



**El Colegio  
de la Frontera  
Norte**



**SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES  
DOMÉSTICAS, COMO UNA ALTERNATIVA PARA  
LA SEGURIDAD HÍDRICA DE TIJUANA.**

Tesis presentada por:

**Wendy Soto Aguilar**

Para obtener el grado de:

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DEL  
AMBIENTE**

Tijuana, B.C., México

2012.

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis: \_\_\_\_\_

Dr. Oscar Alberto Pombo

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

*A toda mi familia y a mi hijo Jaziel... por ser mi fuente de inspiración,  
por llenar mi vida con sus alegrías, por tenerme paciencia  
y mucho amor cuando más lo necesité... LOS AMO MUCHO.*

## AGRADECIMIENTOS

- A Jehová mi Dios, por su bondad en mi vida y en la de mis seres amados, por fortalecerme en los momentos difíciles y consentirme más de lo que merezco. Sin Él nada fue, ni es, ni será.
- A CONACYT por apoyarme con la beca para estudiar esta maestría, pues sin este apoyo tan valioso no lo hubiese logrado.
- Al Colegio de la Frontera Norte (El Colef) y al Centro de investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) por brindarme el conocimiento y educación de tan alto nivel, por su apoyo y rigurosidad para alcanzar la meta con prestigio y competencia internacional.
- A mis padres Samuel y Alma por ser mi apoyo incondicional, por darme su amor y fuerzas para seguir adelante en todas las etapas de mi vida... LOS AMO
- A mi hijo Jaziel por ser un ángel maravilloso en mi vida que me ha dado la más grande felicidad que un ser humano puede tener, te amo mi chikys.
- A mi hermana Marlene por apoyarme en todo y estar a mi lado en todo momento, por compartir conmigo los momentos más importantes de mi vida y porque eres además de mi hermana una súper amiga incondicional, te amo mucho.
- A mi hermanito Rich por apoyarme de lejos y de cerca, animándome a seguir adelante y no parar hasta terminar... Un abrazo para ti.
- A todos mis profesores, a mi coordinador el Dr. Djamel Toudert, al personal de biblioteca y el resto que labora en El Colef, pues sin su apoyo y conocimiento no hubiese sido fácil superar la prueba.
- A mis lectores el Dr. José Luis Castro y el Dr. Alejandro Salazar, por haber contribuido en gran manera a la afinación de la tesis y por su valiosa disposición y paciencia para leerla. Muchas gracias.
- A mis amigos de grupo MAIA 2010-2012, personas maravillosas que dejaron huella en mi vida, los voy a extrañar mucho.
- A todas esas personas valiosas que directa o indirectamente contribuyeron para que lograra esta meta en mi vida, en especial al Ing. Joaquín Arturo Faya Chávez y al Lic. Marco Alfonso Lepe Cisneros que con su experiencia y buen consejo me transmitieron mucho en este tiempo... los admiro mucho.

- Y en especial a mi director el Dr. O. Alberto Pombo López por brindarme todo su apoyo en mi travesía por El Colef, y por ser un buen amigo además de mi director de tesis a pesar de las dificultades presentadas en el camino, bendiciones para usted.

## INDICE GENERAL

### Contenido

RESUMEN .....	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 HIPÓTESIS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 OBJETIVOS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 ESTADO DEL ARTE .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CAPITULO II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1   ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Selección de las poblaciones a estudiar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Determinación del tamaño de las muestras poblacionales.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 Diseño en implementación de las encuestas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4 Análisis de los datos.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CAPITULO III.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 RESULTADOS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1 El contexto.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2 El conocimiento del tema de investigación.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3 Los sistemas de tratamiento de aguas grises.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA PERCEPCIÓN SOBRE LA ADOPCIÓN DE ALGÚN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES DOMÉSTICO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1 La disposición a pagar según nivel socioeconómico.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2 La percepción sobre la obligatoriedad del uso de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3 Posibles razones para adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.4 El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.2.5 La disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio con que se cuente para almacenar agua tratada.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.6 El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.7 Uso de métodos para ahorrar agua según el número de baños en casa.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.8 La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises y su relación con la existencia de reglamentos al respecto (presión legal).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 LA EXPERIENCIA DE LOS USUARIOS ACTUALES DE ALGÚN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES DOMÉSTICO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 LA OPINIÓN DE LA COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TIJUANA (CESPT). ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CAPITULO IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CAPITULO V .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXOS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BIBLIOGRAFÍA .....	

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

**Ilustración 1** "Acueducto 2011" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 2** "Acueducto 2012" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 3** "STAG" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 4** "Manejo local de aguas grises" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 5** "Sistema electromecánico de aguas grises" ... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 6** "Ubicación de los grupos de estudio" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ilustración 7** "Acueducto Rio Colorado-Tijuana" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 1** "Variables comunes entre los grupos de estudio" (elaboración propia, 2012).  
..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 2** "Relación entre el género y percepción sobre la posible obligatoriedad de los STAG" (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 3** "El conocimiento sobre el reúso y su relación con el grado de estudios" (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 4** "El conocimiento sobre el reúso de aguas grises y su relación con el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 5** "El conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012). **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 6** "El conocimiento de los STAG y percepción sobre la obligatoriedad del uso de estos" (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 7** "Disposición a pagar según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012).  
..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 8** "Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 9** "Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 10** "El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 11** “Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio para almacenar agua tratada” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 12** “El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 13** “El uso de métodos para ahorrar agua y la relación con el # de baños en casa” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 14** “El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el número de habitantes en el hogar” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabla 15** “La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises depende de la presión legal” (elaboración propia, 2012). **Error! Bookmark not defined.**

**Figura 1** "Tamaño de muestra Rancho Tecate" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Figura 2** "Tamaño de muestra Villa del Campo" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 1** “Relación entre el género y percepción sobre la posible obligatoriedad de los STAG” ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 2** “Conocimiento del tema de investigación” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 3** "El conocimiento sobre el reúso y su relación con el grado de estudios" ... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 4** “El conocimiento sobre el reúso de aguas grises y su relación con el nivel socioeconómico” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 5** “El conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico y su relación con el nivel socioeconómico” (elaboración propia, 2012). **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 6** “El conocimiento de los STAG y percepción sobre la obligatoriedad del uso de estos” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 7** “Disposición a pagar según el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 8** “Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises según el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 9** “Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012).**Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 10** "El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 11** “Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio para almacenar agua tratada” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 12** “El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 13** “El uso de métodos para ahorrar agua y la relación con el # de baños en casa” (Elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 14** “El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el número de habitantes en el hogar” (elaboración propia, 2012). ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gráfica 15** “La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises depende de la presión legal” (elaboración propia, 2012).**Error! Bookmark not defined.**

**Ecuación 1** "Tamaño de muestra" ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Ecuación 2** “Formula para la prueba de Fisher.” ..... **Error! Bookmark not defined.**



## **RESUMEN**

La convivencia armónica entre sociedad, agua y tecnología se torna cada vez más estrecha. Es importante conocer la percepción que la sociedad tiene del uso de nuevas tecnologías para el cuidado del medio ambiente. Este trabajo aborda como eje de estudio, la percepción social respecto a la adopción de sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares de la ciudad de Tijuana, con el fin de conocer los factores que influyen sobre dicha percepción. El cuidado del agua refleja la percepción social que se tiene sobre la seguridad hídrica. Se llevo a cabo un análisis de percepción, a través de dos grupos de estudio, uno de clase media-baja y otro de clase alta, teniendo como factor común el uso de eco tecnologías en su vivienda. Los resultados muestran la existencia de tres factores principales: el nivel socioeconómico, la presión ambiental y la presión legal. También se encontró que el nivel educativo no fue un factor de influencia en los resultados. Cabe mencionar que los resultados obtenidos respecto al grupo de estudio de clase alta indican la existencia de ciertas limitaciones metodológicas, ya que los cuestionarios enviados vía correo electrónico a los encuestados, fueron contestados solo por los que estuvieron dispuestos a hacerlo, lo cual genera un posible sesgo de auto-selección en la muestra de este grupo de estudio. El conocimiento de los resultados de este estudio será de utilidad para los actores clave en la administración y uso del recurso hídrico.

*Palabras clave: percepción social, eco tecnologías, seguridad hídrica, recurso hídrico.*

## **ABSTRACT**

The harmonious coexistence of society, water and technology has become increasingly close. It is important to know the social perception on the use of new technologies for environmental care. In order to understand the factors that influence on this perception, the axis of this study was the social perception regarding the adoption of grey water treatment systems in homes in the city of Tijuana. The conservation of water reflects the social perception on water security. A perception analysis was conducted, using two study groups; a lower-middle class and an upper class. These groups share the characteristic of the use of eco technologies in their homes. The results show the existence of three main factors: the socioeconomic level, environmental pressure and legal pressure. We also found that the educational level was not a factor influencing the results. It is noteworthy to mention that the results for the upper-class group indicate the existence of certain methodological limitations, since the questionnaires emailed to respondents were answered only by those who were willing to do so, which generates a potential bias of self-selection in this study group sample. The results of this analysis will be useful for key actors involved in the management and use of water resources.

*Keywords: social perception, eco technologies, water security, water resources.*

## INTRODUCCIÓN

Por años el agua en Tijuana ha sido y es un tema de gran interés para todos los sectores de la población, sobre todo cuando la continuidad de la vida en la ciudad depende de la existencia suficiente de este vital recurso. Es de este interés que surge la inspiración para este trabajo de investigación.

La ciudad de Tijuana no cuenta con fuentes de abastecimiento de agua naturales, no tiene ríos o lagos que puedan dar agua a tanta población que la habita. Se abastece de agua, principalmente, a través de un solo acueducto que viene del Río Colorado (CESPT, 2006). Sin embargo debido al rápido crecimiento de la ciudad y los problemas del uso y saneamiento del agua, es cada vez más complicado proveer de este recurso a la población de Tijuana (Román, 2009). La escasez, la contaminación y la inseguridad del abastecimiento del agua debido a que es un recurso compartido con Estados Unidos, entre otras razones (Torres, 2004), son causa para que las autoridades estatales a través de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) busquen la manera de proponer nuevas alternativas que aporten a la mejora del abastecimiento y que cambien las expectativas y estadísticas sobre la disponibilidad y distribución del agua en la ciudad, como el proyecto morado (reúso de aguas residuales tratadas para parques y camellones). Entre sus esfuerzos está el de cambiar la cultura del cuidado del agua en la población (Méndez, 1990), e incluir tecnologías que aporten al ahorro y al reciclaje del agua (Cueva [Entrevista], 2010).

