antes mencionadas.

$$p(A \cap B) = 0.1831 * 0.15$$

$$p(A \cap B) = 0.0275$$

$$t_1 = 0.0275 * 20,892,724 = 574,549.91$$

De tal manera que el número total de personas que tienen carencia de agua y pertenecen a la ZMVM es de 574,550

Para estimar el número de viviendas a las que se enfocará este proyecto, se utilizó el número promedio de habitantes por vivienda, que es 3.7 de acuerdo a la encuesta intercensal del INEGI de 2015.<sup>46</sup>

$$T_1 = \frac{t_1}{3.7} = \frac{574,594.91}{3.7}$$

$$T_1 = 155,283.759$$

Siendo

$T_1$ - Número total de viviendas que carecen de agua, que habitan en la ZMVM y que pertenecen al nivel socioeconómico D+.

Como se había dicho anteriormente, el objetivo de proyecto reportado en esta tesis es que las personas con nivel socioeconómico D+ tengan acceso al producto, sin embargo, el resto de las personas, hasta las de A/B, podrán adquirirlo de igual manera.

El porcentaje sobrante de personas con nivel socioeconómico arriba de D+ es del 53%, por tanto, el mercado potencial total es:

---

<sup>46</sup> INEGI. (2015) “*Otros indicadores de vivienda, Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas*”.

$$p(A \cap B) = 0.1831 * 0.53$$

$$p(A \cap B) = 0.097$$

$$t_2 = 0.0275 * 20,892,724 = 2,027,492.615$$

Siendo

$t_2$  – número total de personas con nivel socioeconómico de A/B hasta D+ y que habita en la ZMVM

Para la obtención del número de viviendas se hará el mismo procedimiento que antes.

$$T_2 = \frac{t_1}{3.7} = \frac{2,027,492.615}{3.7}$$

$$T_2 = 547,970.977$$

Siendo

$T_2$ - Número total de viviendas que carecen de agua, que habitan en la ZMVM y que pertenecen a niveles socioeconómicos de D a A/B.

Por lo tanto, el número total de viviendas a las que está enfocado el producto es de 558 mil 763, las cuales son el potencial mercado.

En un escenario conservador, se busca llegar a 155,284 viviendas pertenecientes al nivel socioeconómico D+. A pesar de que el número de viviendas a las que se esperaría llegar en un escenario exitoso sería de 547,971.

## **Hallazgos y aprendizajes**

En el ciclo I se definió el problema y se hizo una descripción de los usuarios a los que se pretende llegar. En específico a los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México que sufren carencias de agua.

En la búsqueda de antecedentes se encontraron las diferentes tarifas de agua de acuerdo con el nivel socioeconómico y las cuotas fijas. Estas tarifas están subsidiadas en porcentajes que van desde 82% hasta 97.9% dependiendo del agua que se consume en litros y, como se había dicho, según el estrato social en el que se realiza.

De igual manera se realizó un rastreo de las patentes en México, Estados Unidos y la Unión Europea. Se seleccionaron 22 registros que cumplieran con las mejores características, sin embargo, sólo se reportan seis en este ciclo y las demás se pueden encontrar en los anexos.

Se elaboraron dos tablas de comparación con las características de interés de cada una de las patentes para contar con la información de manera condensada.

Gracias a las encuestas y a la síntesis de éstas, se supo que el 97.21% de los encuestados son habitantes de Ciudad de México o el Área Metropolitana, que el 56.06% vive actualmente en casa y el 40.4% en departamento; además el 27.78% utiliza el servicio de pipa una vez al mes y el 64.81% de forma esporádica, en caso de ser necesario únicamente.

Para la elaboración de esta investigación se realizó también el cálculo del potencial mercado al que se pretende llegar y fue de 547,971 viviendas dentro de la ZMVM.



## **Ciclo 2**

### **Revisión resultados Ciclo 1**

En del Ciclo I se definieron los potenciales usuarios, éstos son los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México que tuvieran carencias de agua y que pertenecieran al nivel socioeconómico D+ o superior.

Se recabó información sobre las patentes registradas en México, Estados Unidos, Europa y patentes a nivel internacionales en las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8, con ello se encontraron características de importancia para la generación del diseño innovador de un aparato ahorrador de agua que tiene como fin el proyecto. De igual manera se compararon las patentes seleccionadas en las tablas 5.5 y 5.6.

En cuanto a las observaciones y entrevistas a usuarios, se realizaron dos encuestas y se enlistó la información de interés, tal como el lugar donde habitan las personas encuestadas, si habían contratado pipas y qué tan frecuentemente.

Respecto a la identificación de factores económicos, se estimó un total de 547,971 viviendas como potenciales clientes.

### **Tendencias de desarrollo**

Entre los productos y dispositivos ahorradores de agua en el mercado se encuentran dentro de los más comunes: muebles y accesorios de baño, inodoros, mingitorios, fluxómetros, regaderas y llaves.

Como el presente proyecto se enfoca hacia la zona del baño dentro de la casa habitación, incluyendo baño y regadera, se excluirán los mingitorios, los fluxómetros y las llaves.

La tabla 5.9 incluye los productos ahorradores de agua más comunes encontrados a la venta, sus características, país de procedencia y precio aproximado.

Producto	País	Características	Precio aproximado
<p>Inodoro</p> 	México	Sanitario con tanque incluido, con manija, válvula de admisión y de descarga. Consumo de 4.8 l por cada descarga.	\$880 -\$4900 <sup>47</sup>
<p>Inodoro</p> 	Estados Unidos	Sanitario con caja de baño, con una manija o botón de doble descarga. Consumo de 4.8 l por descarga.	\$109 -\$300 <sup>48</sup> (Precio en dólares)
<p>Regaderas</p> 	China	Reducción del gasto a tres presiones. Ahorro del 20% al 30% de agua.	\$26-420 <sup>49</sup>
<p>Regadera</p> 	México	Regadera mezcladora con llaves. Hasta 40% de ahorro.	\$459-\$3,595 <sup>50</sup>

Tabla 5.9. Productos ahorradores de agua en el mercado.

<sup>47</sup> Home Depot. (2020) “Página de venta en línea”. México

<sup>48</sup> Home Depot (2020). “Página de venta en línea”. Estados Unidos

<sup>49</sup> Gobierno de Apizaco. (SA). “Catálogo de productos y dispositivos ahorradores de agua”. P49

<sup>50</sup> Home Depot. (2020) “Página de venta en línea”.

El ahorro de agua de las regaderas se consigue a través de diferentes mecanismos:

- Mezcla con aire: mezclar aire con agua, así el chorro proporciona la sensación de mojado, pero se consume la mitad de agua, aproximadamente.
- Reducción del área de difusión: la concentración del chorro de salida consigue en las duchas eficientes un considerable ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.
- Reducción de caudal: reducción del caudal a 10 litros por minuto (a 3 bar de presión). Este caudal garantiza un servicio adecuado y se aleja bastante de los 20 litros que, a esta misma presión, ofrecen muchos cabezales de regaderas tradicionales.<sup>51</sup>

Al realizar la búsqueda de productos comerciales que tuvieran como finalidad ahorrar el agua dentro de cuarto de baño, se notó que existe una solución integral y que la experiencia que ofrecen tanto los WC como los cabezales de las regaderas, no son demasiado innovadoras.

El precio de una solución íntegra se considerará como la suma de un WC y el cabezal de la regadera.

Como se puede observar en la tabla 5.10, existe una diferencia muy notoria entre el precio más bajo y más alto. Sin embargo, es importante considerar que, dentro del precio más bajo, se incluyó el cabezal de menor precio proveniente de China<sup>52</sup> y el WC de menor precio de México<sup>53</sup>.

<b>Elemento</b>	<b>Precio más bajo</b>	<b>Precio más alto</b>
WC y cabezal de regadera	\$906	\$9688

Tabla 5.10. Comparación de precios

<sup>51</sup> Gobierno de Apizaco. (SA). “Catálogo de productos y dispositivos ahorradores de agua”. P. 46

<sup>52</sup> *Ibidem*

<sup>53</sup> Home Depot. (2020) “Página de venta en línea”. México

En caso del precio más alto, se consideró la suma del WC de mayor precio proveniente de EUA, utilizando una paridad de 1 dólar como \$20.31 pesos mexicanos.

En la búsqueda de soluciones comerciales se encontraron productos no comerciales que son innovadores y algunos incluyen soluciones integrales para el baño y la regadera. La tabla 5.11 muestra los productos y sus características.

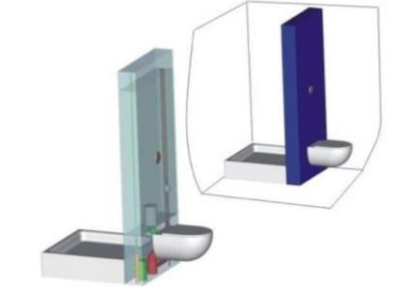


<b>Producto</b>	<b>Características</b>	<b>País</b>
<p data-bbox="305 646 444 674">Tank cava</p> 	<p data-bbox="630 743 1243 905">Utilización del agua residual de la ducha para llenar el estanque del WC. Ahorra hasta un 40% en el consumo de agua. -Sin precio</p>	<p data-bbox="1317 800 1419 835">Bélgica</p>
<p data-bbox="289 1022 461 1050">Aqus System</p> 	<p data-bbox="613 1089 1260 1293">Utilización del agua procedente del desagüe del lavabo se recoge y filtra hasta el estanque del WC. Ahorro de hasta 75 l al día. -\$2500 aprox.</p>	<p data-bbox="1317 1142 1419 1226">Estados Unidos</p>
<p data-bbox="337 1377 412 1404">Nebia</p> 	<p data-bbox="607 1478 1263 1635">Sistema que fracciona el agua en gotas muy pequeñas, tal como un atomizador. Ahorra hasta un 70% -\$8,000 aprox.</p>	<p data-bbox="1317 1478 1419 1562">Estados Unidos</p>

Tabla 5.11. Productos innovadores encontrados en Ecoinventos.<sup>54</sup>

<sup>54</sup> Ecoinventos. (2020). “25 soluciones para ahorrar agua en el hogar”.

Como se puede observar, en la tabla 5.11, los productos tienen características similares a algunas patentes incluidas dentro del Ciclo I y en los anexos.

### **Trabajo con usuarios/clientes, entrevistas, encuestas, observación**

Para conocer el uso que le dan las personas al agua dentro del cuarto de baño de su vivienda y su contexto en general, se tomaron en cuenta las tres encuestas realizadas en la Fase I; la encuesta proporcionada por el CDMIT (27 preguntas con 215 respuestas) y una extra que se realizó de 13 preguntas y 71 respuestas.

El 51.56% de los entrevistados se encuentran en el nivel socioeconómico C (\$11,600-\$34,999), mientras que el 18.75 se encuentra en D+.

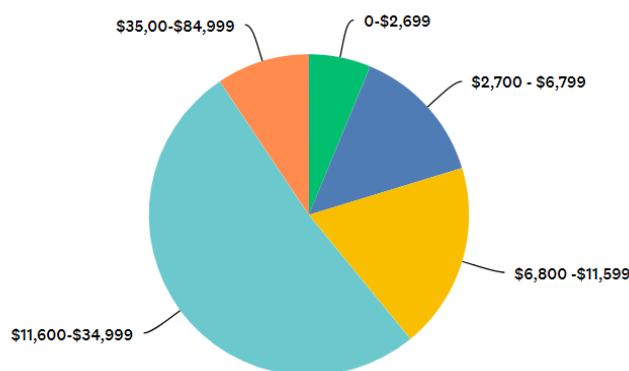


Figura 5.10. Ingresos económicos de las personas encuestadas.

Se reúnen a continuación algunas de las respuestas más importantes que se obtuvieron.

Recapitulando, dentro de la encuesta de la Fase I se obtuvieron 101 respuestas, se tiene lo siguiente:

- 80.6% de las personas no sabe que el mexicano promedio gasta 323% más del agua recomendada por el SACMEX (96 litros)
- 69.3% tarda un minuto en entrar al agua de la regadera para que ésta se caliente; 25.7% espera de dos a 3 minutos y el resto más de cinco minutos.

- 64.4% toman duchas de entre cinco y diez minutos; 18.8% de cinco minutos y 16.8% de más de 15 minutos.

De la encuesta proporcionada por el CDMIT, con 215 respuestas, se obtuvo lo siguiente<sup>55</sup>

- El 92.59% tiene una toma de agua en su casa (conexión al sistema de agua de la Ciudad).
- El 69.10% cuenta con una regularidad del servicio de agua en su casa de los siete días a la semana a cualquier hora, el 16.85% cuenta con agua los siete días de la semana en ciertas horas al día y el 5.96% cuenta con agua de cuatro a cinco días a la semana.
- El 98.86% cuenta con regadera, 92% con lavamanos, 94.29% con calentador de agua y 5.14% cuenta con sistema de captación de agua de lluvia.
- En cuanto a acciones empleadas para reutilizar el agua, el 28.74% no realiza ninguna, el 31.03% riega las plantas con agua de la lavadora, platos o regadera, 27.59% lava el patio con agua de la lavadora, platos o regadera, el 12.64% utiliza otras acciones.

En la tercera encuesta se recabaron 71 respuestas a 13 preguntas, de las cuales sólo se tomarán algunas, ya que se repitieron con las del Centro de Diseño.

- El 57.75% cuenta con un WC ahorrador, el 42.25% no.
- El 60.56% utiliza el WC de su vivienda de dos a cinco veces al día, el 23.94% lo ocupa de seis a nueve veces y el 14.08 % más de diez. El 1.41% restante sólo una vez.
- El 94.37% se baña una vez al día, mientras que el 4.23% dos veces y únicamente el 1.415% una vez cada tercer día.
- El 71.83% tiene de dos a cuatro habitantes en su vivienda, el 21.13% de cinco a seis, el 5.63% solamente una persona.
- El 59.15% lava su baño con una frecuencia de una vez a la semana, el 23.94% dos veces a la semana, el 14.08% una vez cada 15 días y el 2.82% dio otras respuestas las cuales incluyen “diario” y “una vez al mes”.

---

<sup>55</sup> Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT). (2020) “Disponibilidad y calidad del servicio de agua en CDMC y Área Metropolitana”. pp 1, 15,17,18, 22, 23,26,30,34-36.

- El 58.57% cuenta con un baño completo en su vivienda, el 34.29% con dos y el 7.14% con tres.
- El 49.3% cuenta con una regadera ahorradora, mientras que el 50.7% no.
- El 40.85 % paga bimestralmente entre \$200 y \$300 pesos de agua, el 32.39% entre \$100 y \$150, el 16.9% más de \$600. Y el 9.86% menos de \$100.
- El 80.28% estaría dispuesto a la utilización de aguas grises para el WC, el 19.72% no.

Aunado a lo anterior, se realizaron tres experimentos a 25 personas, esto para obtener datos. De igual manera se realizaron 10 entrevistas por videollamada y además de pedir los datos de los experimentos, se hicieron preguntas adicionales que se describirán en las siguientes páginas.