Parte de los antecedentes de este problema hídrico, inicia en los años 40 cuando se empieza a implementar el modelo de industrialización en el país, y con ello se hace notable el descuido por la falta de regulaciones a la industria sobre usos del agua y descargas de aguas residuales, esto dio inicio al deterioro de las fuentes de abastecimiento hídrico (Torres, 2004).

Respecto a los antecedentes de este tema a nivel internacional se encuentran los trabajos que el Banco Mundial a través del Programa de agua y saneamiento (WSP por sus siglas en

inglés) ha realizado en lugares como Indonesia, India y Tanzania, utilizando metodologías de percepción o mercadeo social. El WSP ha publicado recientemente una guía para este

tipo de estudios basados en sus experiencias internacionales, lo cual hace su metodología avalada por el Banco Mundial (WSP, 2011). Es importante mencionar que estos trabajos e investigaciones del WSP, han corroborado una vez más la importancia de la participación y la toma de responsabilidad social, para disminuir la vulnerabilidad ante el grave problema de escasez de agua.

Sin embargo cabe mencionar que hasta el momento no se ha hecho en Tijuana un estudio de percepción social respecto al reúso de aguas grises<sup>1</sup> domésticas tratadas, como se pretende realizar con este trabajo de investigación.

Otra situación que hace vulnerable a la ciudad de Tijuana ante la escasez del recurso, es el hecho de que el agua es compartida con un país que tiene prioridades diferentes (Chávez, 2005), como la economía, la migración, la energía, entre otros. Ante esta situación se debe tomar precauciones ante los posibles problemas mayores a los que la ciudad de Tijuana pudiera enfrentarse, ya que si no se reestructura la negociación que se realizó en el Tratado de aguas de 1944, es la frontera del lado mexicano quien debe tomar medidas para resistir los problemas de escasez (Pombo y Wright, 2012) en especial la ciudad de Tijuana.

Pero es necesario que todas las propuestas que se realicen contemplen la participación y percepción de la población involucrada en el tema del agua, tanto los usuarios del servicio como los sectores político y empresarial, con el fin de que cualquier propuesta o programa que se implemente, tenga el respaldo de la población y de este modo aumente su probabilidad de éxito.

En el contenido de esta investigación se exponen los resultados y análisis de lo que podrían ser las bases de estas propuestas.

En el primer capítulo de esta tesis se introduce a las preguntas que dan origen a la investigación, la hipótesis y los objetivos de la misma. Y es a partir de estas bases que se investiga el marco teórico y el estado del arte que rodea la investigación y de este modo justificar la relevancia del tema en el contexto de la ciudad de Tijuana, todo esto se presenta en el capítulo segundo.

---

<sup>1</sup> AGUAS GRISES: "Al agua residual de uso doméstico que no contiene desechos humanos se le conoce como agua gris." INE, 2011, en: <http://vivienda.ine.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-reciclado-y-reuso-de-agua/aguas-grises>

En el capítulo tercero se describe la metodología usada en esta investigación con el fin de respaldar bajo el proceso de investigación social la validez de esta tesis; por ultimo en el capítulo cuarto se despliegan los resultados y las conclusiones derivadas de la información obtenida y procesada.

# CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA

## 1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué factores determinan la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises en los hogares de Tijuana?

¿Bajo qué condiciones puede ser aceptada la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares de nueva creación por los actores clave involucrados (CESPT, desarrolladores, usuarios potenciales)?

## 1.2 HIPÓTESIS

1. La percepción sobre la adopción de sistemas domésticos de tratamiento de aguas grises está determinado por el nivel socioeconómico, el nivel educativo, la presión ambiental y la presión legal<sup>1</sup>.
2. Los actores clave que participan en la implementación del uso de sistemas domésticos de tratamiento de aguas grises están dispuestos a aceptar este método de reúso de aguas grises, pero bajo algunas condiciones que beneficien a todos los involucrados, como lo son el factor económico, social y ambiental.

## 1.3 OBJETIVOS

**GENERAL:** Hacer un análisis de percepción de dos grupos sociales clave (dos poblaciones socioeconómicamente distintas) para definir los factores cruciales en la adopción de un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico; con el fin de proponer un plan básico de implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises domésticos que cumpla con las características solicitadas por los actores relevantes en el tema.

---

<sup>1</sup> Defino **presión ambiental** como las condiciones que afectan o impactan de manera positiva o negativa en los usuarios potenciales de sistemas de tratamiento de aguas grises. Y la **presión legal** como los reglamentos o condiciones jurídicas que influyen en los usuarios potenciales de sistemas de tratamiento en su percepción respecto al tema de investigación.

## ESPECÍFICOS:

- ✓ Identificar a los dos grupos sociales de clase alta y clase media que sean usuarios potenciales de algún sistema de tratamiento de aguas grises domesticas.
- ✓ Realizar un análisis de percepción a través de encuestas estructuradas a los dos grupos sociales mencionados en el punto anterior.
- ✓ Agregar la opinión de los actores clave como autoridades gubernamentales, desarrolladores y usuarios actuales de algún sistema de tratamiento de aguas grises, con el fin de sustentar mejor el tema.
- ✓ Proponer un plan básico de implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares de Tijuana.

### 1.4 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

**El crecimiento de la población** es un fenómeno que se ha dado de modo muy notable en la ciudad de Tijuana además de su concentración en la zona urbana (Gob. BC, 2008). Esto ha conllevado a tener una **pérdida de control sobre los recursos** (Sunkel y Gligo, 1980), pues en el caso de Tijuana, el acelerado crecimiento no permite tener el control total de los mismos. Debido a estas razones, **el agua se considera ya un recurso vital de seguridad nacional** (Semarnat, 2006). El agua no solo sirve para consumo humano, sino también para los procesos ecológicos naturales y artificiales, como también para la producción agrícola e industrial, por esto no se debe pasar desapercibida la importancia de este recurso para el desarrollo de la vida.

Esta visión nos lleva a ahondar más en el tema de **Seguridad hídrica** (Chávez, 2005), es decir, de la certidumbre de contar con este valioso recurso tanto para nosotros como para las generaciones que vienen, sin limitarnos al extremo. Para mejorar esa seguridad es necesario tomar acciones que nos integren al ciclo del agua, reutilizando la que consumimos de manera adecuada. El ciclo del agua se ha perdido desde el momento en que hemos evitado las filtraciones naturales, que hacían el trabajo perfecto de purificación de agua para que esta fuese reusada (Miller, 2005), es por eso que es importante tomar estas

medidas de tratamiento y reúso del agua, para completar el ciclo hidrológico y mejorar la seguridad hídrica que se tiene actualmente.

La percepción de la población respecto al uso y reúso del agua en la ciudad es de gran relevancia, pues se ha estudiado la importancia de la opinión de la población con el fin de hacer una gestión exitosa en todos los involucrados en el tema (Córdova, 2009). En otras ciudades del mundo ya se han realizado análisis de percepción de la población y estudios de mercado que permiten conocer más a fondo las cuestiones de agua y saneamiento, una de las publicaciones más recientes respecto al tema es la del Programa de agua y saneamiento (WSP por sus siglas en inglés) del Banco Mundial (WSP, 2011).

La WSP propone en su última publicación (2011), una guía para obtener esta información a través de un mercadeo social, con el fin de conocer la percepción de la sociedad respecto a la adopción de nuevas tecnologías de saneamiento, y de este modo poder ofrecer algo congruente con grandes probabilidades de éxito.

El conocimiento sobre la percepción de la población puede ser una herramienta que ayude a lograr que las medidas que se tomen a favor del ambiente y los recursos desde casa conduzcan hacia la anhelada **sustentabilidad urbana** (Di Pace, 2000), pero estas medidas deben ser tomadas de manera consciente, con responsabilidad y capacidad. Empatando los procesos urbanos con el ciclo del agua, podrá darse una práctica real de la sustentabilidad urbana sobre el recurso hídrico.

Dentro de esta sustentabilidad urbana, **la tecnología** (Chang, 2001), juega un papel muy importante, pues aunque para muchos puede ser una solución a muchos problemas ambientales, para otros puede crear más problemas de los que ya se tenían; todo depende de la relación entre **la tecnología y la sociedad** (Mumford, 1979), ya que es probable que esta tenga una gran influencia e impacto sobre los usuarios, tal es el caso de estudio sobre saneamiento de la Dra. Córdova (2005), donde encontraron que la mala experiencia de algunos usuarios respecto al uso de baños secos fue influida por la mala aplicación y capacitación para el uso de estos.

Es por eso que es muy importante considerar la percepción de la población que se considera que son o serán usuarios potenciales de algún sistema de tratamiento de aguas grises domésticas, incluir el punto de vista de la población en propuestas de implementación de

nuevas eco tecnologías podría ser una buena herramienta para aumentar las probabilidades de éxito.

El **análisis de la percepción** (WSP, 2011) de la sociedad respecto al uso de nuevas tecnologías para el tratamiento y reúso de aguas grises, juega el papel más importante en el objeto de esta investigación. Según la guía de estudios de mercado de saneamiento del Programa de agua y saneamiento (WSP por sus siglas en inglés), la percepción respecto a la adopción de ciertas tecnologías puede depender de las 4P's, es decir del tipo de Producto, Precio, lugar (Place) y promoción. Sin embargo es posible que esta situación no se dé del mismo modo en el caso de las eco tecnologías, es por eso que la investigación utilizará esta guía herramienta para determinar los factores cruciales en dicha adopción.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA**

### ***El agua y la vida.***

Desde el inicio del a vida, el agua ha sido y es un elemento relevante para la existencia y desarrollo de la misma, pero poco a poco se han venido padeciendo las consecuencias de su ausencia.

*"Actualmente (en el mundo) se estiman en más de 1.100 millones las personas que no tienen garantizado el acceso a aguas potables; y como consecuencia de ello, unas 10.000 mueren cada día, en su mayoría niños, al ser ellos los más vulnerables. En los albores del nuevo milenio, la humanidad afronta un triple reto histórico en materia de gestión de aguas."*

(Arrojo, 2005:1)

El agua se ha tomado como un símbolo de vida, pues de ella depende en gran manera; es importante considerar que dentro de las actividades humanas, el agua juega un papel importante, pero más importante es la relación que la humanidad tiene con la misma. Esta relación se ha degradado con el tiempo y el cambio de hábitos normalmente en las ciudades, es por eso que debemos reconsiderar la importancia y el funcionamiento del ciclo del agua (Miller, 2005), con el fin de reintegrarnos al mismo y hacer un uso adecuado de tan valioso recurso.

*“En los últimos 100 años, el crecimiento mundial de la demanda de agua dulce, así como el aumento de los problemas de contaminación y deterioro de la calidad del agua, debido al escaso e inadecuado tratamiento de las aguas servidas y de los depósitos de basura, fuera de sitios de disposición final bien establecidos, han reducido notablemente la disponibilidad de este líquido en el planeta” (SEMARNAT, 2006: 241).*

Sin duda alguna el crecimiento de la población también se ha convertido en un factor más para la escasez del agua en el mundo, lo cual lleva a varias ciudades del mundo que tienen este padecimiento a tomar medidas urgentes que mitiguen o ayuden a adaptarse a esta situación.

### ***El agua: un tema de seguridad nacional.***

El agua es un recurso natural que se declaró como tema de seguridad nacional (SEMARNAT, 2006), al reconocer la importancia que tiene este recurso para la subsistencia de la vida en cualquiera de sus manifestaciones, es preciso también tener en cuenta la necesidad de cuidarlo y tomar alternativas para su aprovechamiento adecuado.

En el caso particular de la ciudad de Tijuana, tiene elementos que hacen aun más importante el tema del recurso hídrico y la sociedad, pues el agua que abastece a la ciudad es obtenida principalmente del Río Colorado (Navarro, 2010: 13), el cual está mayormente administrado por Estados Unidos.

Aunque se ha comentado que la próxima guerra entre países puede ser por el agua, en el caso de México- USA no es probable que se llegue a tal extremo, lo que podría suceder es que si la población sigue creciendo se tendrá que utilizar el agua que actualmente se destina para el uso de la agricultura al consumo urbano; cualquier disminución en el flujo de agua que se envía a Baja California sería catastrófico para el desarrollo del estado (Pombo y Wright, 2012).

Debido a estas circunstancias el agua se convierte en un tema de mayor relevancia a través del tiempo, sin embargo no se ha puesto la debida atención a regular los cambios y medidas que se han generado. Por ejemplo la Ley de Aguas Nacionales no contempla el reúso de aguas residuales tratadas (Reglamento de la Ley de aguas nacionales, 1994), mucho menos

considera el de aguas grises, ya que ni siquiera maneja “las aguas grises” dentro de sus conceptos; además existen contaminantes que no están considerados en el tratamiento de aguas residuales y que dificulta la introducción de sistemas de tratamiento de aguas grises que generen residuos no considerados por esta ley.

En estos momentos que el agua es un tema de interés y preocupación mundial, se deben establecer medidas más concretas y objetivas que ayuden en las situaciones críticas actuales de tan valioso recurso.

En el documento (aun en borrador) que presenta la Semarnat y EPA (2011) en el Plan Frontera 2020 se puede observar que no existe un plan específico para la situación del agua como un recurso compartido y en problemas de seguridad hídrica. Solamente muestran la preocupación de conservar el recurso apoyando el desarrollo de infraestructuras y el reforzamiento del proyecto morado<sup>2</sup>. Esto lleva a pensar que aun queda mucho trabajo por hacer, aunado el esfuerzo por crear conciencia e impartir conocimiento a los actores clave involucrados en el tema del agua (siendo objetivos, todos somos actores clave).

Para que estos esfuerzos tengan impacto se puede echar mano de las tecnologías, pues en las zonas urbanas donde el ritmo de vida es mas agitado, se necesita de la ayuda de otros conocimientos para hacer más sencillo el esfuerzo por cuidar el recurso hídrico.

### ***La tecnología y la sociedad.***

Aunque la tecnología puede ser de gran ayuda para mejorar los hábitos y el buen manejo de los recursos naturales con los que se cuenta, es de gran relevancia conocer la perspectiva de los usuarios sobre las tecnologías, pues si estos no están convencidos y capacitados para usarlas, es casi seguro que en lugar de ser beneficio sean un perjuicio mayor en la vida diaria de quienes utilizan dichas tecnologías.

Mumford (1979), hace un análisis profundo sobre la influencia de la tecnología a través de la historia de la sociedad, lo cual nos refiere a su impacto sobre los hábitos y estilos de vida que han cambiado y han tratado de ajustarse a las maquinas y las tecnologías. Menciona que la técnica ha influido en las culturas a través del tiempo (Mumford, 1979: 15), y es

---

<sup>2</sup> Proyecto morado es el proyecto propuesto por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) para hacer reúso de aguas residuales tratadas en parques y camellones de la ciudad.

precisamente por esta declaración que se considera que la introducción de nuevas tecnologías en la vida de la sociedad puede influir en gran manera, por lo cual se debe tener preciso cuidado en la forma de hacerlo, con el fin de que su introducción no sea un fracaso seguro.

Las maquinas y las tecnologías han generado rutinas en la humanidad (Mumford, 1979: 289), por lo cual es importante considerar que si una nueva tecnología será implementada en la vida de la sociedad, se considera que se debe evitar lo más posible la dependencia del humano a la maquina, con el fin de no hacerle una carga más a su ya atareada lista de tareas diarias que lo tienen temporalizado en sus actividades.

Lo interesante sería hacer una propuesta integral que considerara este tema de la tecnología- sociedad y sociedad-reúso de agua, con el fin de encontrar un equilibrio donde no se tenga que sacrificar ninguno de los tres elementos.

#### ***La cultura en el reúso de aguas grises tratadas y el uso de tecnologías.***

La percepción de los usuarios puede depender mucho de las experiencias adquiridas ya sea directa o indirectamente, como lo fue en el estudio realizado por Córdova y Knuth (2005), donde la interacción y la capacitación para el uso del baño seco resulto ser de vital importancia para el resultado de la percepción de los usuarios; de la misma manera lo puede ser para el uso de sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares.

Al tratar de buscar el equilibrio entre sociedad-reúso-tecnología, se debe buscar que no se pierda la sensibilidad humanística y ambiental al tener la interacción con la tecnología (López y Sánchez, 2001). Es relevante que el objetivo de reusar las aguas grises con el fin de cuidar el recurso hídrico con el que contamos no se pierda con el uso de nuevas tecnologías, que la sensibilidad y la importancia de la participación de la sociedad sea notable aun cuando se tome la ayuda de tecnologías para lograr ciertos objetivos.

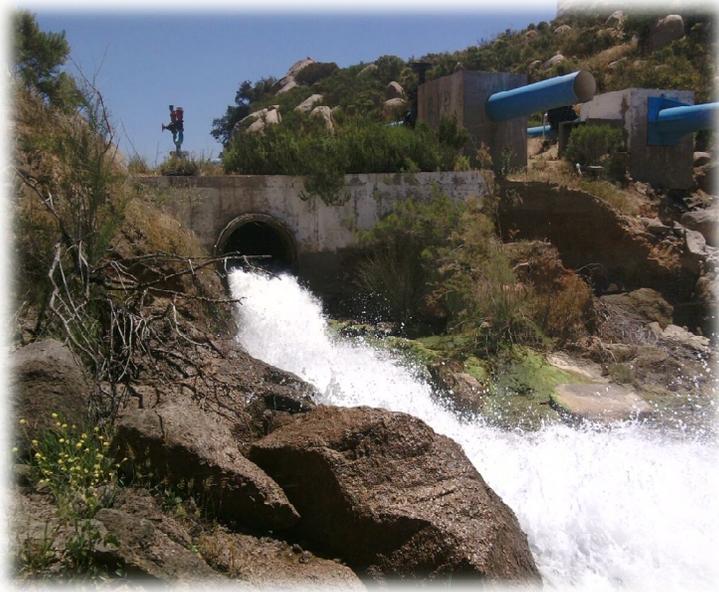
La percepción social respecto al uso de sistemas de tratamiento de aguas grises para su reúso puede ser medida o estudiada con diferentes técnicas individuales o combinadas, como las que presenta González (1999) en su estudio sobre la percepción de las competencias tecnológicas; en la tesis de García y López (2006), donde encuentran

resultados importantes respecto al manejo de aguas grises y su relación con la educación y cultura de la sociedad; y el Programa de agua y saneamiento del Banco Mundial (2011), quienes establecen una guía más precisa basada en varios estudios internacionales en el tema de saneamiento, el cual se considera que es el texto más completo que puede servir para un estudio de este tipo en el que se relacionan la tecnología- reúso de aguas grises- sociedad.

Arrojo (2005), menciona la importancia de la cultura en el cuidado y aprovechamiento del recurso hídrico, además de los tres grandes retos de la de la gestión de aguas: “1.- Garantizar la sostenibilidad de nuestros sistemas acuáticos; 2.- Promover nuevos modelos de gestión pública participativa en un marco de globalización democrática que garantice los derechos humanos y universalice los derechos básicos de una ciudadanía global; 3.- Recuperar nuestra relación emocional con el agua, rescatando los valores patrimoniales, de belleza, de disfrute y de identidad territorial y colectiva de nuestros ríos, lagos y humedales”. Sin duda alguna esta visión de la importancia de la cultura para asegurar un éxito en el uso de nuevas estrategias y tecnologías debe tomarse en cuenta en la gestión del recurso hídrico.

### ***Tijuana y el aumento de la escasez.***

En el verano del 2011 se abastecía de agua a la ciudad de Tijuana con una sola línea (el acueducto principal “Rio Colorado-Tijuana”) tal como se muestra en la siguiente fotografía:



**Ilustración 1 "Acueducto 2011"**

*Fuente: propia, 2011.*

Un año después se encuentra el siguiente escenario:



**Ilustración 2 "Acueducto 2012"**

*Fuente: propia, 2012.*

Los otros dos acueductos que se negociaron en el 2010 con el fin de asegurar el abastecimiento del vital líquido en Tijuana se encuentran abiertos, duplicando aparentemente el flujo.

Estos escenarios son pruebas de la creciente necesidad de implementar medidas apropiadas que prevengan la escasez del agua en Tijuana y sus posibles estragos.