Los experimentos consistían en lo siguiente:

### ***Experimento 1***

- a. Tomar un contenedor de 1 litro con la medida indicada (si no tiene de un litro no importa, pero asegúrese que tenga una marca visible de la cantidad que puede almacenar).*
- b. Sostenerlo debajo de la regadera.*
- c. Cerciorarse de que todo el espectro de agua cae en el contenedor.*
- d. Comenzar a tomar el tiempo cuando empiece a caer el agua.*
- e. Detener el cronómetro cuando el agua llegue a la marca.*

### ***Experimento 2***

- a. Tomar el tiempo al abrir la llave para bañarse*
  - b. Detener cuando se cierre la llave*
- En caso de que cierre la llave cuando se enjabone, detener el tiempo y continuar tomándolo cuando vuelva a abrir la llave.*

### **Experimento 3**

a. *Llevar un registro de las ocasiones que va al baño y acciona la palanca*

Al obtener los datos de los experimentos se realizó el cálculo del gasto que se tiene en su respectiva regadera y los litros gastados al ducharse, además, gracias a la entrevista por videollamada se pudo entender mejor la situación personal de cada entrevistado.

Se anexa en la tabla 5.12 el valor de la media en diversos rubros.

<b>Rubro</b>	<b>Media</b>
Tiempo de llenado de 1 l de agua	29.31 [s]
Gasto	0.0738 [l/s]
Tiempo en la ducha	9.85 [min]
Litros gastados en la ducha	42 [l]
Número de veces que utiliza el WC	6.2
Litros gastados en el WC	37.2 [l]

Tabla 5.12. Media de diversos rubros.

Respecto a la tabla 5.12, se tomó como valor promedio 6L de agua utilizada en cada descarga en el WC.

Se realizaron dos gráficas con la edad como variable abscisa, esto con la finalidad de encontrar alguna tendencia en los datos, se muestran a continuación.



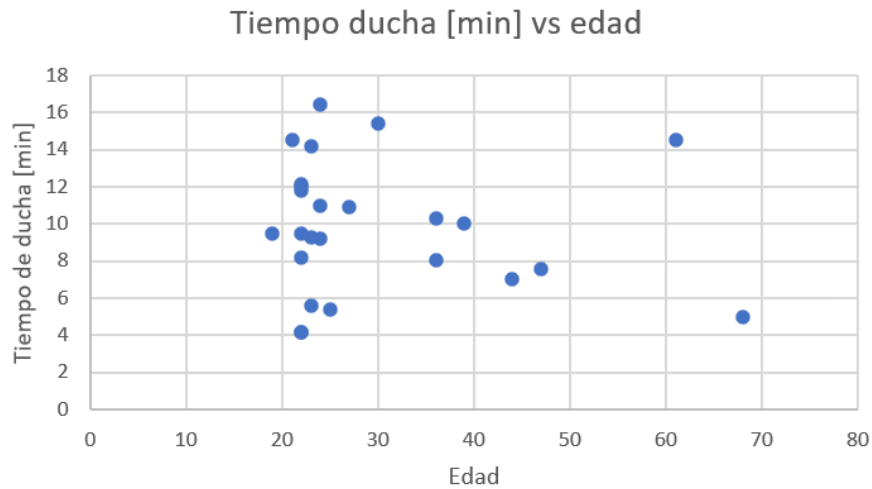


Figura 5.11. Tiempo de ducha vs edad.

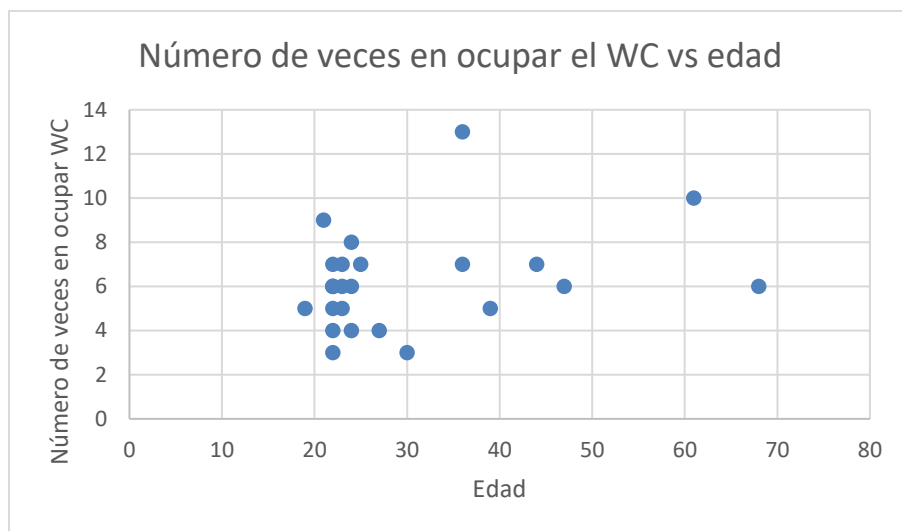


Figura 5.12. Número de veces en ocupar el WC vs edad.

Como se puede observar, no se tiene una tendencia marcada en ninguna de las gráficas anteriores. Se podría concluir de este experimento en el ámbito del tiempo de ducha y el número de veces en descargar el agua del WC, no dependen de la edad de los usuarios.

A partir de las entrevistas por medio de videollamada se construyeron dos mapas de ruta referentes al uso de la ducha y del WC; de igual manera se crearon dos escenarios y dos personajes para comenzar a reconocer las necesidades y la manera en que se hace presente el agua en la vida diaria de las personas.

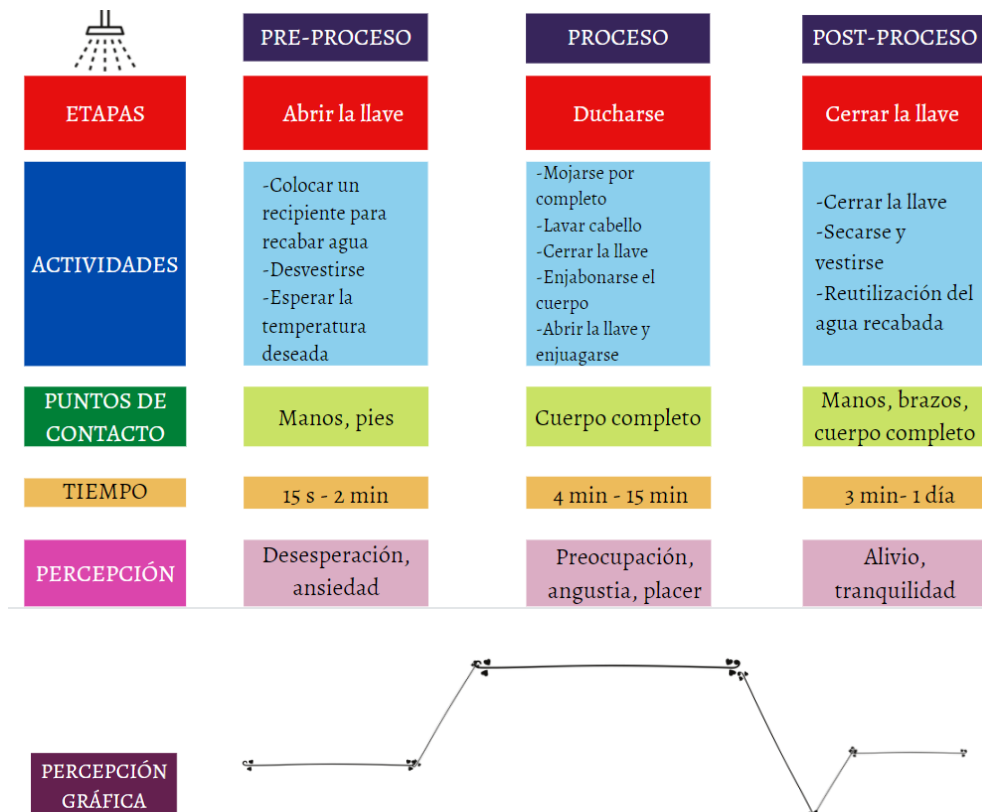


Figura 5.13 Mapa de ruta del usuario en la ducha.

Se puede observar en el Mapa de ruta anterior, que muchas de las percepciones encontradas son negativas; en el pre-proceso las personas se desesperan y se ponen ansiosas por el tiempo que tarda en calentarse el agua o porque se está tirando. Durante el proceso que es la ducha, se genera un pico de emociones buenas, sin embargo se siguen teniendo emociones negativas como preocupación y angustia debido a la prisa de la persona y por el desperdicio de agua. En la última etapa se presentan emociones positivas, siendo éstas alivio y tranquilidad, ya que se deja de gastar agua o ya se encuentra limpia la persona.

Las oportunidades de mejora de las experiencias, se encuentran posibilidades en las primeras dos etapas, donde preponderan las emociones negativas.

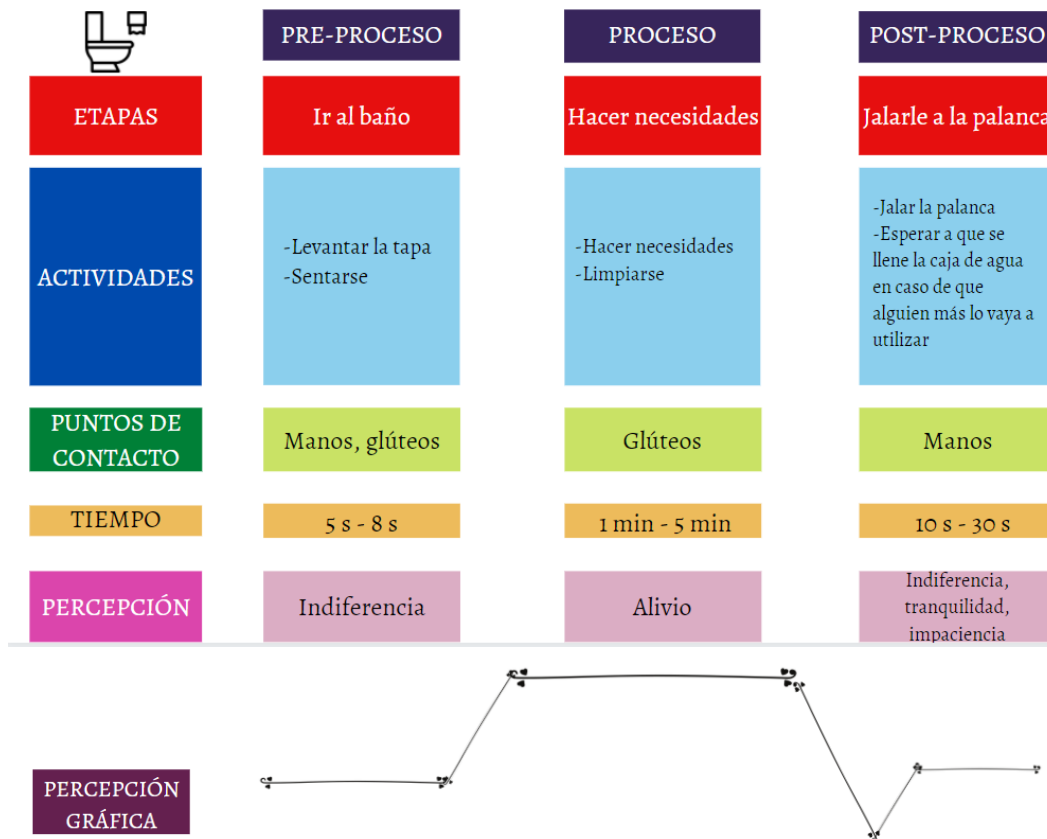


Figura 5.14. Mapa de ruta del usuario en el WC.

En el Mapa de ruta sobre el WC, es mucho más sencillo en comparación al de la ducha; se encuentran menos actividades, menos puntos de contacto y no hubo muchas emociones presentadas.

En el caso del pre-proceso no hubo emociones identificadas por parte de las personas entrevistadas. Durante el proceso se mantiene el alivio durante toda la etapa, sin embargo, durante el postproceso se encontró una emoción negativa, siendo de impaciencia debido a la espera de que se llenara la caja del WC. Al finalizar la etapa se volvió a la indiferencia.

La oportunidad de innovación de experiencia podría ser en el postproceso de la actividad planteada anteriormente.

Para conocer las interacciones y experiencias de la gente con el agua en su vivienda se realizaron personajes y escenarios. Los primeros son personas ficticias que tienen un determinado perfil creado a partir de las entrevistas y encuestas realizadas, tomando las características que más se repiten y así condensar esa información en los personajes; en los escenarios se muestra cómo actúan día a día las personas ficticias.

### Personaje y escenario 1

*María de los Ángeles Ibarra*

*Mujer de 68 años, está retirada, casada y habita una casa propia en Ecatepec de Morelos, cuenta con un ingreso mensual de \$12,000 M.N..*

*Se dedica al hogar, a la lectura, ejercicio y a disfrutar de su tiempo libre.*

*Se levanta a las 7 u 8 am, va al baño, se lava las manos, se cepilla los dientes, después de eso comienza a preparar la comida, lava las verduras, utiliza un filtro para el agua potable, llena dos jarras de agua, lava los trastes. Realiza sus actividades personales, va al baño y a las 3 procede a comer, después de eso lava los trastes. Se baña cada tercer día debido a la carencia de agua y cuando lo hace recolecta el agua en una tina y la utiliza para las descargas del WC. Trapea dos o tres veces por semana, lleva a lavar su ropa a la lavandería cada 15 días y riega sus plantas cada tres, cinco y 10 días, esto dependiendo de cada una; lava el baño dos veces a la semana. En la noche se lava los dientes, va al baño y se duerme. Cada 10 días pide una pipa para llenar su tinaco de 1,000 litros, esto le genera un gasto de \$130 pesos. La carencia de agua que tiene es debido a obras públicas de la red que abastece su municipio.*

## Personaje y escenario 2

*Marcela Juárez*

*Mujer de 36 años, licenciada en administración, con dos hijos, uno de 15 años y una de 4 años, casada, tiene un perro y habita un departamento propio. Sus ingresos mensuales son de \$20,000 M.N.*

*Se levanta a las 6 am, va al baño, se cepilla los dientes, lava las verduras para el desayuno, lava los trastes, se baña (se lava el cabello cada tercer día), lava el espacio en donde está su perro utilizando únicamente medio vaso, lava las jergas, pone a cocer la carne o el pollo, va al baño de nuevo. En su casa trapean diario con una cubeta, lavan la ropa cada tercer día (4 o 5 cargas a la semana), lavan el baño cada semana. En su familia, cada quien va al baño 4 o 5 veces al día, una de sus medidas para ahorrar el agua en su casa es descargar el WC cada que 3 personas de su familia van al baño. Todos los integrantes de su familia tienen conciencia sobre el uso del agua, toman duchas cortas y no dejan correr el agua cuando utilizan el lavamanos o el lavabo. Ha pedido una pipa únicamente dos veces en un lapso de seis meses y el costo lo absorbió el mantenimiento de su unidad habitacional, cuando ocurrió lo anterior, su familia y ella tuvieron que ahorrar aún más el agua, tomando medidas como no trapear diario o bañarse más rápido. Cuando va al gimnasio, se baña ahí mismo, pero las demás interacciones con el agua en su casa se mantenían iguales.*

Después de analizar los personajes y escenarios, se crearon dos mapas AEIOU, los cuales son herramientas para ayudar a interpretar las observaciones recabadas por las entrevistas, encuestas y mapas de ruta. En las tablas 5.13 y 5.14 se observan los mapas mencionados y la información de interés de manera resumida.