## **1.6 ESTADO DEL ARTE**

En este segmento se presentan 4 ejemplos del reúso de aguas grises, mostrando las diferentes razones que motivaron a reusar el agua gris para distintos fines:

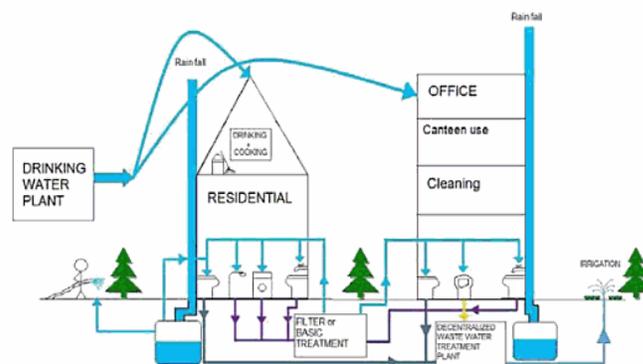
- **El reúso de aguas grises en el Noreste de Badia en Jordania** (McIlwaine y Redwood, 2010). Esta zona es seca por naturaleza, el agua escasea en gran manera, y esto deja ver la razón por la cual tomaron la alternativa de reusar las aguas grises para fines como la agricultura, es probable que sea difícil ahorrar agua, pues su cultura les requiere que se laven después de defecar cuanto sea posible. En este caso no se le da tratamiento al agua gris, solamente se separan las tuberías de agua negra de la gris, para ser conducida al riego de campos de cultivo o desecharla en tierra. Los factores principales que impulsaron esta alternativa fueron principalmente por actitudes religiosas; esto deja ver la relevancia de la **cultura** para la aceptación de sistemas de tratamiento de aguas grises.
- **Sistema de tratamiento de aguas grises “STAG”** (Soto, 2010). En esta investigación realizada en la ciudad de Tijuana, se logró obtener información valiosa sobre la disposición a pagar por un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, para lo cual se concluye que las personas que están por comprar casas aceptarían tener un sistema de tratamiento de aguas grises, siempre y cuando hubiese facilidades para adquirirlo y pagarlo, además de la ayuda para obtener capacitación para usarlo de manera adecuada. Este trabajo deja puertas abiertas y más preguntas por resolver para este tema tan importante de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas en Tijuana.



Fuente: Soto, 2010.

Ilustración 3 "STAG"

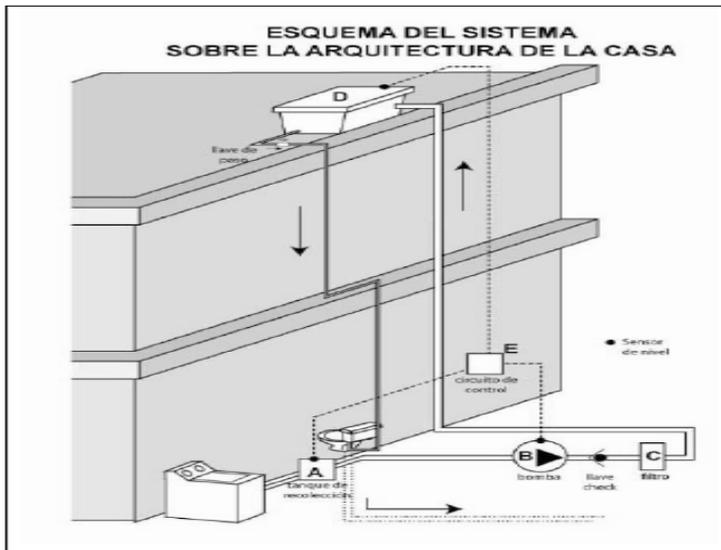
- Manejo de las aguas grises de modo local** (Zadeh, 2011). En este artículo se presentan los resultados de una investigación realizada en Birmingham Eastside en Reino Unido donde se hace una propuesta para tratar el agua gris en conjunto y reusarla de la misma manera para los fines en los que más se demande. Es decir, propone que el agua gris que se deriva de zonas residenciales o edificios residenciales pueda ser reusada en edificios de oficinas y a su vez de las oficinas se reutilice para la irrigación de jardines contiguos (como se muestra en la figura 2) para que tenga un mejor aprovechamiento y un mejor resultado en el costo-beneficio. La propuesta parece ser bastante viable pero únicamente en los casos en los que existen estos sistemas de vivienda y edificios de oficinas o escuelas donde se pueda aprovechar de manera adecuada el agua gris generada.



Fuente: Zadeh, 2011.

Ilustración 4 "Manejo local de aguas grises"

- **Sistema electromecánico para reciclar aguas grises** (Contreras, 2009). En esta tesis se hace una propuesta de un sistema automatizado para el tratamiento de aguas grises domésticas por medio de un filtro de arena que fue aplicado en una casa en Quito, Ecuador, este ofrece la ventaja de no tener que ser operado manualmente con el fin de mejorar la interacción con el usuario. Aunque esta investigación se basó más que nada en el proceso de automatización del sistema, sin embargo no se tomó en consideración los costos que esta propuesta implica en su totalidad, por lo cual no se considera viable desde este punto de vista.



*Fuente: Contreras, 2009.*

**Ilustración 5 "Sistema electromecánico de aguas grises"**

## **CAPITULO II**

### **2.1| ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

#### **2.1.1 Selección de las poblaciones a estudiar.**

La relación entre el aumento de la población en la ciudad de Tijuana y los problemas de agua que enfrenta ha sido un detonante en la preocupación por encontrar medidas que aporten al fortalecimiento de la seguridad hídrica de la ciudad.

En el desarrollo de investigaciones en la ciudad de Tijuana respecto al tema de agua y saneamiento, se ha encontrado que las autoridades toman en cuenta muy poco o nada la percepción de los usuarios de los servicios de agua y saneamiento (Pombo, 2003). Esta situación mueve a retomar en este estudio la importancia y relevancia que el análisis de la percepción social tiene para una mejor implementación de planes y proyectos en temas de agua que beneficien a la sociedad y al ambiente en temas de agua.

Por lo cual, para fines de esta investigación social-ambiental respecto a la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, se determinó que la herramienta más conveniente para realizarla es la utilizada por el Programa de Agua y Saneamiento (WSP por sus siglas en inglés), (WSP, 2011). Esta herramienta consiste en la utilización de las estrategias de investigación del mercadeo social (o mejor conocido como “social marketing”), la cual utiliza como principal herramienta las encuestas estructuradas.

En el caso de esta investigación primeramente se definió a las poblaciones que se iban a estudiar, pues debido a que la hipótesis principal propone que la diferencia socioeconómica puede ser uno de las variables que influyan en esta percepción se buscó que tuvieran un nivel socioeconómico contrario pero dentro de contextos similares, tal como se muestra en la siguiente tabla:

<b>VARIABLES COMUNES ENTRE POBLACIONES</b>	<i>RANCHO TECATE RESORT</i>	<i>VILLA DEL CAMPO</i>
Nivel socioeconómico.	Se determina por el costo de adquisición de las propiedades (ya sea casa o terreno), es un club para personas con alto nivel adquisitivo.	Se determina por el costo de adquisición de las propiedades (solo casas). Son viviendas de interés social subsidiadas por Infonavit.
Nivel educativo.	Se infiere que el poder adquisitivo puede estar relacionado con el nivel educativo. Además de que el conocimiento a través de la educación influye en la decisión para adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises.	Se infiere que el poder adquisitivo puede estar relacionado con el nivel educativo. Además de que el conocimiento a través de la educación influye en la decisión para adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises.
Presión ambiental.	Aunque tiene varias fuentes de agua no son para uso urbano y por lo mismo no están autorizados para explotarse, por su ubicación en Baja California también padece de la escasez de agua que es más evidente que en otros estados del sur de la	Por su ubicación geográfica en la periferia de la ciudad de Tijuana tiene mayores probabilidades de sufrir escasez de agua a causa de la falta de capacidad de la comisión administradora del agua.

	república. Se exige la preservación natural del territorio donde se ubica el rancho.	
Presión social.	Por reglamento de adquisición (declarado en el contrato de compra) se exige el uso de sistemas de tratamiento para aguas negras y grises, debido a que con el objetivo de preservar el área natural, no contará con instalaciones de drenaje ni pavimentación (así que el agua debe ser tratada para su reúso y riego de jardines y campos comunes del rancho.	El subsidio económico que ofrece Infonavit a través de la “hipoteca verde” está condicionado a que las casas a comprar cuenten con eco tecnologías. Además de las altas probabilidades de escasez una vez que todo esté poblado, esto también orilla a la población a tomar medidas de reúso de agua. Solo que al contrario de Rancho Tecate, estas viviendas no cuentan con espacio para almacenar agua tratada.

**Tabla 1 "Variables comunes entre los grupos de estudio"** (elaboración propia, 2012).

Cabe señalar que anteriormente se había considerado a la población de Valle de las Palmas, la cual es de más reciente creación en Tijuana que cuenta con los servicios de eco tecnologías, pero debido a problemas internos, precisamente sobre el mal servicio y escasez del agua, en este fraccionamiento no se permitió realizar las encuestas pues comentaron los ejecutivos de GEO en este lugar que “afectaría la situación presente y la relación entre los residentes y la constructora, pues sería remover la llaga”. Es por esta razón que se tomó la

decisión de asistir al fraccionamiento de Villa del Campo en la cual la constructora fue URBI y donde se mostraron muy abiertos y accesibles a la implementación de las encuestas.

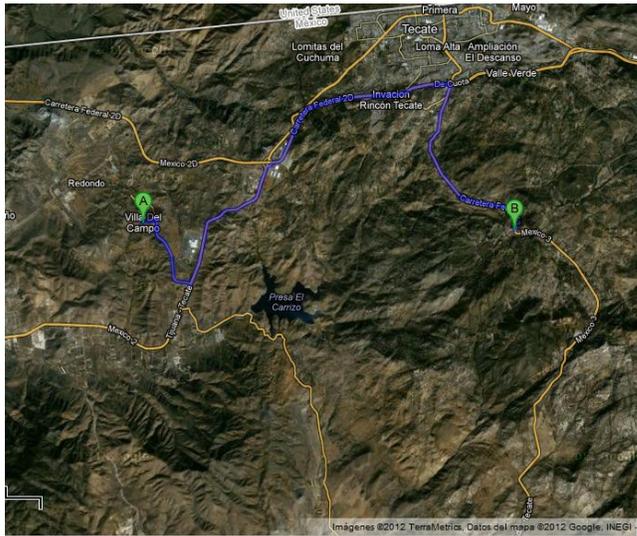
Villa del Campo es de reciente creación, las primeras viviendas se empezaron a habitar a principios del 2009 fue una de los primeros fraccionamientos de “casas ecológicas”, es decir, con eco tecnologías instaladas. Las principales eco tecnologías que contienen estas casas son: focos ahorradores, calentador solar, calentador de paso, inodoros ahorradores, reguladores de agua en los lavamanos y regaderas. Son casas muy pequeñas, solo cuentan con una recámara, un baño completo y un espacio pequeño para ubicar la sala-cocina-comedor; a pesar de lo pequeñas que son estas casas en ellas habitan un promedio de 4 personas por casa.