<b>Nombre</b>	María de los Ángeles	<b>Situación</b>		
<b>Residencia</b>	Ecatepec de Morelos, Estado de México	No ha tenido agua durante siete meses, pide una pipa cada 10 días y paga \$130 por llenar su tinaco de 1000 l.		
<b>Ingresos</b>	\$15,000			
Vive con su esposo, ambos están retirados		Vive en casa propia.	Uso del agua diariamente para el uso del WC, lavar trastes y frutas y verduras.	Paga \$1800 pesos anuales por el servicio de agua, aunque no haya tenido.
<b>Actividades</b>	<b>Ambientes</b>	<b>Interacciones</b>		
Riega sus plantas cada tres o cinco días, trapea dos o tres veces por semana, lava la comida necesaria, se baña cada tercer día, utiliza el WC.	Baño, cocina, regadera, lavabo, fregadero, manguera del patio.	Para lavar los trastes, enjabona todos y después los enjuaga. Las verduras las lava todas dentro de un recipiente. Cuando se baña coloca un recipiente de agua para recabarla y le cierra a la llave al enjabonarse.		

Tabla 5.13. Mapa AEIOU 1.

<b>Nombre</b>	Marcela Juárez	<b>Situación</b>		
<b>Residencia</b>	Azcapotzalco	Cuenta con agua los 365 días del año, únicamente ha tenido que pedir una pipa en dos ocasiones.		
<b>Ingresos</b>	\$25,000			
Cuatro habitantes, trabaja actualmente desde casa,		Vive en departamento propio.	No cuenta con un WC ahorrador pero su regadera cuenta con mucha presión y muy poco gasto.	Trapean lava el espacio de su perro diario.
<b>Actividades</b>	<b>Ambientes</b>		<b>Interacciones</b>	
Lava el espacio de su perro, se lava el cabello cada tercer día y el cuerpo diario, trapean diario, lava la comida.	Baño, cocina, regadera, lavabo, fregadero, manguera del patio.		Reutiliza el agua que recaba antes de meterse a la regadera para trapear. No le cierra la regadera para enjabonarse. Utiliza un vaso de agua para lavar el espacio de su perro.	

Tabla 5.14. Mapa AEIOU 2.

## Necesidades encontradas

Se realizó una lista de necesidades relacionadas con el ahorro de agua en el WC y la regadera. Éstas se identificaron a partir de las entrevistas, encuestas y las tablas 5.13 y 5.14. Las necesidades se jerarquizaron con un nivel de importancia, en un rango de 0 a 5, siendo 5 muy importante y 0 poco importante.

El nivel de importancia se asignó de acuerdo con lo registrado en la búsqueda de información con los usuarios.

#	Necesidad	Importancia
1	Ahorro del agua de la regadera	5
2	Ahorro del agua del WC	4
3	Espacio reducido	3
4	Costo del producto	5
5	Almacenamiento de agua	5
6	Fácil instalación	3
7	Permite ajuste de temperatura	3
8	Ajuste para variedad de cuartos de baño	3
9	Agradable a la vista	4
10	El agua no está contaminada a la vista	3
11	El agua no tiene un olor desagradable	5
12	Permite fácil reposición de piezas desgastadas	3
13	Fácil mantenimiento	4
14	Capacidad de uso para todas las personas	3
15	Larga vida útil	4

Tabla 5.15. Necesidades



## Alternativas de experiencia

Se busca modificar las incomodidades generadas ya sea durante el pre-proceso, proceso o postproceso de las actividades escogidas, siendo estas la ducha y el uso del WC, para lograr una mejora en la experiencia al momento de la utilización de esta zona de la casa habitación y disminuir el consumo de agua. Se darán varias opciones en el ámbito correspondiente y posteriormente se escogerán las más viables para que dentro del Ciclo III se busque la mejor solución al problema planteado.

Opción	Etapa	Oportunidad de innovación
1	Pre-proceso de la ducha	Menor tiempo de espera para alcanzar la temperatura deseada del agua.
2	Pre-proceso de la ducha	Ahorro del agua que cae al esperar la temperatura deseada
3	Proceso de la ducha	Ducha más rápida, incluyendo aquí el enjuague y la parte de enjabonarse.
4	Proceso de la ducha	Ahorro de agua ocupada en la ducha.
5	Postproceso de la ducha	Utilización del agua recabada de manera más rápida, eficaz y fácil.
6	Postproceso del WC	Disminuir el tiempo de llenado del agua en la caja del WC.
7	Postproceso del WC	Utilización de otra fuente que no sea de la red de aguas para el llenado de la caja.

Tabla 5.16. Alternativas de experiencia

## Selección de experiencia

Opción	Etapa	Oportunidad de innovación
2	Pre-proceso de la ducha	Ahorro del agua que cae al esperar la temperatura deseada
4	Proceso de la ducha	Ahorro y reutilización de agua ocupada en la ducha.
5	Postproceso de la ducha	Utilización del agua recabada de manera más rápida, eficaz y fácil.
7	Postproceso del WC	Utilización de otra fuente que no sea de la red de aguas para el llenado de la caja.

Tabla 5.17. Selección de experiencia

## Propuesta final de innovación

*Se buscará entonces el ahorro del agua que cae al esperar la temperatura deseada, que se ahorre y reutilice el agua ocupada en la ducha, la utilización del agua recabada de manera más rápida, eficaz y fácil, y la utilización de otra fuente que no sea proveniente de la red de aguas para el llenado de la caja.*

## Hallazgos y aprendizajes

Dentro de este ciclo se revisaron las tendencias de desarrollo y los productos más comunes en venta, se hizo un estimado de costos sobre una solución que incluyera el ahorro de agua en el WC y durante la ducha. Además, se enlistaron algunos productos que son innovadores y que no se encuentran hasta el momento comercializados.

Se realizó un trabajo a fondo con los potenciales usuarios y clientes, se recabó información de tres encuestas para entender las necesidades y la forma de interacción con el agua dentro del cuarto de baño. De igual manera, se realizó un experimento para medir el gasto de agua,

el tiempo en la ducha y las veces que se descarga el WC a 25 personas, esto para saber si existía alguna tendencia respecto a las edades.

A su vez, se realizaron entrevistas en línea y junto con toda la demás información recabada se crearon los mapas de ruta correspondientes, los personajes, escenarios y mapas AEIOU para el entendimiento más completo de la situación.

Con base en lo anterior, se realizó una lista de necesidades de los usuarios y clientes jerarquizándolas.

Se retomaron los mapas de ruta para conocer la existencia de oportunidades de innovación dependiendo del caso de estudio (ducha o WC). Gracias a esto se realizó una tabla con oportunidades de innovación identificadas.

Para concluir este ciclo, se seleccionaron las alternativas más completas y se fusionó en una sola, dando como resultado la propuesta final de innovación.

## **Ciclo 3**

### **Introducción**

En los dos ciclos pasados se obtuvo la información necesaria para conocer al usuario, el contexto en que vive y se definió el usuario objetivo. A partir de lo anterior se hizo hincapié en la experiencia que viven las personas cuando utilizan el WC y la ducha, y se generaron opciones de experiencias diferentes a la actual para mejorarla.

En este último ciclo, se incluirán las especificaciones del producto, las alternativas para el mismo; se evaluarán las opciones y se seleccionarán. Se realizarán, también, prototipos de pruebas de concepto a reservas de la situación que se vivió a partir de marzo 2020 debido a la pandemia COVID 2019.

De igual manera, se incluirán secciones con relación a los costos del producto y elementos del CANVAS; además, se realizará una estimación del ciclo de vida del producto y su impacto ambiental.

### **Especificaciones del producto**

En el Ciclo II se incluyeron las necesidades de los usuarios, además de ligar cada una al nivel de importancia. Se retomará la tabla 5.15 y se incluirán las métricas ligadas a las necesidades.

A partir de las encuestas y entrevistas realizadas en los Ciclos I y II, se generaron los requerimientos y las especificaciones objetivo. Los primeros involucran necesidades vistas en la Tabla 5.18, mientras que las segundas son las métricas con un valor y una tolerancia, además del primer planteamiento para comenzar el diseño del producto ahorrador de agua. Se tomaron en cuenta los productos encontrados en el mercado y los innovadores no comerciales para la generación de éstos.

<b>Número</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Importancia</b>
1	Ahorro del agua de la regadera	5
2	Ahorro del agua del WC	4
3	Espacio reducido	3
4	Costo del producto	5
5	Almacenamiento de agua	5
6	Fácil instalación	3
7	Permite ajuste de temperatura	3
8	Ajuste para variedad de cuartos de baño	3
9	Agradable a la vista	4
10	El agua no se contamina el agua a la vista	3
11	El agua no tiene un olor desagradable	5
12	Permite fácil reposición de piezas desgastadas	3
13	Fácil mantenimiento	4
14	Capacidad de uso para todas las personas	3
15	Larga vida útil	4

Tabla 5.18. Necesidades.

# métrica	Núm. de necesidad	Requerimientos	Métrica	Importancia	Unidades
1	1,2	El producto tendrá un ahorro respecto al consumo actual de cada vivienda.	Cantidad de agua utilizada	5	[l]
2	8,3	El producto se instalará fácilmente.	Medidas de diseño	3	[m]
3	4,12	El producto se limpiará con facilidad.	Costo unitario de manufactura	5	US\$, MXN
4	5	El producto tendrá una larga vida útil.	Medidas de contenedor	5	[m]
5	7	El producto contará con una operación amigable.	Temperatura	3	[°C]
6	9	El producto será agradable a la vista de los usuarios.	Inspira gusto	4	Subj.
7	10,11	El producto tendrá la capacidad de adaptación al espacio en específico.	Tiempo de almacenamiento	3	[hr]
8	11,13	El producto tendrá un ahorro respecto al consumo actual de cada vivienda.	Tiempo de desensamble para mantenimiento	4	[s]
9	6, 12, 13,14	El producto se instalará fácilmente.	Tiempo de ensamble	5	[s]
10	13	El producto se limpiará con facilidad.	Tiempo de respuesta	4	[s]
11	15	El producto tendrá una larga vida útil.	Vida útil de elementos	4	[años]

Tabla 5.19. Requerimientos y métricas.

		Métrica										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Necesidad		Cantidad de agua utilizada	Medidas de diseño	Costo unitario de manufactura	Medidas de contenedor	Temperatura	Inspira gusto	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de desensamble para mantenimiento	Tiempo de ensamble	Tiempo de respuesta	Vida útil de elementos
1	Ahorro del agua de la regadera	●										
2	Ahorro del agua del WC	●										
3	Espacio reducido		●									
4	Costo del producto			●								
5	Almacenamiento de agua				●							
6	Fácil instalación									●		
7	Permite ajuste de temperatura					●						
8	Ajuste para variedad de cuartos de baño		●									
9	Agradable a la vista						●					
10	El agua no se contamina el agua a la vista							●				
11	El agua no tiene un olor desagradable							●	●			
12	Permite fácil reposición de piezas desgastadas			●						●		
13	Fácil mantenimiento								●	●	●	
14	Capacidad de uso para todas las personas									●		
15	Larga vida útil											●

Tabla 5.20. Matriz de necesidades y métricas

La Tabla 5.20 sirve para conocer las propiedades del producto que se podrán observar o analizar directamente, de igual manera se puede observar directamente que para cada necesidad corresponde al menos una métrica.

## Alternativas de producto

Para comenzar con el diseño del producto ahorrador de agua, se planteó una caja negra, siendo ésta un diagrama con las entradas y salidas esperadas dentro del sistema. En la figura 5.15 se incluye la simbología para entenderla.

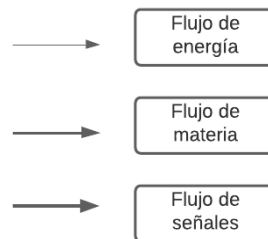


Figura 5.15. Simbología de caja negra

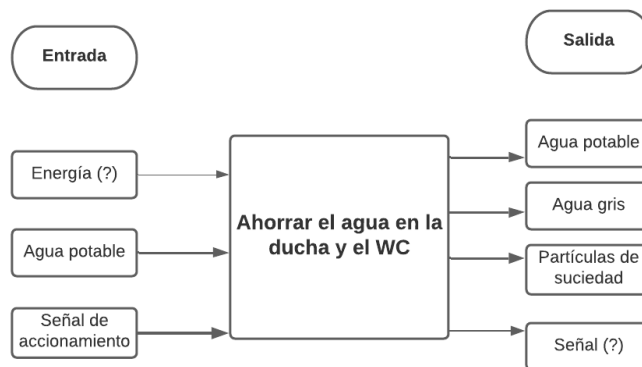


Figura 5.16. Caja negra del producto.

A partir de la Figura 5.16 se desglosaron las funciones que tendría que cumplir el sistema a desarrollar, y se dividieron en la función global, funciones primarias y secundarias.



## Diagrama funcional

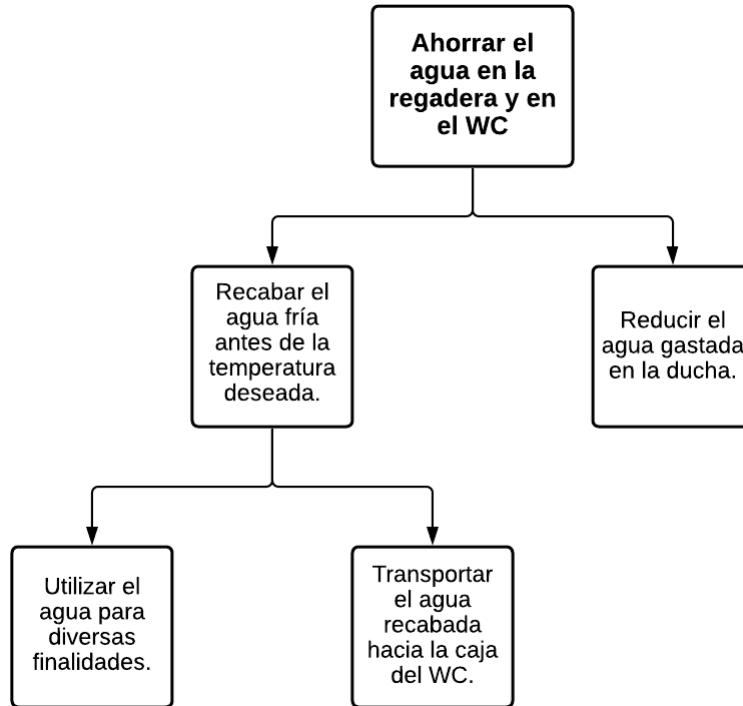


Figura 5.17. Árbol de funciones

A partir de las funciones que se tienen en la Figura 5.17. se generaron opciones de solución para cada una, posteriormente se realizó una matriz de selección con base en criterios específicos para obtener el mejor producto.

Etiqueta	Funciones	Alternativas		
		1	2	3
<b>A</b>	Recabar el agua fría antes de la temperatura deseada.	Con tubo y contendor acoplado al cabezal.	Con contendor sin acoplarlo al cabezal.	Con infraestructura previa a la pared que evite que salga agua a la temperatura inadecuada.
<b>B</b>	Reducir el agua gastada en la ducha	Disminución de área de salida del cabezal.	Varias capas de disminución del área de salida.	Con regadera manual que abarque un área amplia
<b>C</b>	Transportar el agua recabada hacia la caja del WC.	Manualmente.	Con bomba eléctrica.	Con bomba mecánica.
<b>D</b>	Utilizar el agua para diversas finalidades.	Válvula para la utilización del agua.	Contenedores desmontables.	

Tabla 5.21. Carta morfológica de diseño

Para ver de manera gráfica y desglosada las funciones con sus opciones de solución, se incluye en la Figura 5.18 un diagrama de árbol con el problema principal a la izquierda y los problemas primarios y secundarios con sus soluciones. Todas éstas se consideran relevantes y con posibilidades de éxito.

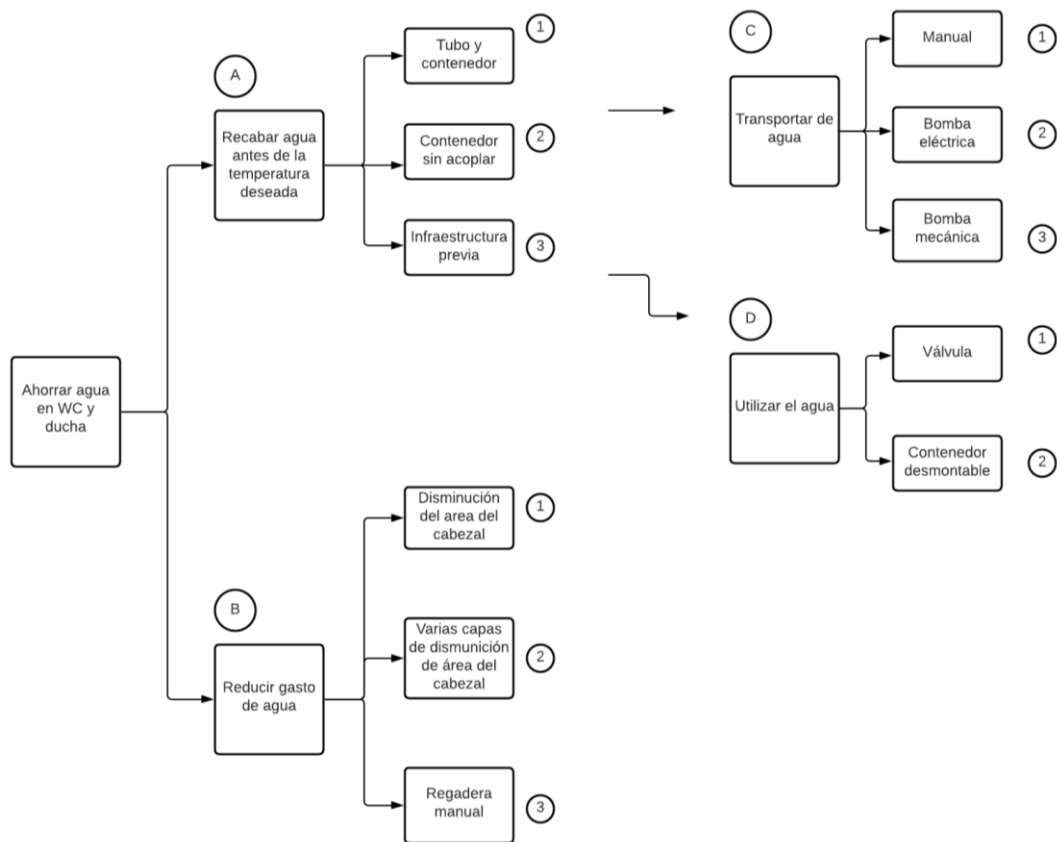


Figura 5.18. Diagrama de árbol.

Para conocer las diversas soluciones se plantearon una serie de combinaciones de las alternativas. El número total de soluciones posibles es de 54, sin embargo, se seleccionaron las más viables para evaluarlas posteriormente en la Tabla 5.22.

Número	Combinación
1	A2 B1 C1 D2
2	A2 B3 C3 D1
3	A1 B2 B3 C3 D1
4	A1 B1 C3 D1
5	A3 B1 B3 C2 D2

Tabla 5.22. Combinaciones

## Evaluación y selección

Conociendo las combinaciones de la Tabla 5.22, se utilizó una matriz de comparación por pares, la cual tiene como función conocer el peso que tiene cada criterio en el diseño y qué tan importante es. En la Tabla 5.23 se incluyen los criterios seleccionados.

Etiqueta	Criterio
A	Es necesario el cambio estructural del baño
B	La instalación la tiene que hacer un técnico
C	Posibilidad de desensamble
D	Facilidad de operación
E	Limpieza sencilla
F	Utilización de energía eléctrica
G	Capacidad de adaptación al espacio

Tabla 5.23. Criterios.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Factor
A		0	0	0	0	0	0	0	0
B	1		0	0	0	1	1	3	0.1429
C	1	1		0	1	1	0	4	0.1905
D	1	1	1		1	1	1	6	0.2857
E	1	1	0	0		1	1	4	0.1905
F	1	0	0	0	0		0	1	0.0476
G	1	0	1	0	0	1		3	0.1429
								21	1

Tabla 5.24. Matriz de comparación por pares.

Como se puede observar en la Tabla 5.24, el criterio A no tuvo peso alguno para la selección del producto, sin embargo, el criterio que tuvo el mayor factor fue la facilidad de operación, seguido por la posibilidad de desensamble y la posibilidad de limpieza sencilla.

Con base en los factores calculados en la Tabla 5.24. y para la evaluación de los conceptos, se realizó una matriz de selección utilizando una escala de 5, para darle la ponderación adecuada a cada calificación dependiendo del criterio a evaluar.

<b>Escala de 5 puntos</b>	
0	Inadecuado
1	Malo
2	Satisfactorio
3	Bueno
4	Excelente

Tabla 5.25. Escala de 5 puntos.

Criterios de selección	Factor	Número de combinación											
		1		2		3		4		5			
		Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos		
Es necesario el cambio estructural del baño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
La instalación la tiene que hacer un técnico	0.143	0	0	3	0.4286	4	0.5714	4	0.571	4	0.5714	4	0.5714
Posibilidad de desensamble	0.190	4	0.7619	3	0.5714	4	0.7619	4	0.762	0	0	0	0
Facilidad de operación	0.286	4	1.1429	4	1.1429	3	0.8571	3	0.857	3	0.8571	3	0.8571
Limpieza sencilla	0.190	4	0.7619	4	0.7619	4	0.7619	4	0.762	0	0	0	0
Utilización de energía eléctrica	0.048	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.1905	4	0.1905
Capacidad de adaptación al espacio	0.143	4	0.5714	4	0.5714	4	0.5714	4	0.571	4	0.5714	4	0.5714
			3.2381		3.4762		3.5238		3.524		2.1905		

Tabla 5.26. Selección de concepto.

Como se puede observar en la Tabla 5.26, los puntajes más altos fueron los de las combinaciones 3 y 4. Así, se seleccionó la solución 3 porque resultó más íntegra en cuanto a la función de “Reducir el agua gastada en la ducha”.

Por tanto, se tiene como solución:

- Un tubo y contendor acoplado al cabezal.
- Un cabezal con varias capas de disminución del área y una regadera manual.
- Una bomba mecánica
- Una válvula para la utilización del agua.

La experiencia con el producto mejoraría respecto a la actual (ver figura 5.13), ya que en el pre-proceso no se desperdiciaría agua y las percepciones tenderían a ser más positivas, de igual manera en el proceso de la ducha, el tiempo sería menor debido a la sensación creada debido a la presión alta del agua.

### **Modelo CAD**

Para el diseño en computadora del modelo, se utilizó el software Inventor y se incluye a continuación en la Figura 5.19

El modelo cuenta con un contenedor, tres válvulas que desvían el agua ya sea hacia el contenedor, el cabezal de la regadera, la regadera manual y una salida para disponer del agua; un tubo que conecta con el contenedor, un tubo que conecta con el cabezal, otro que conecta con la regadera manual y uno último que conecta con el WC, una bomba mecánica, un soporte y 10 cople para las tuberías.

Respecto al contenedor, el tiempo promedio en que se calienta el agua de la ducha de los entrevistados en el Ciclo II fue de 60 segundos y la media de las personas que viven en una misma casa habitación es de 4 personas. Con la información anterior y la media de gasto de agua dentro de la Tabla 5.12 la cantidad de agua promedio gastada al momento de esperar el agua a la temperatura es de 17.7 litros.

De igual manera, el promedio de agua gastada por descarga en el WC es de 4.8 litros (ver tabla 5.12.). Por lo tanto, se podría ocupar esa agua 3.6 veces en el WC.

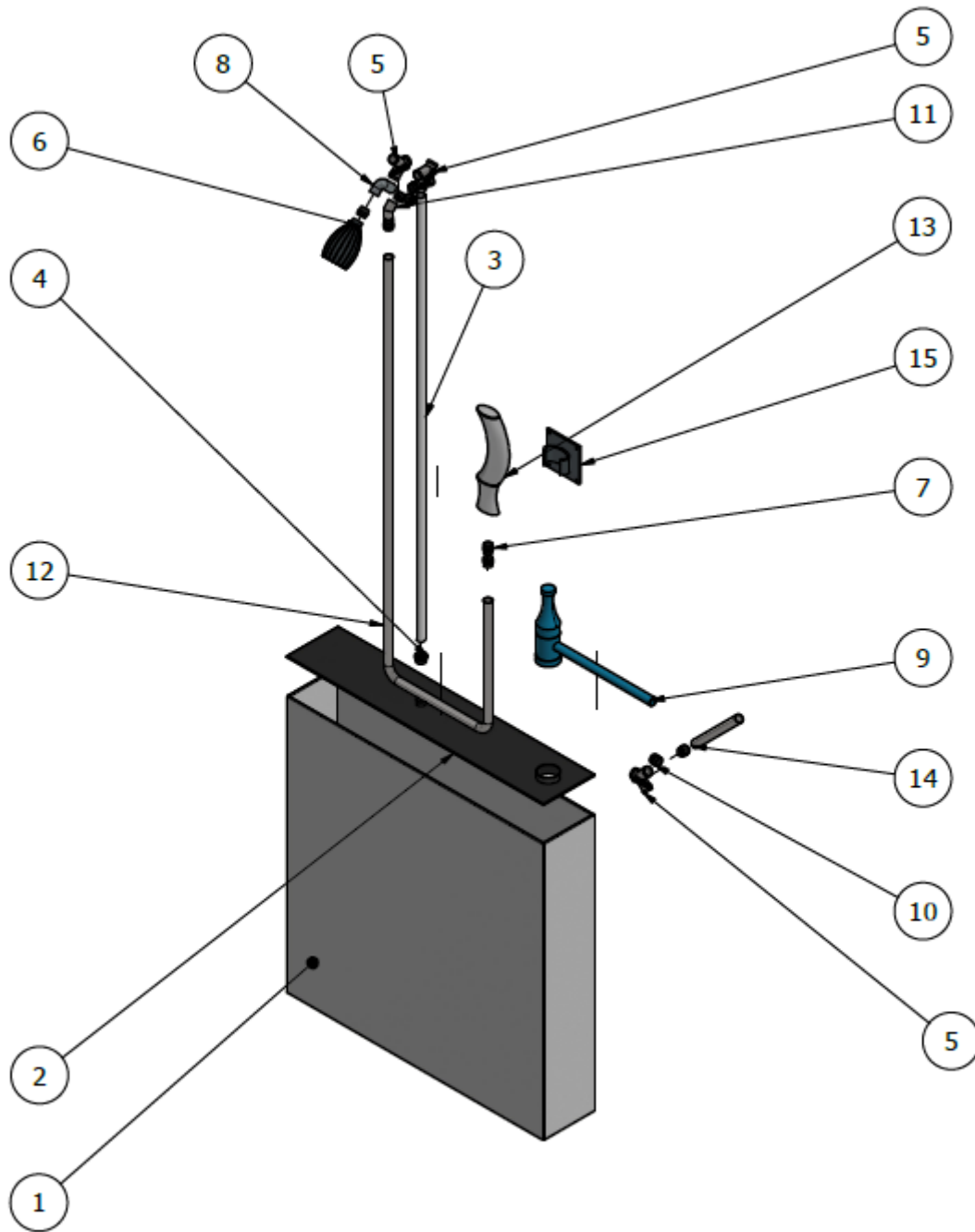


Figura 5.19. Modelo CAD.

Para conocer los elementos del diseño de la Figura 5.19 se incluyen a continuación las figuras necesarias para su mejor entendimiento.

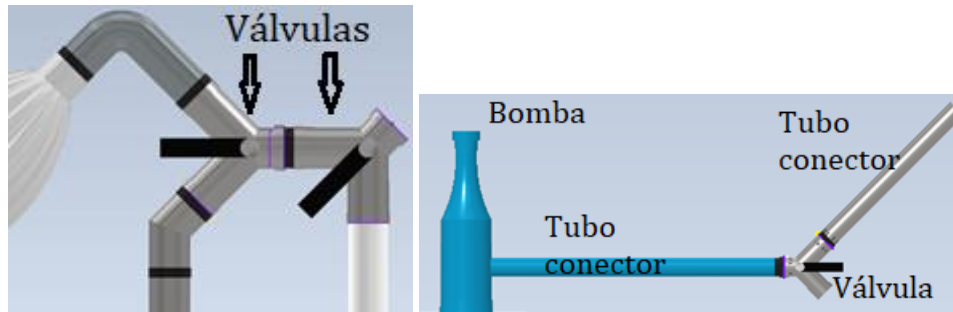


Figura 5.21. Válvulas de cambio de función.

En la Figura 5.21 se pueden observar las dos válvulas necesarias en el diseño para cambiar de función. La primera, del lado derecho, realiza la función de iniciar el llenado del contenedor mientras el agua llega a la temperatura deseada y hace un cambio para la salida de la misma hacia la regadera manual o el cabezal de la regadera. La segunda válvula, del lado izquierdo, corresponde al cambio entre la regadera manual y el cabezal.



Figura 5.22. Regadera manual y soporte.

En la Figura 5.22 se puede observar la regadera manual con su soporte. La primera se conecta por medio de un cople con la manguera. Cuenta con medidas de 26.5 cm de largo y la zona para sostenerla es de 7.7 cm.



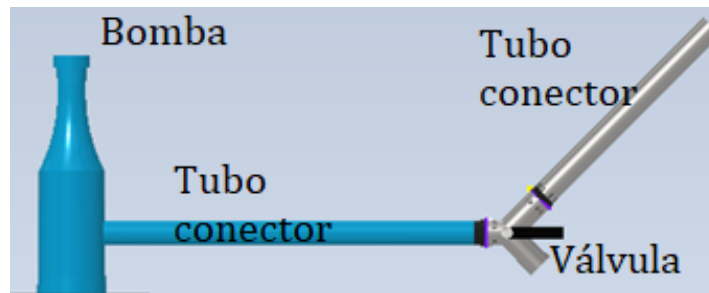


Figura 5.23. Bomba, válvula y conector a caja de WC.

En la figura 5.23 se puede observar la bomba de agua conectada a una válvula dispensadora de agua y al tubo conector de la caja del WC.

Se utilizarán mangueras estandarizadas de PVC flexible de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, teniendo un diámetro interior de 19.05 mm y un diámetro exterior de 25.05 mm. De igual manera, los coples y válvulas coincidirán con esas medidas.