En cambio Rancho Tecate Resort es de aun más reciente creación, su mayor publicidad como un lugar para vivir empezó entre el año 2010 y 2011. A diferencia de Villa del Campo, esta zona vende terrenos de diferentes extensiones, es más bien un club para personas de clase alta con capacidad de pago, pues el rancho además de los espacios para vivir o construir, ofrece privacidad, conservación del medio natural, recreación, entre otros privilegios.

Rancho Tecate Resort ofrece espacios de terreno mucho más grandes que Villa del Campo, y aunque no exige un solo modelo de vivienda para todos, si estipula condiciones de construcción específicas, como por ejemplo el tipo de material a utilizar, las fachadas exteriores, el porcentaje de construcción en referencia al tamaño del terreno, la ubicación de la construcción en el espacio del terreno, el área verde a conservar del terreno (ya que algunos terrenos poseen plantas nativas que se deben proteger y se evita la remoción de piedras grandes por seguridad y conservación del rancho), el tipo de cerco, el uso de eco tecnologías en la vivienda, la construcción de fosas sépticas, la separación de las tuberías de drenaje (aguas grises que se deben tratar en casa y aguas negras que serán tratadas en la comunidad, la disposición de basura, entre otros.

Como se puede percibir, existe una gran diferencia entre estas dos comunidades, la cual es denotada por el nivel económico de quienes en ellas residen.

Se presentan imágenes de la ubicación de las comunidades mencionadas:



**Ilustración 1 "Ubicación de los grupos de estudio"**

Fuente: Google Maps, 2012 <sup>1</sup>

En esta imagen se muestra la distancia entre Villa del Campo (punto A) y Rancho Tecate Resort (punto B). En el centro se puede ver la presa del Carrizo la cual se abastece del acueducto que viene desde el Rio Colorado, este acueducto desemboca precisamente en las orillas del Rancho Tecate (otro atractivo del rancho) y llega a la presa por caída natural a través de los cerros. Como se muestra en la siguiente imagen:

<sup>1</sup> Imágenes ©2012 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, GeoEye, Datos del mapa ©2012 Google, INEGI

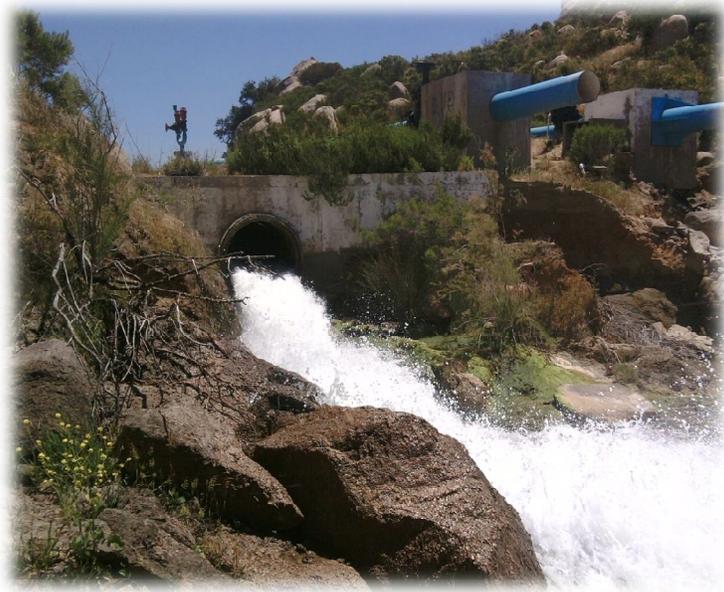


Ilustración 2 "Acueducto Rio Colorado-Tijuana"

Fuente: propia, 2011.

### 2.1.2 Determinación del tamaño de las muestras poblacionales.

La muestra representativa para cada grupo de estudio se calculó de acuerdo a la ecuación siguiente (Camacho-Sandoval, 2008):

$$n = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$$

Ecuación 1 "Tamaño de muestra"

Donde: n=la muestra de los encuestados de cada grupo de estudio, Z= nivel de confianza 95 %, S= desviación estándar (valor para la población fue de 3.24) d= error máximo el valor fue de .5 (Camacho-Sandoval, 2008).

También se determinó el tamaño de la muestra a utilizar según cada población elegida, utilizando el calculador electrónico de la pagina de “The survey system” (el sistema de estudio)<sup>2</sup> con el fin de hacerlo aun más gráfico:

Tamaño de la muestra para Rancho Tecate:

The image shows two screenshots of an online calculator. The top screenshot, titled "Determine Sample Size", shows the following inputs: Confidence Level: 95% (selected), Confidence Interval: 20, Population: 130. The "Calculate" button is highlighted, and the "Sample size needed" field shows 20. The bottom screenshot, titled "Find Confidence Interval", shows the following inputs: Confidence Level: 95% (selected), Sample Size: 20, Population: 130, Percentage: 50. The "Calculate" button is highlighted, and the "Confidence Interval" field shows 20.24.

Figura 1 "Tamaño de muestra Rancho Tecate"

Tamaño de la muestra en Villa del Campo:

The image shows two screenshots of an online calculator. The top screenshot, titled "Determine Sample Size", shows the following inputs: Confidence Level: 95% (selected), Confidence Interval: 20, Population: 110. The "Calculate" button is highlighted, and the "Sample size needed" field shows 20. The bottom screenshot, titled "Find Confidence Interval", shows the following inputs: Confidence Level: 95% (selected), Sample Size: 20, Population: 110, Percentage: 50. The "Calculate" button is highlighted, and the "Confidence Interval" field shows 19.91.

Figura 2 "Tamaño de muestra Villa del Campo"

---

<sup>2</sup> <http://www.surveysystem.com/sscalc.htm>

### **2.1.3 Diseño en implementación de las encuestas.**

Se realizó el diseño de las encuestas de acuerdo con el tamaño de la muestra para poder obtener la mayor cantidad de información en el menor tiempo posible, tratando de evitar el rechazo por parte de los encuestados.

Cabe señalar que la encuesta se diseñó de acuerdo a las utilizadas por Pombo (2003) y por la WSP (2011), ya que estos son cuestionarios validados a nivel local, nacional e internacional (véase formato de las encuestas en **anexos 1**).

Una vez teniendo las encuestas y haberlas aplicado en una muestra piloto para asegurar su entendimiento, se acudió primeramente al Rancho Tecate Resort con el fin de aplicarlas cara a cara, sin embargo y debido a que es un fraccionamiento muy privado con personal que cuida la seguridad e integridad de los habitantes, no se permitió la aplicación directa; por lo que las encuestas se enviaron a los correos electrónicos de los residentes.

En el caso del fraccionamiento de Villa del Campo, las encuestas fueron aplicadas cara a cara sin ningún contratiempo las personas se mostraron abiertas y muy amables al dar las respuestas a las preguntas realizadas, para lo cual se seleccionaron al azar entre dos privadas (conjuntos habitacionales) del fraccionamiento.

También se realizó una pequeña encuesta a 3 personas que ya cuentan con algún sistema de tratamiento de aguas grises (véase **anexo 2**), con el fin de conocer su experiencia y opinión al respecto. De igual manera se realizó una entrevista con el Q. Benigno Medina (Jefe del departamento de aguas residuales de la CESPT), con la intención de conocer su punto de vista respecto a este tema de investigación. En estos casos la apertura para brindar la información solicitada fue completamente positiva.

### **2.1.4 Análisis de los datos.**

Por último los datos obtenidos en las encuestas fueron capturados en el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS por sus siglas en inglés) con el fin de organizarlos y analizarlos de manera adecuada. Después de analizar los datos para conocer el rumbo de estos, se realizaron tablas de contingencia (las más apropiadas por el tipo de preguntas y repuestas realizadas en la encuesta) enseguida se aplicó la prueba estadística de  $\chi^2$  (Chi-

cuadrada) a través de la calculadora en línea<sup>3</sup>. En algunos casos fue necesario aplicar la prueba exacta de Fisher con el fin de sustentar los resultados obtenidos en la prueba de  $\chi^2$ , para lo cual se utilizó igualmente una calculadora en línea<sup>4</sup> usando la siguiente fórmula.

$$p = \frac{(a + b)!(c + d)!(a + c)!(b + d)!}{a!b!c!d!n!}$$

Ecuación 2 "Formula para la prueba de Fisher."

---

<sup>3</sup> <http://www.physics.csbsju.edu/stats/contingency.html>

<sup>4</sup> <http://www.danielsoper.com/statcalc3/calc.aspx?id=29>

## CAPITULO III

### 3.1 RESULTADOS

#### 3.1.1 El contexto.

Al realizar el análisis de los datos obtenidos en las encuestas de Rancho Tecate y de Villa del Campo, se obtuvieron diferentes resultados, encontrando las variables que más influyen en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico.

Primeramente se aclara que debido a la disposición de la gente solo se lograron obtener 22 encuestas contestadas en Rancho Tecate y 30 en Villa del Campo. En este último fraccionamiento se optó por no aplicar más encuestas a fin de evitar una diferencia grande con el primer grupo, lo cual pudo haber generado incertidumbre en el análisis estadístico aplicado.

Durante la aplicación de las encuestas se realizó el protocolo de introducción para denotar a los encuestados la importancia de su participación y la seguridad de su información proporcionada. Cabe mencionar que no se solicitó nombre, teléfono, dirección o ningún otro tipo de dato personal que pudiera incomodar a los encuestados.