Es importante recalcar que existirá la posibilidad de conectar directamente el tubo de la Figura 5.23 con la tubería que alimenta el WC de la red de agua, o en su defecto, realizando un pequeño agujero en la caja del WC de las medidas pertinentes y sellando con silicón. De esta manera el funcionamiento resultaría más sencillo.

### Características especiales de componentes

El diseño del cabezal de la regadera se realizó con el objetivo de aumentar la velocidad de salida del agua.

Para esto se utilizó la información sobre el gasto promedio de la Tabla 5.12 y la fórmula del gasto.

$$Q = v * A \dots \dots \dots (2)$$

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5$$

Además de datos provenientes del software Inventor usado para el modelado sólido del cabezal, para el cálculo de las áreas de interés.

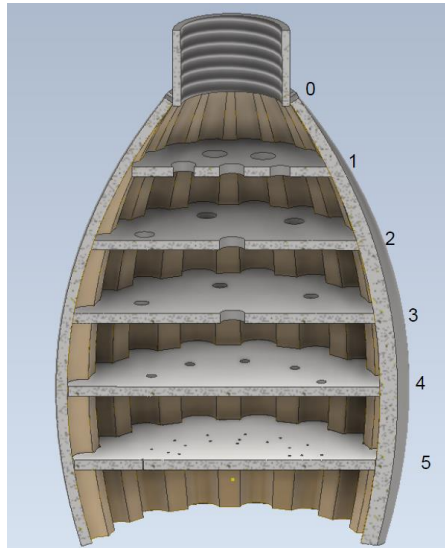


Figura 5.24. Reducciones de área para el cabezal.

Reducción	diámetro [m]	#círculos	Area [m2]	Velocidad [m/s]	Q[m3/s]
0	0.02	1	0.00031416	0.23	7.38E-05
1	5.00E-03	7	0.00013744	0.54	7.38E-05
2	0.004	7	8.7965E-05	0.84	7.38E-05
3	0.003	7	4.948E-05	1.49	7.38E-05
4	0.002	10	3.1416E-05	2.35	7.38E-05
5	0.0005	35	6.8722E-06	<b>10.74</b>	7.38E-05

Tabla 5.27. Cálculo de la velocidad.

Como se puede observar en la Tabla 5.28 se cumple el objetivo del aumento de la velocidad de salida respecto a la de entrada del agua. Lo anterior se logró disminuyendo el área por la que pasa el agua en cada etapa de reducción.

Esto significa que se generará una sensación de enjuague en superficies mayores del cuerpo y debido a esto se podrá disminuir el tiempo de ducha.

### **Estimación de costos**

El diseño al que se llegó es un concepto, e idealmente se modificarán algunos acabados en cuanto a ergonomía; sin embargo, para estimar los costos aproximados se utilizarán los

materiales más comunes en el mercado y se harán algunas aproximaciones para determinar el precio de cada uno de los componentes. Asimismo, se utilizó la paridad de \$24.23 por cada euro.

<b>Componente</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Contenedor y tapa 	\$295	1	\$295
Tubo 1 (1 m aprox.) 	\$80.44	1	\$80.44
Tubo 2 (1 m aprox.) 	\$138	1	\$138
Tubo 3, 4, 5 (10 cm aprox.) Válvula de tres vías 	\$42.40	3	\$127.2
Bomba de agua 	\$37.55	3	\$112.65
Coples 	\$80	1	\$80
Regadera manual y soporte 	\$22	10	\$220
Cabezal de regadera 	\$312.32	1	\$312.32
			<b>\$1529.16</b>

Tabla 5.28. Estimación de costos.

Para fines prácticos y del alcance del presente proyecto, se utilizará un costo unitario de \$2,000 M.N., debido a que al precio de \$1,529.16 se le agregó el 30% correspondiente a gastos indirectos.

Aunado al costo por componente del diseño completo, se tienen que considerar los costos de manufactura y ensamble, costos ingenieriles, las ganancias, el embalaje, su transporte, etc. (además, gastos administrativos). La solución a futuro tendrá que considerar lo anterior para plantear un costo real.

### **Validación con usuarios**

Debido a la pandemia que atravesamos, no fue posible tener entrevistas frente a frente con los usuarios, sin embargo, se ejecutó una encuesta en la cual se incluyó el modelo CAD, su explicación y algunas preguntas para conocer la opinión de los potenciales usuarios.

Se realizaron 11 preguntas y se obtuvieron 85 respuestas.

- El WC del 85.9% de los encuestados se encuentra al lado de su regadera.
- El WC del 41.5% de los encuestados se encuentra del lado izquierdo, 42.7% del lado derecho y el porcentaje restante en frente.
- El 81.8% de las personas que no cuentan con su baño al lado de la regadera, estarían dispuestos a la implementación de tuberías externas para la conexión con la caja del WC.
- El 65.9% de las personas preferiría una bomba eléctrica en vez de la bomba manual planteada.
- El 76.5% considera que el color blanco perteneciente al plástico del contenedor es adecuado.
- El 23.5% considera que los colores del contenedor tienen que ser variados o que combinen con el cuarto de baño.
- El 70.6% de los encuestados considera que no sería incómodo la utilización de válvulas para cambiar de función en el sistema ahorrador de agua.

- El 81.2% de los encuestados utilizaría la regadera manual sabiendo que enjuagaría las partes del cuerpo en menor tiempo.
- El 87.1% de los encuestados considera que la válvula para la utilización del agua para otros fines es adecuada.
- El 54.8% de los encuestados considera que el tamaño del contenedor es adecuado, el 40.5% quisiera que fuera más pequeño y el 4.8% que fuera más grande.
- Proponiendo un precio aproximado de \$2,000 M.N., el 88.2% de los encuestados adquirirían el producto, considerando todos sus beneficios.

Es importante recalcar que no se obtuvieron datos para esta encuesta sobre el nivel socioeconómico de los encuestados, y hay posibilidades de que algunos resultados se vean modificados debido a ese motivo.

### **Elementos de CANVAS**

El modelo CANVAS de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur proveniente de su libro “Generación de Modelos de Negocio”<sup>56</sup>, es una herramienta para analizar y crear modelos de negocio, todo de forma simplificada y visual. Se incluye en la figura 5.25 elementos del mismo para el producto de esta tesis.

---

<sup>56</sup> Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2009) “Generación de modelos de negocio”.



Figura 5.25. Elementos de CANVAS.

Para el desarrollo del modelo CANVAS aplicado al presente proyecto se tomó como base los habitantes de la ZMVM que cuenten con niveles socioeconómicos D+ y superiores, además de que carezcan de agua. Respecto a la propuesta de valor, se incluyen las características principales y las facilidades que ofrecería el producto. Con relación a los socios, actividades y recursos clave se consideró la materia prima, los detalles del desarrollo y los elementos de marketing y posibles ventas.

### Estimación de impactos ambientales relacionados con sustentabilidad.

Todo producto genera residuos, sin embargo, para el desarrollo de esta tesis, se buscó reducir el impacto ambiental, investigando los materiales a utilizar, disminuir la energía, huella de carbono y ser, en general, más amigables con el medio ambiente.

Para conocer el impacto ambiental del producto y su huella de carbono, se utilizó el software de *Sustainable Minds* para realizar un análisis de ciclo de vida (LCA). Se ejecutó una evaluación de los datos a partir del ensamble en el software Inventor, tomando como base la

masa de cada elemento, el material y la disposición final de los mismos. De la misma forma, se utilizó un año como unidad funcional y se seleccionó 10 años para el uso del producto.

Para comenzar con este análisis se tomó como base la tabla 5.27 de los materiales y en cuanto a disposición final, todos éstos tendrían lugar en un centro de reciclaje.

Como resultado de lo anterior, se obtuvieron los impactos por categoría mostrados en las figuras 5.26, 5.27, 5.28 y 5.29.

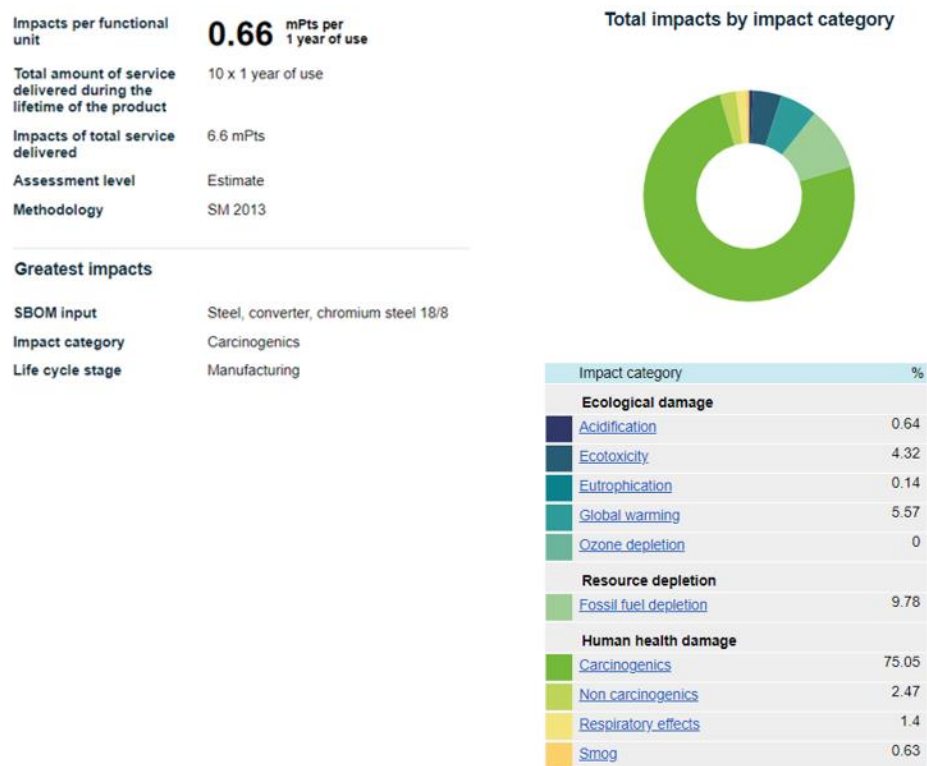


Figura 5.26. Primera iteración de impactos.

Como se puede observar en la figura 5.26, se tienen impactos por unidad funcional de 0.66 mPts por año de uso. Los impactos totales en milipuntos (mPts) del sistema de producto por etapa del ciclo de vida, ayudan a identificar y comparar las etapas del ciclo de vida con puntajes altos y apuntar a ellas para mejorar el desempeño ambiental general de su concepto de producto. Se muestra que el 75.05% de esos impactos pertenecen a la categoría de Daños

a la salud humana, específicamente a los cancerígenos. El impacto proviene de la etapa de manufactura del acero cromado ya que se generan diversos químicos cancerígenos.

Debido a lo anterior, se optó por analizar el producto cambiando ahora todas las piezas de acero por aluminio. Éste cumple con las características de no oxidación necesarias.

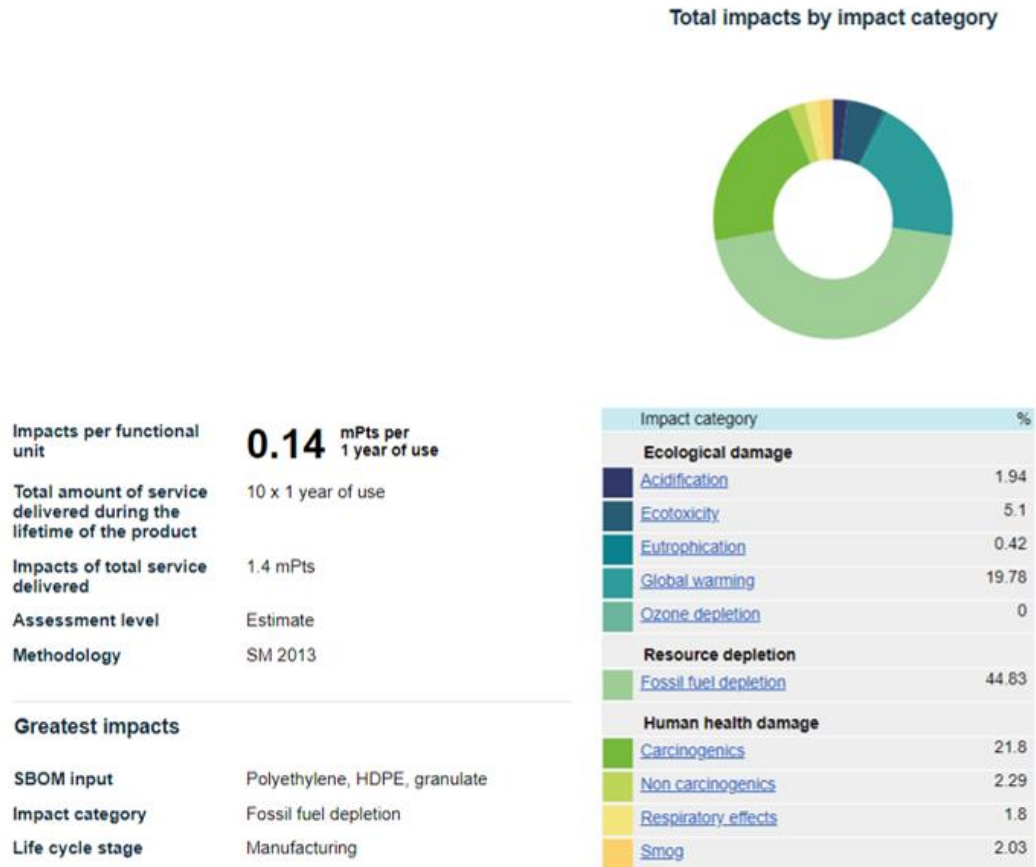


Figura 5.27. Segunda iteración de impactos.

Como se puede observar en la figura 5.27, los impactos por unidad funcional disminuyeron un 78.78% respecto a los de la figura 5.26. Si se observan los impactos por categoría, el que pondera es el agotamiento de combustibles fósiles con un 44.83% del total, causado por el Polietileno de alta densidad utilizado (HDPE) durante su manufactura.

Se decidió realizar una tercera iteración del análisis del ciclo de vida del producto, cambiando el HDPE por PVC y manteniendo los demás materiales iguales.



Total impacts by impact category

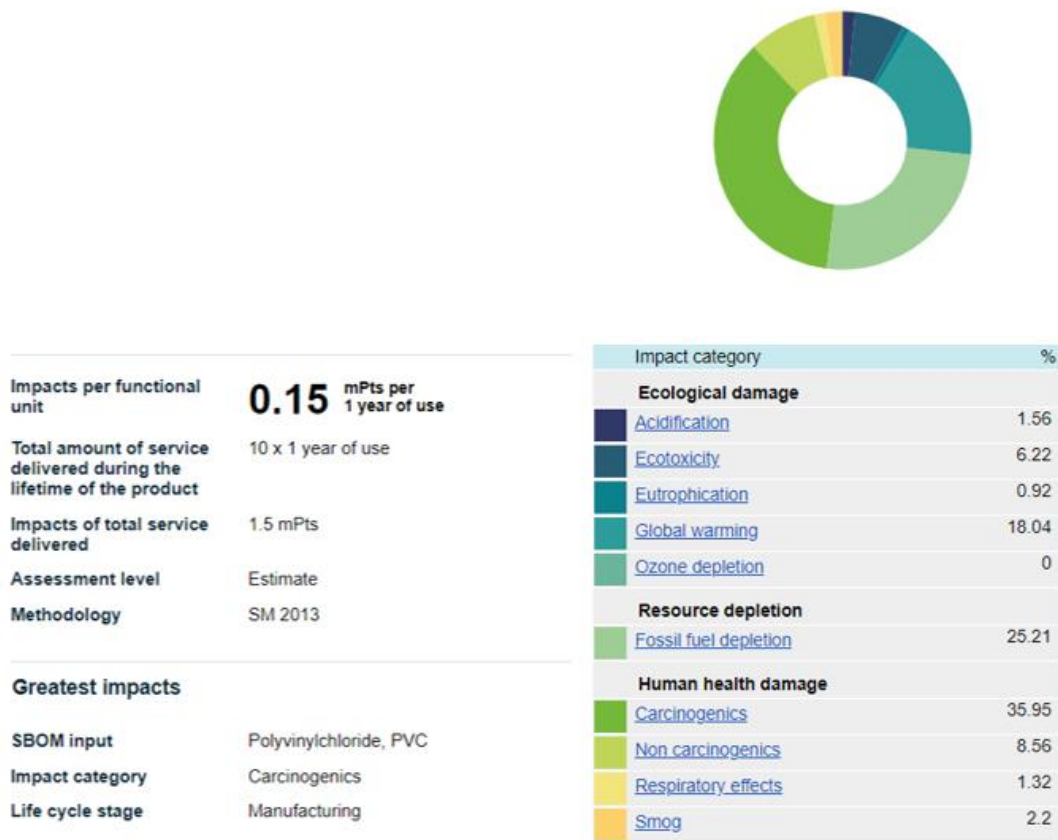


Figura 5.28. Tercera iteración de impactos.

Como se observa en la figura 5.28, el impacto por unidad funcional aumenta 0.01 respecto a la segunda iteración y los impactos más grandes son de nuevo en la categoría de Daños a la salud humana con los cancerígenos producidos durante la manufactura del PVC.

Se decidió continuar el análisis de la segunda iteración y mantener como referencia la primera y se procedió a la comparación de la huella de carbono de cada una.

Impacts by life cycle stage: Carbon footprint [CO<sub>2</sub> eq. kg/func unit]

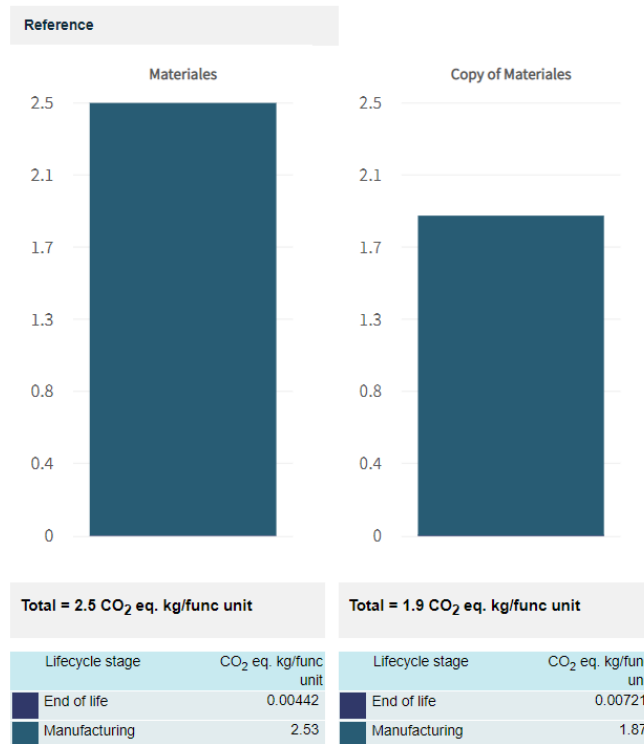


Figura 5.29. Huella de carbono de la primera y segunda iteración.

Se observa en la figura 5.29 la huella de carbono en kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub> eq. Kgs) del producto por etapa del ciclo de vida: fabricación, uso, fin de vida útil y transporte. La utilización de aluminio en vez de acero cromado involucra menores impactos respecto a la huella de carbono, siendo de 1.9 kg de CO<sub>2</sub> entre la unidad funcional obtenida con anterioridad.

Si se compara con la primera iteración, se reduce un 24% el total. En el caso de la barra de la derecha de la Figura 5.29 perteneciente a la segunda operación, el mayor porcentaje de carbono emitido es durante la manufactura del producto.

Analizando las categorías de impacto de cada iteración realizada, se optó por la segunda, ya que se tiene un 79% de mejora respecto a la primera iteración.

Respecto al agotamiento de combustibles fósiles se puede optar por fábricas que utilicen otras fuentes de energías más amigables con el medio ambiente. De igual manera, para reducir los químicos cancerígenos se propone mejorar la manufactura de los plásticos y aplicar distintas metodologías para su procesamiento.

Se decidió realizar una última iteración, debido a que los elementos metálicos del cuarto de baño que tienen una composición de hierro fundido cromado presentan ciertas ventajas tales como fácil limpieza, versatilidad de acabado y larga vida útil. Partiendo de la información anterior, se introdujo ese material para la regadera manual, el cabezal de la regadera y el soporte del mismo. Se obtuvieron los siguientes resultados.

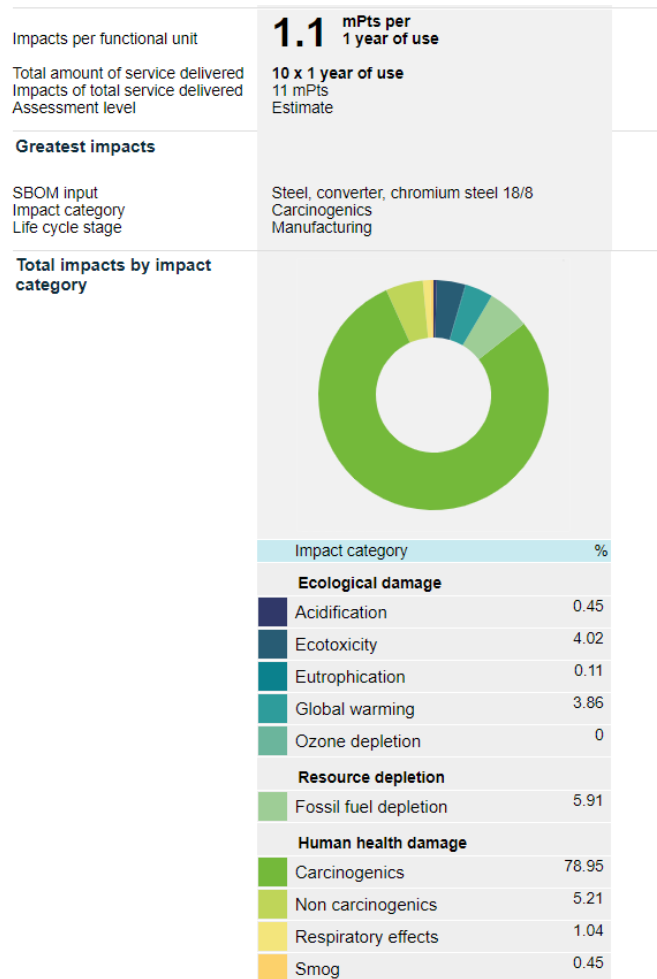


Figura 5.30. Huella de carbono con piezas de hierro fundido.

Como se puede observar en la figura 5.30, se tienen impactos por unidad funcional de 1.1, siendo los más altos dentro de las iteraciones realizadas. Sería recomendable entonces, considerar el cambio de material por aluminio o plástico ABS.

### **Hallazgos y aprendizajes**

A partir de la tabla 5.20 se conocieron las características deseadas del producto, las especificaciones y a éstas se les relacionó con una métrica.

Al realizar una combinación de las alternativas a las funciones se evaluaron y se conoció la más viable. A partir de eso se probaron varias opciones y éstas fueron prototipos de pruebas de concepto. Se realizó el modelo CAD y la explicación de cada uno de sus elementos.

Se hizo el cálculo de la velocidad de salida del agua en el cabezal utilizando el flujo volumétrico, y se comprobó que el diseño realizado aumenta la velocidad del agua.

Se realizó una estimación de costos de la materia prima y se utilizó un costo unitario de \$2,000 mxm, considerando un aumento de 30% debido a los gastos indirectos. Sin embargo no se consideraron los costos administrativos. Para la implementación y venta a futuro será necesario el análisis financiero íntegro.

Gracias a la validación del producto con usuarios se conoció su opinión respecto al producto y se considerará la opción de tener una gama de colores para el contenedor y así cumplir con las preferencias de los potenciales clientes. Además, se planteará la opción de la utilización de una bomba eléctrica para transportar el agua a la caja del WC. Se obtuvo que el 88.2% de los encuestados sí adquirirían el producto.

Se generó el CANVAS para crear y analizar el modelo de negocio del producto diseñado.

A partir del análisis del ciclo de vida y los impactos generados por los materiales, se cambiarán las piezas de acero inoxidable por aluminio, ya que genera un menor impacto y cumple con las características deseadas de no oxidación. Sin embargo, se consideró también el uso de fundición de hierro cromado por las ventajas que presenta.

## Comentarios finales

Desde 1950, en México ha decrecido la cantidad de agua renovable por habitante al año y oficialmente, el 92% de la población tiene acceso al servicio público de agua potable.<sup>57</sup> Es necesario encontrar una solución, ya que una persona consume un promedio de 307 litros de agua al día, lo que representa 200% más de lo recomendado, que son 96 litros. Este proyecto busca, además de atacar en parte el desperdicio de agua, crear conciencia social y promover el ahorro de agua.

La presente tesis es un ejemplo de aplicación de la metodología de diseño, iniciando desde el conocimiento del contexto, del usuario, su experiencia y la posible solución. Se implementaron herramientas tales como tablas comparativas, mapas de ruta del usuario, la creación de personajes y escenarios, mapas AEIOU, que ayudan a interpretar las observaciones recabadas, alternativas de experiencia, métricas relacionadas a los requerimientos, matrices de necesidades y métricas, caja negra del producto, diagrama funcional, carta morfológica del diseño, diagrama de árbol, matriz de comparación por pares, matriz de selección de concepto y elementos de CANVAS.

Es cierto que este fue un trabajo teórico, pero como se puede ver a lo largo del estudio, están los elementos para llevarlo a la práctica. De hecho, con el diseño propuesto en esta tesis, se sientan las bases para realizar una última iteración e implementarla en CASA UNAM o para la venta en el mercado. Se tienen todos los elementos para desarrollarla de manera puntual, los impactos ambientales que generaría, el número potencial de viviendas que la necesitarían y el planteamiento del modelo de negocios. Además, existe la posibilidad de extender el trabajo a diversos lugares del mundo que tengan el mismo problema de falta de agua y así utilizar de manera analógica lo aplicado en esta tesis.

Una parte que también fue clave para el estudio fue la revisión de patentes sobre productos ahorradores de agua. Se examinaron más de 1,000, tanto en México como en Estados Unidos y Europa. Fue sorprendente ver cómo hay algunas ideas que suenan simples, pero poco

---

<sup>57</sup> Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2017) *Visión General del agua en México*.

cercanas a la realidad, por ejemplo, utilizar una cubera con un paraguas al revés, hasta otras muy sofisticadas pero que podrían ser difíciles de costear para mucha gente en el Valle de México, como mecanismos automatizados. Así que, a partir de la revisión de las distintas propuestas, se escogieron las que cumplían con las mejores características y a partir de ellas se comenzó el diseño para resolver el problema inicial de manera óptima e íntegra.

Existen muchos lugares en la Zona Metropolitana del Valle de México que sufren de cortes de agua constantes, lo cual ha hecho que mucha gente adquiera más de un tinaco o construya cisternas para no quedarse completamente sin agua.

Además del interés por aplicar todos los conocimientos de la carrera de Ingeniería, una motivación detrás de este proyecto fue hacer algo que tuviera una aplicación concreta, es decir, que tuviera un beneficio social.

## Conclusiones

Durante el tiempo dedicado a este proyecto se logró encontrar una solución conceptual para el evitar el desperdicio de agua en el cuarto de baño para las viviendas de la Zona Metropolitana del Valle de México, un área donde viven millones de personas, la mayoría de ellas de nivel socioeconómicos bajo y medio.

Conforme se avanzó en el trabajo, se tuvo que replantear el problema con el que se inició en la fase I. Consolidar todo en una sola idea se volvió más complicado de lo que se esperaba, por una razón principal: no es sencillo mantener las características ingenieriles de un producto para ahorrar el agua y al mismo tiempo hacer una interfaz que sea fácil de usar y relativamente barata para el usuario. Por ejemplo, un producto como el planteado en el presente estudio, implica un mecanismo para el cambio de dirección de agua, para lo cual se requieren válvulas, las cuales deben tener mecanismos manuales, pues de lo contrario -es decir, que sean automatizadas- se subiría el costo para las personas, y uno de los propósitos es que sea un artículo que beneficie a la mayor cantidad de gente, es decir, incluidas las personas con un ingreso relativamente bajo.

Para desarrollar el trabajo se tomaron como base las encuestas realizadas a potenciales usuarios y algunos de los datos numéricos, como la cantidad de agua utilizada recomendada por persona al día. Se tomó en consideración el contexto actual del agua en la zona de interés, el nivel socioeconómico y el porcentaje existente de personas con falta de agua, además del número de viviendas a las que se esperaría llegar, que ascendieron a 547, 971.

Debido a la pandemia de COVID-19, no se pudo realizar el prototipado del diseño al que se llegó en el proyecto, sin embargo, se incluyó el modelo CAD y por cuestiones de confidencialidad se omiten los planos del mismo y los detalles del diseño.

## Referencias

- Aliexpress. (2020) “Conector de agua, cabezal para ducha, conector de manguera, grifería de ducha, manguera de acero”. Recuperado de: <https://es.aliexpress.com/>
- AMAI. (2018) “Delimitación de Zonas Metropolitanas”. Recuperado de: <https://nse.amai.org/delimitacion-metro/>
- Asamblea General. (2010) “Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2010”. Recuperado el 10/07/21 de: [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S)
- Banco Mundial, BM (2018) “Towards a water security assessment in Latin America and Caribbean”. Recuperado de: <https://blogs.worldbank.org/water/towards-water-security-assessment-latin-america-and-caribbean>
- Belzona Inc. (2010) “Tratamientos de aguas residuales”. P. 1, 5 Recuperado de: [https://www.belzona.com/es/solution\\_maps/wastewater/money\\_map.pdf](https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf)
- Carlos, J., Castillo, S., Galván, M., Mazariegos, N., Romo, Itan. (2020) “Ahorro de agua, Drops”.
- Centro de Diseño Mecánico e Innovación tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería. (2020) “Disponibilidad y calidad del servicio de agua en CDMC y Área Metropolitana”. P. 1, 15,17,18, 22, 23,26,30,34-36.
- Comisión Nacional del Agua. (2015) “Atlas del Agua en México 2015”. P.26 Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2017) “Estadísticas del Agua en México”. P. 36, 190 Recuperado de: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)



- Comisión Nacional del Agua (2018). *“Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación”*. México. P. 5-7,12, 73-74,81,83,87,116,117,218,240. Recuperado de:  
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGPDS-2-19.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (2007) *“Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”* P. 10, 11, 12, 13. Recuperado de:  
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Gobierno de México. (2019) *“¿Sabes cuánta agua consumes?”*. Recuperado de:  
<https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabes-cuanta-agua-consumes>
- Comisión Nacional del agua. (2016) *“Situación del subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, edición 2016”*. P. VIII, X, 48, 50,52,76. Recuperado el 10/07/20 de:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184667/DSAPAS\\_2016\\_web\\_Parte1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184667/DSAPAS_2016_web_Parte1.pdf)
- Consejo Consultivo del Agua, ( 2015) *“Fuentes de donde se suministra el agua en CDMX”*. Recuperado el 08/07/ 20:  
<https://www.aguas.org.mx/sitio/blog/campanas/item/337-fuentes-donde-se-suministra-el-agua-para-la-ciudad-de-mexico-15anosconsejoconsultivodelagua.html>
- Contralínea. (2018) *“3.8 millones de personas sin agua en el Valle de México”*. Recuperado de: <https://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/2018/03/09/3-8-millones-personas-sin-agua-valle-mexico/>
- DEGREMONT, G., (1979) *“Manual técnico del agua”*, Degremont, 4ª edición en español, p. 1142, España.
- Dieter G., Schmidt L. (2007) *“Engineering design”*. 4<sup>th</sup> ed. Nueva York: McGraw-Hill.