Se encuestó a un total de 52 personas, de las cuales 30 fueron mujeres y 22 hombres. Es importante mencionar que a pesar de la diferencia de sexo no se presentó como una variable influyente en las respuestas proporcionadas, al menos no en las que resaltan como importantes en esta investigación, tal y como se puede observar en el siguiente cuadro:

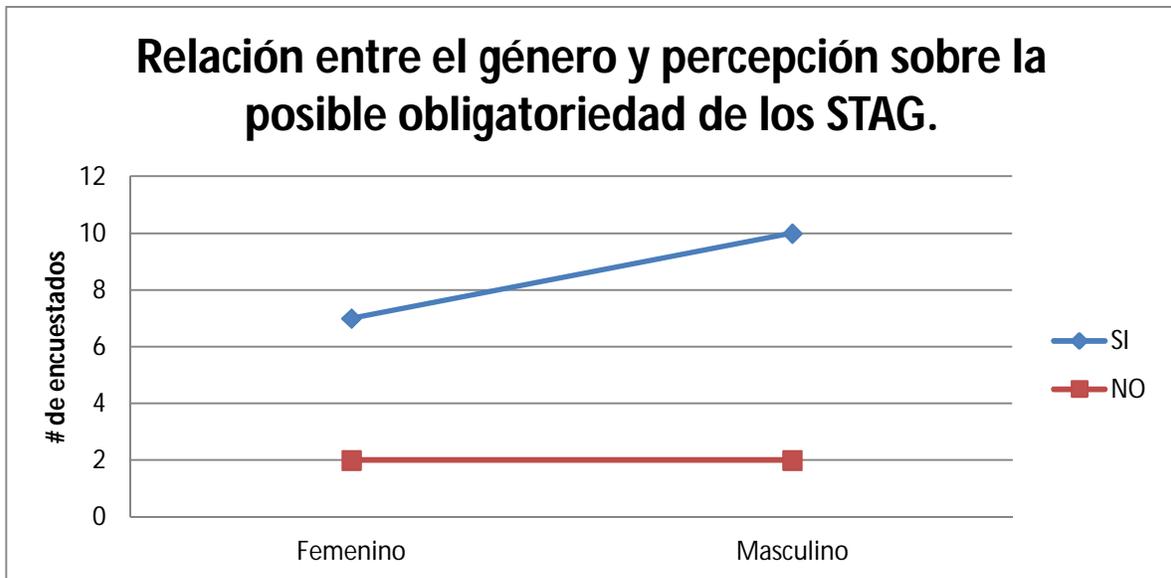
	Femenino	Masculino	
SI	7	10	17
NO	2	2	4
	9	12	21

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 1 "Relación entre el género y percepción sobre la posible obligatoriedad de los STAG" (elaboración propia, 2012).

En esta tabla se verifica la relación entre los tratamientos (columnas) y las respuestas (filas) y se comprueba por medio de una prueba estadística,  $\chi^2$  en este caso; los resultados de dicha prueba fueron los siguientes:

$\chi^2$ : 0.103 <sup>“1”</sup> Grados de libertad: 1 Probabilidad: 0.748



Gráfica 1 “Relación entre el género y percepción sobre la posible obligatoriedad de los STAG”

(elaboración propia, 2012).

**“STAG: sistemas de tratamiento de aguas grises”.**

A partir de este análisis se considera que el sexo no influye en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico.

También se observó que algunas de las variables consideradas para este estudio se mantuvieron constantes por lo cual no fueron tomadas en cuenta para el análisis estadístico.

Estas constantes fueron las siguientes:

<sup>1</sup> “el estadístico mide la diferencia entre el valor que debiera resultar si las dos variables fuesen independientes y el que se ha observado en la realidad. Cuanto mayor sea esa diferencia (y, por lo tanto, el valor del estadístico), mayor será la relación entre ambas variables”.

**Fuente:** <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/chi/chi.asp>

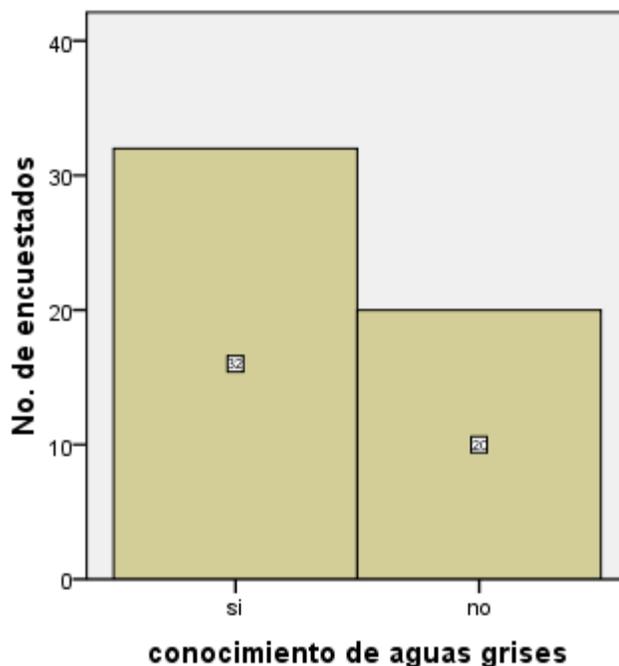
1. El modo de abastecimiento de agua potable (solo uno de los 52 encuestados tuvo una respuesta diferente).
2. Si tuviera la posibilidad adoptaría algún sistema de tratamiento de aguas grises (solo 2 de 52 contestaron que no).

Para el análisis sobre la percepción de la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico se definió como variable independiente la consideración sobre la obligatoriedad de los sistemas de tratamiento de aguas grises para toda la población de Tijuana, ya que debido a que fue la última pregunta en el cuestionario se considera que está más sustentada en el entendimiento de la encuesta y el tema tratado, además de que tuvo mayor variabilidad en las respuestas.

### 3.1.2 El conocimiento del tema de investigación.

#### *Reúso de aguas grises...*

Como parte de la introducción de la encuesta se cuestionó sobre el conocimiento del tema tratado, es decir sobre el concepto de aguas grises, el reúso de aguas grises y los sistemas de tratamiento de aguas grises. En general se encontró lo siguiente:



Gráfica 2 "Conocimiento del tema de investigación" (elaboración propia, 2012).

En la encuesta realizada se encuentra que más del 60% de los encuestados conocen sobre el concepto de aguas grises más del 80% conocen sobre el reúso de aguas grises y más del 50% conocen de los sistemas de tratamiento para este fin. Este conocimiento en la mayoría facilitó la aplicación de la encuesta para que esta fuera contestada en su totalidad; de cualquier modo se dio una introducción sobre los conceptos a las personas que no conocían estos términos, pues algunos conocen del tema pero bajo otros conceptos.

Cabe señalar que el 100% de los encuestados en Rancho Tecate respondieron conocer del tema del reúso de aguas grises. Aunado a esto Rancho Tecate presentó un mayor porcentaje de alto grado de estudios.

Es precisamente por esta razón que el conocimiento se relaciona directamente con el nivel educativo de las personas, tal y como se puede percibir en la siguiente tabla de contingencia:

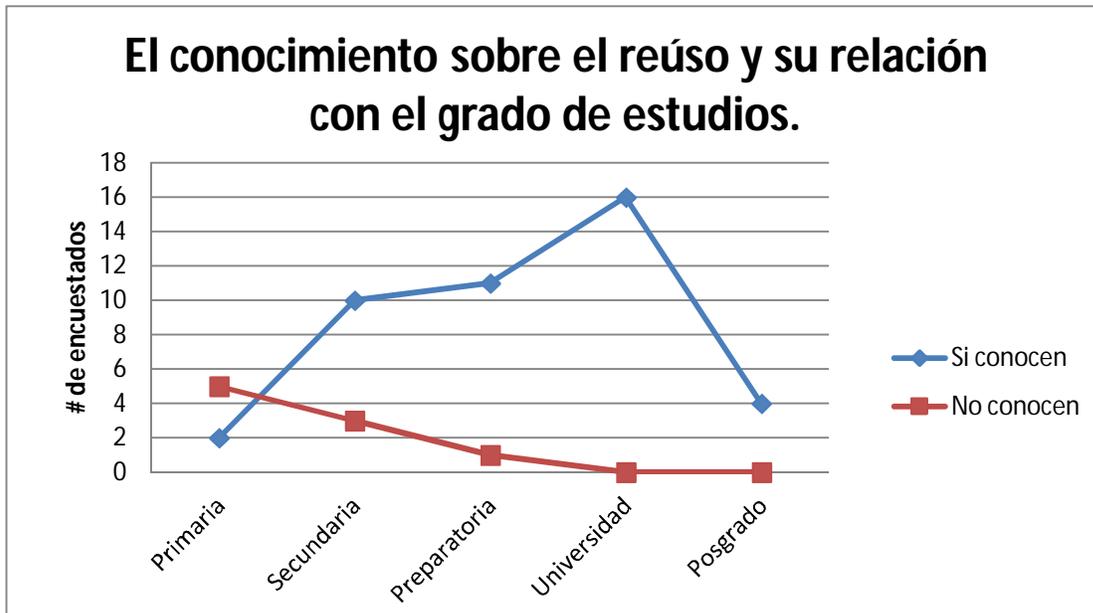
	Si conocen	No conocen	Totales
Primaria	2	5	7
Secundaria	10	3	13
Preparatoria	11	1	12
Universidad	16	0	16
Posgrado	4	0	4
	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>52</b>

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 2"El conocimiento sobre el reúso y su relación con el grado de estudios" (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 19.5 Grados de libertad: 4 Probabilidad: 0.001

Estos resultados se pueden interpretar mucho mejor a través del a siguiente gráfica donde la visión del comportamiento de los datos es más clara.



Gráfica 3 "El conocimiento sobre el reúso y su relación con el grado de estudios"

(Elaboración propia, 2012).

Entre mayor es el grado de estudios mayor es el conocimiento de estos temas. Por esa razón es muy importante considerar estas ventajas o limitaciones cuando se proponga implementación de algún sistema de tratamiento de aguas grises domésticas. Inclusive cuando se dirijan campañas sobre el cuidado del agua a la población con diferentes grados de estudios.

En este análisis la relación encontrada entre el conocimiento del tema y el grado de estudios se relaciona también con el nivel socioeconómico, pues Rancho Tecate (como población estudiada por su nivel socioeconómico alto), presentó el mayor grado de estudios entre las dos poblaciones estudiadas. Esta información puede servir de base para la toma de decisiones en los organismos operadores de agua respecto a las campañas de educación y cultura del agua, con el fin de dirigir la información de manera adecuada al grupo social indicado, y así tener mayor impacto y mejores resultados en las mismas.

Esta información es útil también para saber en qué grupo social influye más el nivel educativo respecto a la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico; más adelante se analiza la relación de estos resultados con dicha percepción.

*“El contexto y características del sector residencial... conforman una base de experiencias y conocimiento, la que se asume que influye razonablemente en su comportamiento y percepciones en torno al uso y gestión del agua en cada ciudad.” –Castro y Sánchez (2011, p227).*

Sin embargo se encontró **relación entre el conocimiento sobre el reúso de aguas grises y el nivel socioeconómico**, tal y como se muestra en la siguiente tabla de contingencia:

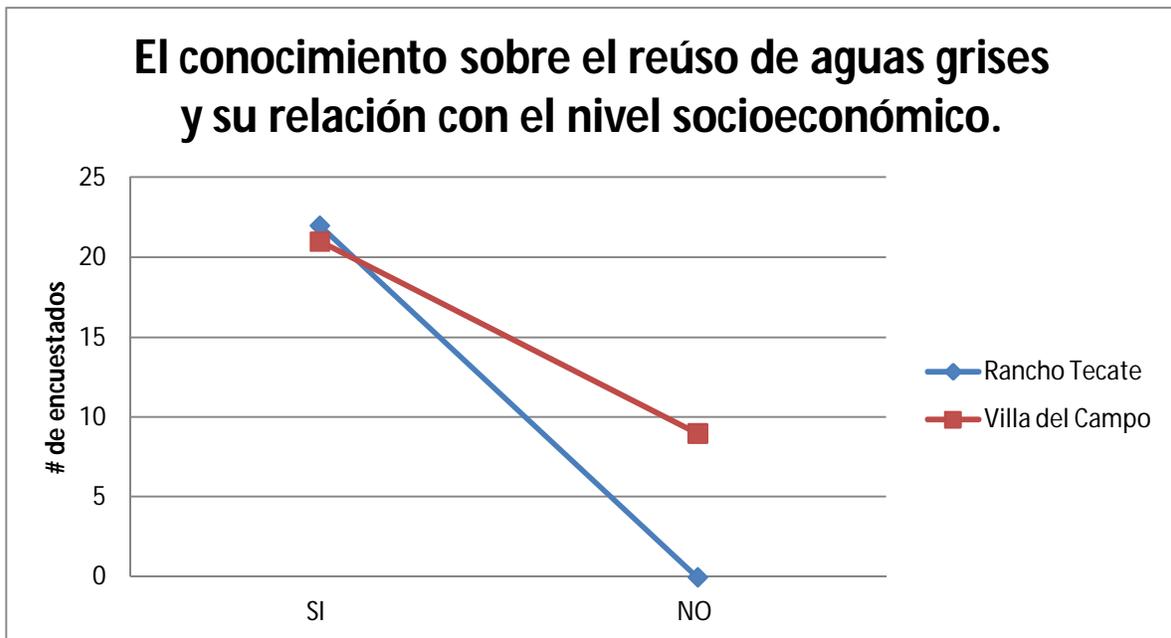
	Rancho Tecate	Villa del Campo	Totales
SI	22	21	43
NO	0	9	9
	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>52</b>

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 3“El conocimiento sobre el reúso de aguas grises y su relación con el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 7.98    Grados de libertad: 1    Probabilidad: 0.005

Por medio de esta tabla de contingencia y la prueba estadística aplicada, se puede percibir la relación que hay entre los tratamientos y las respuestas, la diferencia entre los dos grupos sociales estudiados respecto a su conocimiento sobre el reúso de aguas grises y el nivel socioeconómico da cada uno, es considerable para este estudio, y el resultado observado da una dirección sobre lo que pudiera aplicarse en otros casos de estudio similares.



Gráfica 4 "El conocimiento sobre el reúso de aguas grises y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

A pesar de que los dos grupos aparentan una tendencia del mismo tipo respecto al conocimiento del reúso de aguas grises, en la prueba estadística aplicada ( $X^2$ ), se determinó que si existe una diferencia entre grupos, pues Villa del Campo presenta una diferencia significativa respecto a los que no conocen del tema.

### 3.1.3 Los sistemas de tratamiento de aguas grises...

A pesar de tener conocimiento sobre el concepto de aguas grises y su reúso, el porcentaje de encuestados con conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises domésticos no era concebido de la misma manera.

En un estudio realizado por el Castro y el Sánchez (2011), señalan que 37.10% de los encuestados en la ciudad de Tijuana, usan dispositivos ahorradores de agua (sobre todo para regular el consumo en las regaderas).

En las encuestas realizadas se encontró que un 68.2% en Rancho Tecate y 43.33% en Villa del Campo de los encuestados tienen conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de

aguas grises doméstico, mientras que un 59.1 y 56.67% usan algún método para ahorrar agua. Cabe mencionar que a diferencia del estudio realizado en el 2011 por Castro y Sánchez, las encuestas de esta investigación fueron realizadas a residentes que están más relacionados con las eco tecnologías de acuerdo al concepto de cada fraccionamiento, tal como se explicó en la selección de las poblaciones a estudiar.

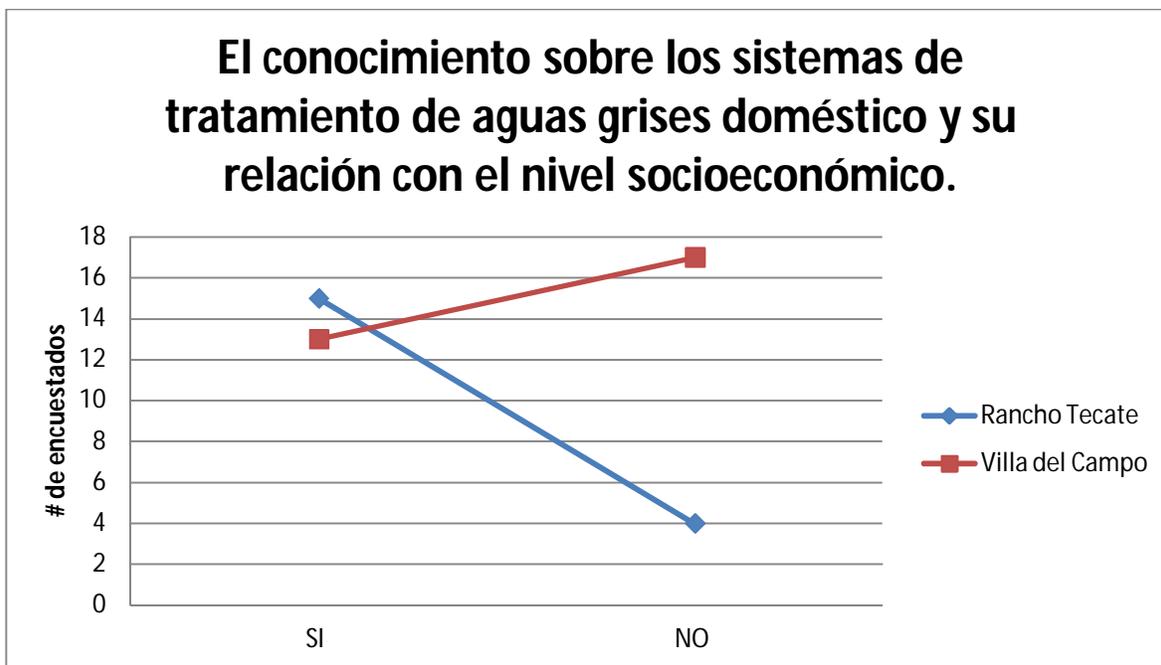
Al observar estos resultados, se buscó verificar la existencia de alguna relación entre el conocimiento de los sistemas de tratamiento de aguas grises y el nivel socioeconómico, para lo cual se encontró lo siguiente:

	Rancho Tecate	Villa del Campo	Totales
SI	15	13	28
NO	4	17	24
	22	30	52

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 4 "El conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 3.15 Grados de libertad: 1 Probabilidad: 0.076



Gráfica 5 "El conocimiento sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

De acuerdo con este estudio, existe una relación directa entre el grado de conocimiento del tema de los sistemas de tratamiento de aguas grises domésticos y el nivel socioeconómico, lo que se observa claramente a través de la figura 3.4 la diferencia a la que tiende cada grupo. En tanto en Rancho Tecate es mayor el porcentaje de encuestados con conocimiento del tema, en Villa del Campo tiende a ser mayor el porcentaje de los que **no** conocen del tema.

Algo adicional que se encontró en este análisis es que el conocimiento de los sistemas de tratamiento de aguas grises domésticos no depende del nivel educativo de los encuestados.

Otro dato interesante es que el conocimiento que se tenga sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises no asegura la adopción de alguno, ya que existen otras variables que influyen en esta posible decisión, como se muestra en el siguiente cuadro que explica la relación entre los que si conocen sobre el tema (columnas) y la consideración sobre si debería ser obligatorio el uso de algún sistema de tratamiento de aguas grises (filas):

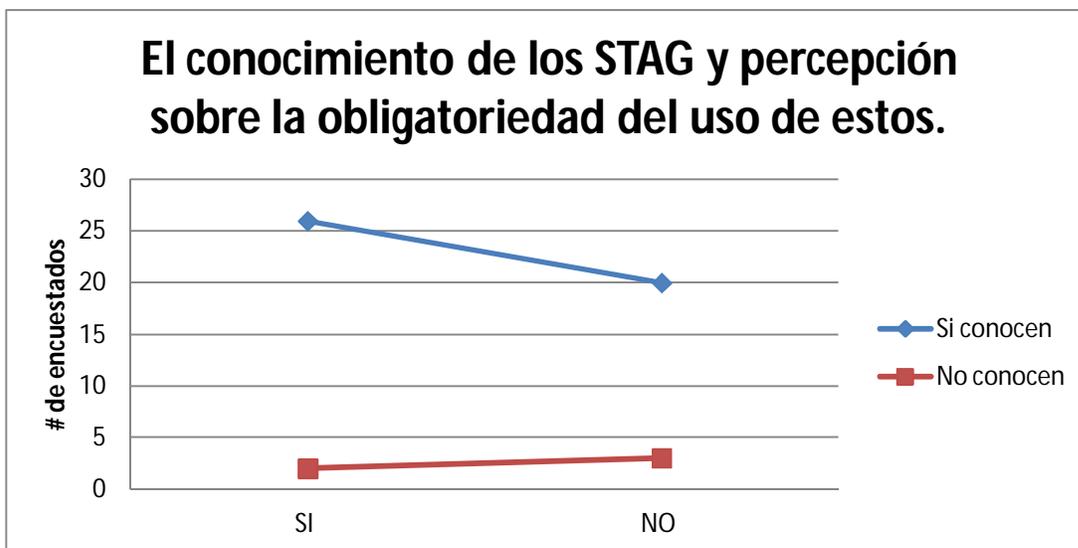
	Si conocen	No conocen	Totales
SI	26	2	28
NO	20	3	23
	<b>46</b>	<b>5</b>	<b>51</b>

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 5 "El conocimiento de los STAG y percepción sobre la obligatoriedad del uso de estos" (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 0.497    Grados de libertad: 1    Probabilidad: 0.481

En este análisis se puede notar que no existe relación entre los grupos que conocen y los que no conocen sobre el tema de los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico y sus respuestas respecto a que si consideran que debe ser obligatorio el uso de algún sistema de tratamiento. Esto infiere que el hecho de conocer sobre alguna tecnología no determina su aceptación. Existen otros factores que pueden influir en la decisión de la adopción de la misma.