- Ecoinventos. (2020). “25 soluciones para ahorrar agua en el hogar”. Recuperado el: <https://ecoinventos.com/22-soluciones-para-ahorrar-agua-en-el-hogar/>
- Economía Hoy. (2018) “Traer agua a la CDMX cuesta 1,600 millones al año y es poco sustentable: especialistas” Recuperado el 10/07/20 <https://www.economiahoy.mx/nacional-eAm-mx/noticias/9478142/10/18/Traer-agua-a-la-CDMX-cuesta-1600-millones-al-ano-y-es-poco-sustentable-especialistas.html#:~:text=Traer%20agua%20a%20la%20Ciudad,se%3%B1alaron%20especialistas%20de%20la%20UNAM.>
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2016) “Contaminación en México”. Recuperado el 10/07/20 de: <https://agua.org.mx/agua-contaminacion-en-mexico/>
- Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2020) Población mundial. Recuperado el 20/07/2020 de: <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2017) “Visión General del agua en México”. Recuperado el 20/07/20 <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/>
- Gobierno de Apizaco. (SA). “Catálogo de productos y dispositivos ahorradores de agua”. P. 46. Recuperado de: [http://apizaco.gob.mx/archivos/transparencia/Articulo63/Fraccion I/27%20ANEXO%20REGLAMENTO%20DE%20ECOLOG%3%8DA,%20CATALOGO%20DISPOSITIVOS%20AHORRADORES.pdf](http://apizaco.gob.mx/archivos/transparencia/Articulo63/Fraccion%20I/27%20ANEXO%20REGLAMENTO%20DE%20ECOLOG%3%8DA,%20CATALOGO%20DISPOSITIVOS%20AHORRADORES.pdf)
- Gobierno de la Ciudad de México. (2019) “Gaceta Oficial de la Ciudad de México, Administración pública de la Ciudad de México”. P. 16-18 <https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tarifas/Tarifas Agua Art 17 2 2020.pdf>

- Gobierno de la Ciudad de México. (2020) “*Gaceta Oficial de la Ciudad de México, Índice, Administración pública de la Ciudad de México*”. P. 7-12  
[https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX\\_20-04-2020\\_CTandeo\\_Pweb\\_1.pdf](https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX_20-04-2020_CTandeo_Pweb_1.pdf)
- Gobierno de la Ciudad de México. (2014) “*Programa de Gobierno. Alcaldía en Cuauhtémoc*”. P.56.
- <https://alcaldiacuauhtemoc.mx/wp-content/uploads/2019/02/Programa-de-Gobierno-14-feb-2.pdf>
- HELVEX. (SA) “*Catálogo institucional*”. Recuperado de:  
<https://www.casaortiz.com/catalogos/Helvex/Institucional.pdf>
- Home Depot. (2020) “*Página de venta en línea*”. Recuperado de:  
<https://www.homedepot.com.mx/SearchDisplay?categoryId=&storeId=10351&catalogId=10101&langId=-5&sType=SimpleSearch&resultCatEntryType=2&showResultsPage=true&searchSource=Q&pageView=&beginIndex=0&pageSize=20&searchTerm=wc+ecol%C3%B3gico#facet:&productBeginIndex:0&facetLimit:&orderBy:&pageView:grid&minPrice:&maxPrice:&pageSize:&>
- Home Depot (2020) “*Caja de plástico*”. Recuperado de:  
<https://www.homedepot.com.mx/caja-transparente-62-l-300455>
- IMPI (2019). “*Solicitud de Patente, documento MX/E/2011/002788*”. P. 2-7, 20-23
- Instituto Nacional de defensa Civil, Indeci (2018) “*Fortaleciendo la respuesta ante desastres en el Perú: lecciones aprendidas del fenómeno El Niño costero 2017 en el Perú, Lima*”. P.17, 18. Recuperado de:  
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2678/doc2678-contenido.pdf>

- INEGI (2018) “Comunicado de prensa núm. 104/18” P. 6  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemografico/OrgenDest2018\\_02.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemografico/OrgenDest2018_02.pdf)
- INEGI. (2015) “Otros indicadores de vivienda, Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas”. <https://www.inegi.org.mx/temas/vivienda/>
- Inegi. “Tabulados sobre agua”. Recuperado de:  
<https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Tabulados>
- López, C., Zambrano, L., Ruíz R., Guzmán, M., Pérez, R., Sandoval, R., Hatch, G., Pinera, N., Pacheco-Vega, R., Caldera, A. (2017) “El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica”. México: FES transformación. p. 6. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/08/El-agua-en-M%C3%A9xico.pdf>
- Mercado libre (2020) “Cople PVC, bomba de garrafón”. Recuperado de:  
<https://articulo.mercadolibre.com.mx/>
- Milenio. (2018) “¿Cuánta agua consume un mexicano al día?” Recuperado el 11/04/20 de: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/cuanta-agua-gasta-un-mexicano-al-dia>
- Ministerio de Vivienda, Construcción, y Saneamiento, MVCS (2017) “Política Nacional de Saneamiento 2017-2021”. P.53.
- National Research Council. 1995. “Mexico City’s Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability”. Washington, DC: The National Academies Press. P.128. Recuperado de: <https://doi.org/10.17226/4937>. P. 128.
- Organización Mundial de la Salud. (2008) “Guías para la calidad del agua potable, tercera edición, Volumen 1- Recomendaciones”, P. 13, . Recuperado el 10/07/20 de: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/gdwq3/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/)

- Organización Mundial de la Salud (2004) *“Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: Measures for public health protection”*. P. 2, 3, 4 Recuperado de:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/wastreusexecsum.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wastreusexecsum.pdf?ua=1)
- OECD (2013), *“Water Security for Better Lives, OECD Studies on Water”*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1787/9789264202405-en>.
- OECD (2012), *“OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction.”* Recuperado de: <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- OCDE (2012) *“Water governance in Latin America and the Caribbean: A multi-level approach.”* Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/water-governance-in-latin-america-and-the-caribbean\\_9789264174542-en](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/water-governance-in-latin-america-and-the-caribbean_9789264174542-en)
- OCDE (2019) *“Water governance in Argentina”*. Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/water-governance-in-argentina\\_bc9ccb6-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/water-governance-in-argentina_bc9ccb6-en)
- OCDE (2015) *“Water resources governance in Brazil”*. Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/water-resources-governance-in-brazil\\_9789264238121-en](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/water-resources-governance-in-brazil_9789264238121-en)
- OCDE (2015) *“Stakeholder engagement for inclusive water governance”*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264231122>
- OCDE (2015) *“Principios de gobernanza del agua de la OCDE.”* Recuperado de: <http://www.oecd.org/governance/oecd-principles-on-water-governance.htm>

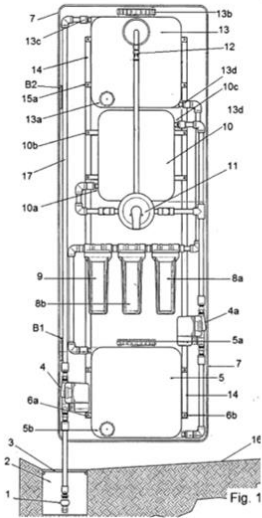
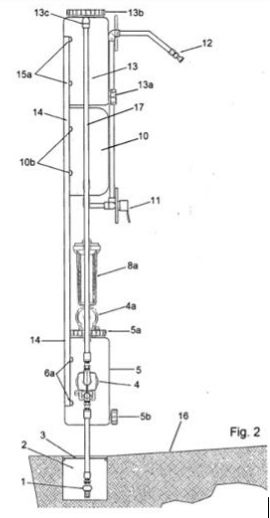
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2009) “*Generación de modelos de negocio*”.  
<https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/generacion-de-modelos-de-negocio.pdf>
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la CDMX. (2010) “*La Zona Metropolitana del Valle de México*” P. 6  
<http://www.paot.org.mx/centro/libros/proaire/cap02.pdf>
- Population City. (2014) *Ciudad de México, Población. Recuperado el 20/07/20 de:*  
[http://poblacion.population.city/mexico/mexico-city/#:~:text=Este%20fue%206.823%25%20del%20total,ser%C3%ADa%3A%208%20555%20842\\*](http://poblacion.population.city/mexico/mexico-city/#:~:text=Este%20fue%206.823%25%20del%20total,ser%C3%ADa%3A%208%20555%20842*).
- Revista del Consumidor. (2011) “*Estudio de calidad: regaderas para aseo corporal. No la Riegues*”. P. 45-53. Recuperado de:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119165/Estudio\\_Regaderas\\_44-54\\_Marzo\\_2011.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119165/Estudio_Regaderas_44-54_Marzo_2011.pdf)
- Romano, O., Elliott, E. (6 de marzo 2020) “*La gobernanza del agua en América Latina. H2O Gestión del agua. Volumen 22.*” P. 14-19, Recuperado de  
[https://issuu.com/helios\\_comunicacion/docs/h2o-24\\_final](https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/h2o-24_final).
- Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica, SIPH (2016) “*Plan Nacional de Agua potable y Saneamiento. Buenos Aires: Ministerio del Interior, Obra pública y Vivienda.*” P. 7. Recuperado de:  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/interior\\_agua\\_plan\\_agua\\_saneamiento.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/interior_agua_plan_agua_saneamiento.pdf)
- The National Academy of Sciences. (1995) “*El Suministro de Agua*”. P. 19, . Recuperado de: [http://www.paot.org.mx/contenidos/paot\\_docs/pdf/suministro\\_del\\_agua.pdf](http://www.paot.org.mx/contenidos/paot_docs/pdf/suministro_del_agua.pdf)

- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Alvarez, R. V. M. (2004). *“Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario”*. P. 23, McGraw-Hill. Recuperado de:  
<https://cuadernosdelprofesor.files.wordpress.com/2018/01/librerc3ada-disec3b1o-y-desarrollo-de-productos-5ed-karl-t-ulrich.pdf>
- United States Patent Application Publication. (2020) *“Pu. No. US 2020/0205619 A1”*. Recuperado de:  
<https://pdfaiw.uspto.gov/.aiw?Docid=20200205619&homeurl=http%3A%2F%2Fappft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect1%3DPTO2%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnethtml%25252FPTO%25252Fsearch-bool.html%2526r%3D3%2526f%3DG%2526l%3D50%2526co1%3DAND%2526d%3DPG01%2526s1%3D%252522saving%252Bwater%252522%2526s2%3Dshower%2526OS%3D%252522saving%252Bwater%252522%252BAND%252Bshower%2526RS%3D%252522saving%252Bwater%252522%252BAND%252Bshower&PageNum=&Rtype=&SectionNum=&idkey=CECBD20C67D8>
- United States Patent Application Publication. (2020) *“Pu. No. US 2020/0024836 A1”*. Recuperado de:  
<https://pdfaiw.uspto.gov/.aiw?Docid=20200024836&homeurl=http%3A%2F%2Fappft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect1%3DPTO2%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnethtml%25252FPTO%25252Fsearch-bool.html%2526r%3D8%2526f%3DG%2526l%3D50%2526co1%3DAND%2526d%3DPG01%2526s1%3D%252522saving%252Bwater%252522%2526s2%3Dshower%2526OS%3D%252522saving%252Bwater%252522%252BAND%252Bshower%2526RS%3D%252522saving%252Bwater%252522%252BAND%252Bshower&PageNum=&Rtype=&SectionNum=&idkey=BD0B0A8341B1>

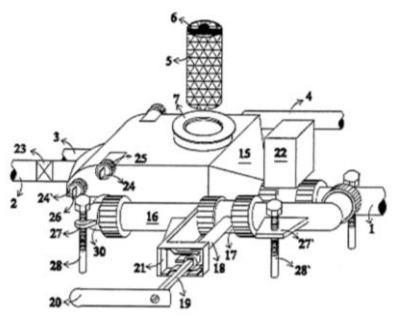
- United States Patent Application Publication. (2017) “*Pu. No. US 2017/033256 A1*” .  
Recuperado de:  
<https://pdfaiw.uspto.gov/.aiw?Docid=20170332564&homeurl=http%3A%2F%2Fappft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect1%3DPTO2%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnethtml%25252FPTO%25252Fsearch-bool.html%2526r%3D33%2526f%3DG%2526l%3D50%2526co1%3DAND%2526d%3DPG01%2526s1%3D%252522saving%252Bwater%252522%2526s2%3Dshower%2526OS%3D%252522saving%252Bwater%252522%2526BAND%2526Bshower%2526RS%3D%252522saving%252Bwater%252522%2526BAND%2526Bshower&PageNum=&Rtype=&SectionNum=&idkey=869E30F9F555>
- US Patent & Trademark Office, (2020). “*US 2020/0205619 A1*”. Recuperado de:  
<http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=3&f=G&l=50&co1=AND&d=PG01&s1=%22saving+water%22&s2=shower&OS=%22saving+water%22+AND+shower&RS=%22saving+water%22+AND+shower>



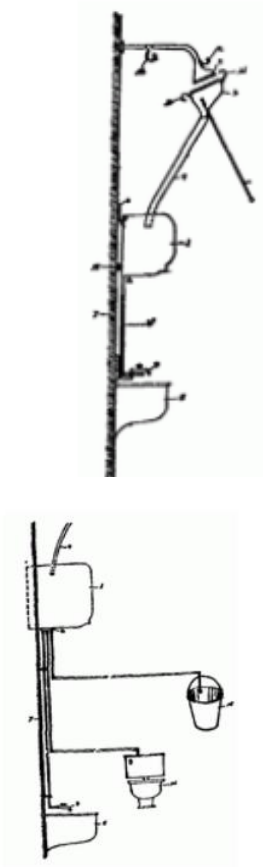
## Anexos

<b>Ficha general de patentes</b>			
<b>Título</b>		Máquina sinfín con sistema de reciclado de agua gris provista con regadera, recolecta, limpia y calienta el agua usada en la misma.	<b>No. patente</b> 2011002788
<b>País</b>	México		<b>Fecha de patente</b> 15/03/2011
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>	
<p>Máquina de reciclado de agua sinfín. La regadera recolecta, limpia y calienta el agua.</p> <p>El agua gris se envía con una bomba a un tanque superior que la almacena, se surte por gravedad a una estación de filtrado, luego también por gravedad a un tanque de almacenamiento de agua limpia la cual se distribuye a un monomando y calentador eléctrico ubicado en un nivel superior, se envía el agua a través de una bomba.</p> <p>No se encuentra conectada a la red de agua ni drenaje. Filtra y reutiliza el agua un número continuo de veces al 100%.</p>		<p>Piso metálico, registro subterráneo, tubería de PVC, bomba</p> <p style="text-align: center;"><b>35 componentes en total</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	

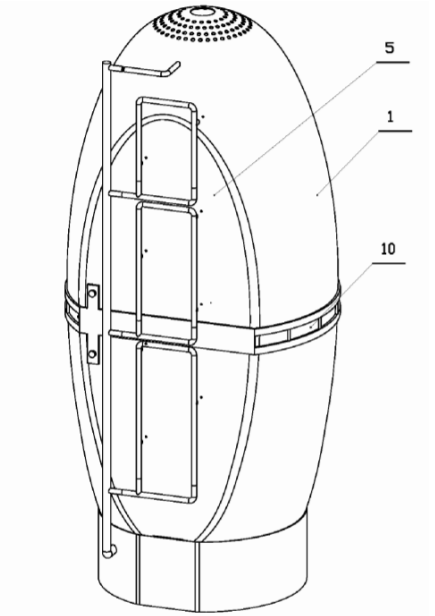
## Ficha general de patentes

<b>Título</b>		Dispositivo para reciclar el agua de la regadera en la descarga del inodoro	<b>No. Patente</b>	W02009118618
Solicitud internacional			<b><u>Modelo de utilidad</u></b>	
<b>País</b>	Solicitud internacional	<b>Fecha de patente</b>		2009
Descripción			Componentes	
<p>Recolector de agua gris que, con un tamiz, retiene sólidos suspendidos. Tiene un sistema de control de bombas, conductos y un sistema automático de limpieza. El agua gris tratada se utiliza en el WC y riego.</p>			<p>28 componentes</p> <p>Bomba</p> 	

## Ficha general de patentes

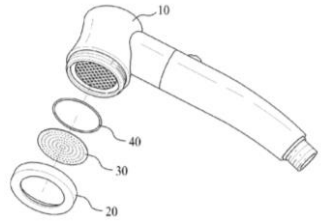
<b>Título</b>		Mejoras en el sistema para el ahorro de agua en regaderas	<b>No. Patente</b> <b><u>Modelo de</u></b> <b><u>utilidad</u></b>	MX152549.
<b>País</b>	México		<b>Fecha de patente</b>	22/08/1985
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Combinación de un embudo con ganchos que se conecta a la regadera de baño; un vástago para darle libertad de movimiento hacia los lados; un tubo flexible conectado en el embudo a través del cual se hace llegar el líquido hasta un tanque almacenador de agua, que va adherido a la pared por medio de un soporte o cargador, caracterizado por un dispositivo de conexión múltiple o ubre, que se encuentra en la parte inferior del tanque con tres orificios de salida de agua y tubos que tienen en sus extremos respectivos una llave a través de la cual saldrá el agua para usarse en el lavabo, el W.C. o donde se requiera.</p> <p style="text-align: center;">Conducción de agua fría.</p>			<p>5 componentes</p> 	

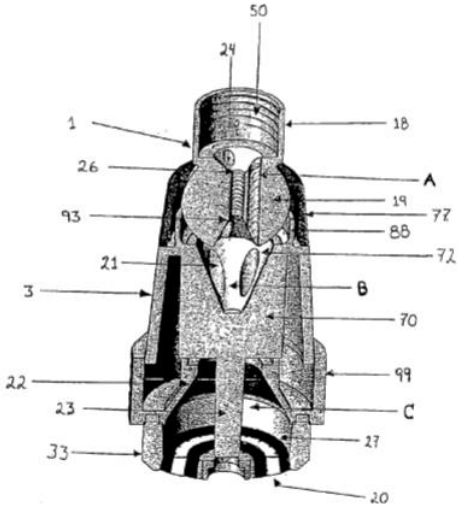
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Dispositivo automático para ahorrar agua	<b>No. Patente</b>	0024836 A1
<b>País</b>	Estados Unidos		<b>Fecha de patente</b>	2020
<b>Descripción</b>		<b>Componentes</b>		
<p>Dispositivo totalmente automatizado. Comprende un sistema de control electrónico, la posibilidad de conexión a la red de suministro del acueducto y un generador hidráulico para ahorrar energía. El dispositivo según la invención se comunica con un sistema modular que opcionalmente reduce el caudal de agua de la ducha al 50% y desvía el otro 50% al depósito de almacenamiento, mediante la interfaz electrónica. El dispositivo según la invención es aplicable en la industria de la construcción.</p>		<p>5 componentes centrales</p> <p>El diagrama ilustra el sistema de ahorro de agua automatizado. Se muestra un controlador electrónico (1) que se conecta a un depósito de almacenamiento (7) y un generador hidráulico (11). El sistema está conectado a una tubería de agua (20) que se conecta a un grifo de ducha. El controlador electrónico (1) también está conectado a una red de suministro de agua (representada por una línea punteada superior). El generador hidráulico (11) está conectado a la tubería de agua (20) y a un depósito de almacenamiento (7). El depósito de almacenamiento (7) está conectado a la tubería de agua (20) y a un grifo de ducha (representado por una línea punteada inferior).</p>		

<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Aparato de baño	<b>No. Patente</b>	20130014323
<b>País</b>	Estados Unidos		<b>Fecha de patente</b>	17/01/2013
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Máquina de ducha incluye una carcasa y un cabezal de ducha montados en el mismo. La carcasa incluye una abertura de puerta donde se instala un cuerpo de puerta. La carcasa tiene forma de cáscara de huevo.</p>			<p>3 componentes Fácil intalación</p> 	

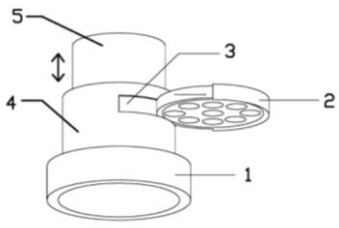
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Estructura del dispositivo de ahorro de agua	<b>No. Patente</b>	<b>20120222754</b>
<b>País</b>	Estados Unidos		<b>Fecha de patente</b>	06/09/2012
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Utiliza un casquillo móvil correspondiente a la base y un anillo de ajuste blando montado entre el casquillo y el canal de entrada de la base. Cuando un flujo de agua impacta en la glándula, la glándula empuja el anillo de ajuste, de modo que el anillo de ajuste se deforma y el área de paso disminuye, por lo tanto la presión aumenta. Por lo tanto, se puede lograr la función de ahorrar agua y limitar el flujo de agua.</p>			<p>3 componentes</p>	

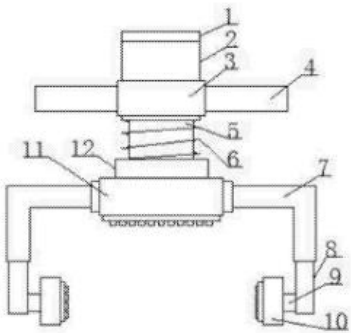
## Ficha general de patentes

<b>Título</b>		Placa de rociado de agua	<b>No. Patente</b>	<b>20120097770</b>
<b>País</b>	Estados Unidos		<b>Fecha de patente</b>	26/04/2012
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Placa de pulverización de agua que tiene microagujeros de ducha formados en ella para expandir un área de paso de líquido. La pluralidad de arreglos de orificios de ducha formados para unir líquidos pulverizados genera un efecto de que se suministra suficiente líquido incluso si se suministra una pequeña cantidad del mismo. Como resultado, la cantidad sustancial de líquido utilizado por el usuario puede reducirse y puede producirse un efecto de ahorro de agua.</p>			<p>4 componentes Muy sencillo</p> 	

<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Cabezal de regadera ahorrador de agua que opera con baja y alta presión	<b>No. Patente</b>	<b>20080035760 A1</b>
<b>País</b>	Estados Unidos		<b>Fecha de patente</b>	17/07/2006
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>El cabezal de ducha de la invención comprende un nudillo que consta de una sección tubular roscada internamente que se utiliza para conectarla al tubo, estando dicha sección tubular conectada a una esfera sólida que contiene una cámara superior en su interior. A su vez, la cámara superior comprende un pequeño embudo que tiene otros tres pequeños conductos longitudinales, concéntricos y radialmente equidistantes que se utilizan para regular el flujo de agua y que desembocan en una cavidad cónica. El flujo de agua se libera a de un sistema de propulsión</p>			<p>1 sólo que se conecta al cabezal</p> 	



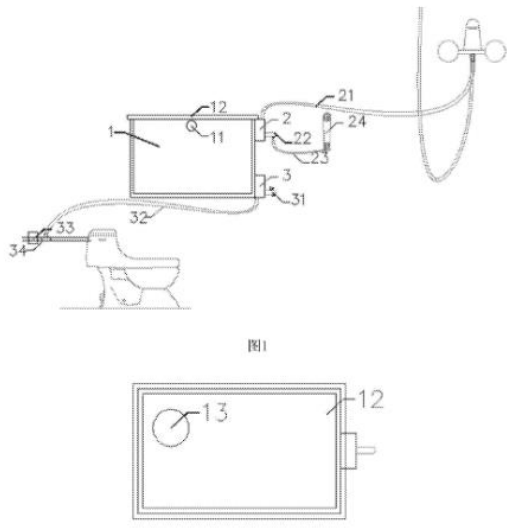
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Boquilla de ducha para ahorrar agua	<b>No. Patente</b>	CN201949935U
<b>País</b>	Patente Europea		<b>Fecha de patente</b>	2011-08-31
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>La boquilla de ducha con dos tubos conectados, tiene una malla dentro que permea el agua y se puede quitar y colocar al gusto.</p> <p>Se ahorra el agua y es una estructura sencilla</p>			<p>5 componentes</p> 	

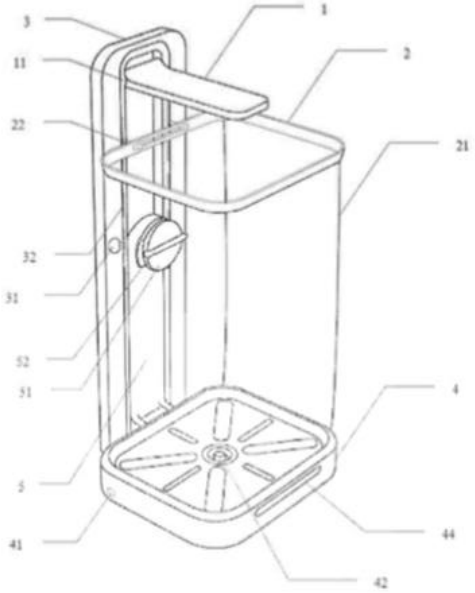
<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>		Cabezal de ducha que	<b>No. Patente</b>	CN207032390U
<b>País</b>	Patente Europea	ahorra agua	<b>Fecha de patente</b>	2018-02-23
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>El dispositivo de atomización a presión comprende una tubería de entrada de agua. El resorte helicoidal montado internamente tiene el tubo deslizante. Tiene una pluralidad de grifos de agua para lavar simultáneamente y de manera integral para acelerar la velocidad de lavado, se practica el ahorro en el tiempo de lavado, de ese modo se practica el ahorro en el recurso hídrico.</p> <p>No cambio de estructura</p>			<p>1 cabezal con 12 componentes</p> 	

## Ficha general de patentes

Título				No. Patente	CN201379478Y
<b>País</b>	Patente Europea	Dispositivo de circulación de ducha que ahorra agua		<b>Fecha de patente</b>	2008-12-10
Descripción				Componentes	
<p>Dispositivo de circulación de ducha con efectos de ahorro de agua y energía. Provisto de un chasis de retorno de agua en la parte inferior de la tapa de un quemador de ducha, un tubo de drenaje, un sensor de un detector de calidad. La tubería de drenaje está conectada con bomba de agua. El dispositivo puede separar las aguas residuales y el agua limpia después de la ducha, las aguas residuales se descargan, el agua limpia se recicla y se reutiliza después de filtrar, limpiar, desinfectar y calentar, más del 60% del agua y la energía térmica se reciclan después del procesamiento, y el consumo de energía se reduce aún más.</p>				<p>24 componentes Cambio de estructura del baño</p>	

Ficha general de patentes				
<b>Título</b>		Cabezal de ducha	<b>No. Patente</b>	CN203400806U
<b>País</b>	Patente Europea	presurizado que ahorra agua	<b>Fecha de patente</b>	2014-01-22
Descripción			Componentes	
<p>Cabezal de ducha a presión que ahorra agua y que comprende un cuerpo de cabezal de ducha tubular.</p> <p>Provisto de una placa frontal de salida de agua</p>			<p>Un cabezal con 10 componentes</p> <p>Fig. 1</p> <p>Fig. 2</p> <p>Fig. 3</p>	

<b>Ficha general de patentes</b>				
<b>Título</b>			<b>No. Patente</b>	CN106320453A
<b>País</b>	Patente	Aparato de ducha para	<b>Fecha de patente</b>	2017-01-11
	Europea	baño que ahorra agua		
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>El aparato incluye un tanque de agua, con la caja del tanque, soportes y tornillos necesarios para instalaciones en pared. La parte de entrada de agua tiene un dispositivo de control de temperatura, una electroválvula, un rociador de agua. La parte de salida de agua tiene un dispositivo de control de líquido, una válvula manual, una electroválvula y una válvula de tres vías. Recicla el agua fría desperdiciada antes de la ducha. Proporciona reservas de agua para uso urgente de agua en familias y uso de control de incendios.</p>			<p>10 componentes</p> 	

Ficha general de patentes				
<b>Título</b>		Cuarto de ducha	<b>No. Patente</b>	CN204246028U
<b>País</b>	Patente Europea	plegable ecológico	<b>Fecha de patente</b>	2015-04-08
		y que ahorra agua		
Descripción		Componentes		
<p>Cuarto de ducha plegable ecológico con boquilla de ducha, marco de cortina de ducha, portal y una base de tanque de agua.</p> <p>No se requiere cambio estructural</p>		 <p>Fig. 1</p>		

## Ficha general de patentes

<b>Título</b>		Dispositivo de ahorro de agua para recoger y ajustar la temperatura del agua de la ducha y las aguas residuales combinado con un taburete	<b>No. Patente</b>	CN210216562U
<b>País</b>	Patente Europea		<b>Fecha de patente</b>	2020-03-31
<b>Descripción</b>			<b>Componentes</b>	
<p>Dispositivo para recoger y ajustar la temperatura del agua de la ducha y el agua residual y combinado con un taburete de cierre. El dispositivo de ahorro de agua comprende un dispositivo de recogida de agua, un tanque de ahorro de agua y un mecanismo de salida de agua.</p> <p>Medios cambios estructurales</p>			<p>50 componentes</p>	

Por cuestiones de confidencialidad, los planos del diseño no fueron incluidos. Si se requiere información adicional, contactar a la autora de esta tesis.