Gráfica 6 “El conocimiento de los STAG y percepción sobre la obligatoriedad del uso de estos” (elaboración propia, 2012).

**“STAG: sistemas de tratamiento de aguas grises”.**

En conclusión, aunque el conocimiento es muy importante para adoptar alguna nueva tecnología, en este caso no es una determinante para aceptar o rechazar el uso y aceptación de la misma. Los resultados sobre el conocimiento del tema aquí reflejados son útiles para los tomadores de decisiones y/o empresarios que deseen implementar el uso de sistemas de tratamiento de aguas grises, para que realicen una campaña mejor sustentada de educación y cultura del agua en relación al uso de algún sistema de tratamiento.

### **3.2 LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA PERCEPCIÓN SOBRE LA ADOPCIÓN DE ALGÚN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES DOMÉSTICO.**

*“Como instrumento práctico, la maquina ha complicado de manera enorme el medio ambiente” –Mumford (1979)*

Es posible que ahora la maquina ayude a reparar los daños hechos al medio ambiente, pero es necesario determinar las condiciones y factores necesarios para lograrlo.

En el principio de esta investigación se planteó la hipótesis acerca de los factores que probablemente interfieran en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico. Se propuso que los posibles factores que influyen en esta percepción:

- El nivel socioeconómico.
- El nivel educativo.
- La presión ambiental.
- La presión legal.

Al determinar que las dos poblaciones que se eligieron ya tenían por si solas la diferencia en el nivel socioeconómico, se busca determinar qué relación tienen estos grupos con las variables económicas que pudieran determinar la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises. En seguida se verifica dicha relación entre variables y los grupos encuestados.

#### **3.2.1 La disposición a pagar según nivel socioeconómico.**

En ocasiones aunque se tenga la voluntad para adoptar alguna nueva tecnología, es probable que no se cuente con la capacidad económica para adquirirla. Por lo cual se consideró importante tomar en cuenta la voluntad de pago de los encuestados según su nivel socioeconómico.

Los precios establecidos en la encuesta fueron tomados de la investigación sobre los sistemas de tratamiento de aguas grises y su comercialización (Soto, 2010), donde se ejemplifican algunos sistemas de tratamiento domésticos que se comercializan en México y otros países, en base a esta información se aplicaron las preguntas respecto a la disposición a pagar ciertos precios.

	RANCHO TECATE RESORT	VILLA DEL CAMPO	TOTALES
Pagaría 3-7mil	19	26	45
Pagaría 11mil	17	12	49
Pagaría 15mil	17	8	25
Pagaría 21mil	12	4	16
	<b>65</b>	<b>50</b>	<b>115</b>

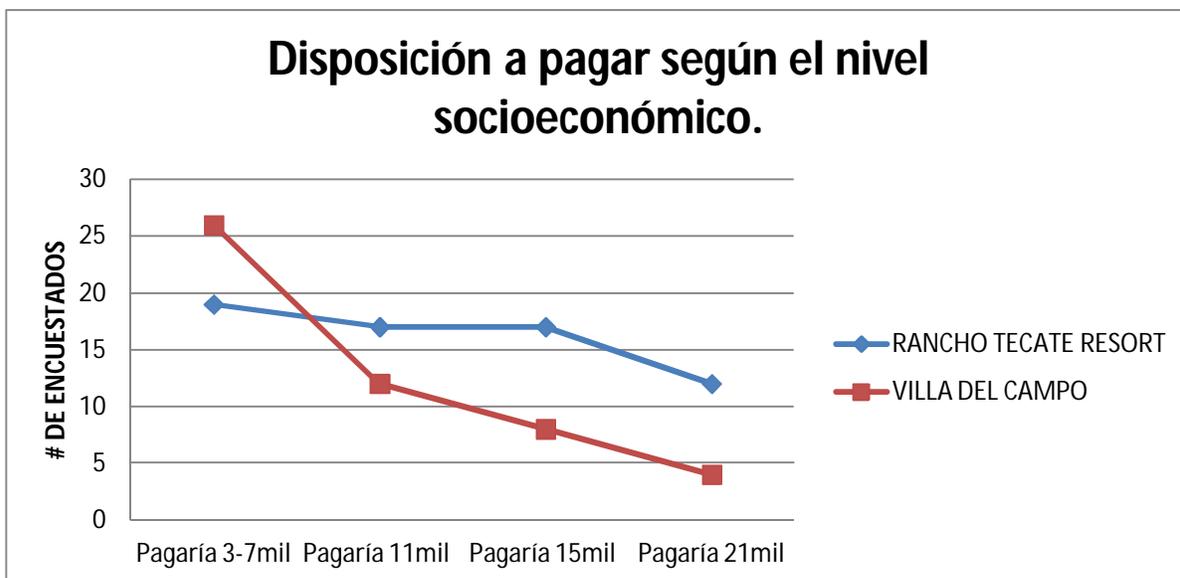
Datos observados en trabajo de campo

Tabla 6 “Disposición a pagar según el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 7.37    Grados de libertad: 3    Probabilidad: 0.061

Aunque puede resultar lógica la relación entre el nivel socioeconómico y la disposición a pagar era necesario comprobarlo, sin embargo durante el proceso de la encuesta se recibieron comentarios adicionales, sobre la abierta disposición de Villa del Campo para adoptar un sistema de tratamiento a un mayor precio siempre y cuando existieran facilidades y el impacto económico y ambiental fuera considerablemente positivo.

En la gráfica siguiente se detalla este análisis:



Gráfica 7 “Disposición a pagar según el nivel socioeconómico” (Elaboración propia, 2012).

Se puede notar que hay una caída brusca en la población de Villa del Campo en el primer aumento de precio de \$7,000 a \$11,000 pesos (cabe mencionar que el orden de las preguntas respecto a precios fue de mayor a menor en los dos grupos). Sin embargo en la población de Rancho Tecate Resort la disposición a pagar se mantiene casi constante hasta los \$15, 000 pesos. En el costo más alto tiene una ligera caída pero no muestra gran diferencia. Esto nos lleva a concluir que la población con nivel socioeconómico alto tiene mayor disposición a adquirir un sistema de tratamiento de aguas grises sin que el costo influya en gran manera, lo que por el contrario es para la población de nivel socioeconómico medio-bajo como lo es Villa del Campo.

De acuerdo a lo que se puede observar en la gráfica, se podría deducir que en el cruce que se da entre el comportamiento de los dos grupos, el precio probable a pagar por los dos niveles socioeconómicos estaría entre los 7 mil y 11 mil pesos, probablemente unos 9mil pesos. Pero esto queda abierto para comprobarlo en otra investigación, ya que determinar el precio aceptado de algún producto por el mercado es otro tema que requiere de una mayor investigación.

### 3.2.2 La percepción sobre la obligatoriedad del uso de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico.

Aunque la mayoría de las personas encuestadas se mostraron dispuestas a adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises domésticas si se encontró una diferencia en el grupo de Rancho Tecate respecto a la consideración sobre la obligatoriedad del uso de estos, ya que aunque bajo, existe un número de encuestados que no estarían de acuerdo en su imposición por mucho que fuera el beneficio, esta negación se relaciona con la presión legal impuesta en esa comunidad (lo cual se detalla más adelante).

Un dato interesante es que Villa del Campo, a pesar de su nivel socioeconómico, muestran una alta disposición a aceptar una implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento en su comunidad, con la condición de que existan facilidades de adquisición del mismo.

	RANCHO TECATE RESORT	VILLA DEL CAMPO	TOTALES
Si	17	29	46
No	4	1	5
	21	30	51

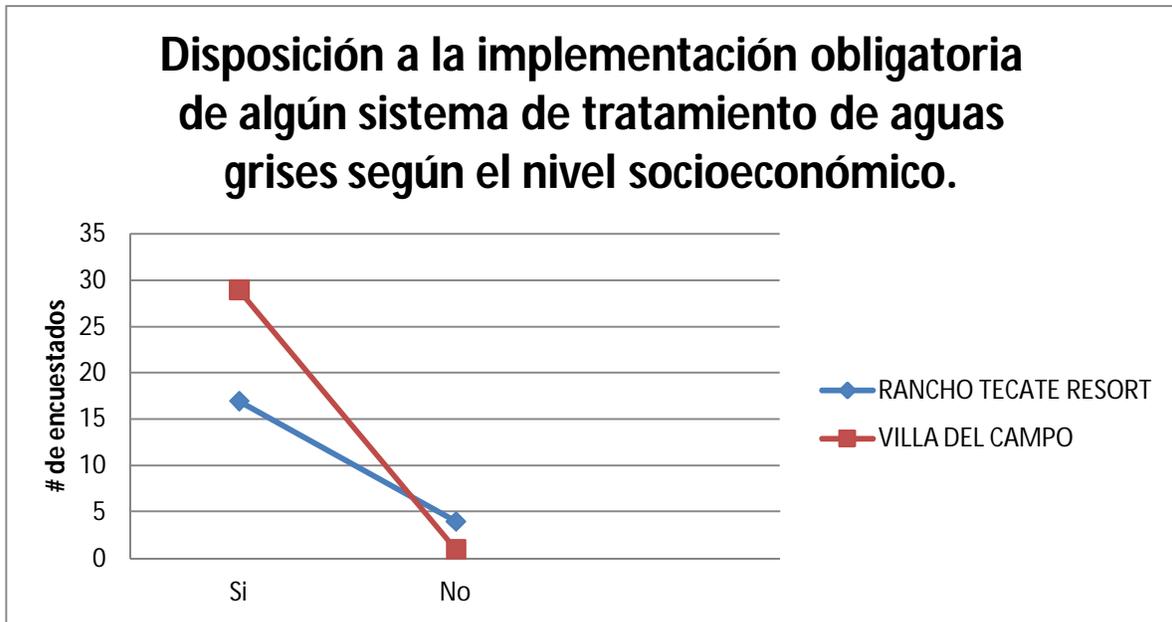
Datos observados en trabajo de campo

Tabla 7 "Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012).

#### Tabla 3.7

$\chi^2$ : 4.81 Grados de libertad: 2 Probabilidad: 0.090

Aunque no muy alta, pero si existe una relación entre los grupos y sus respuestas. A diferencia de lo que se esperaba, Rancho Tecate mostró una mejor disposición a la implementación obligatoria según su nivel socioeconómico. En el caso de Villa del Campo se tuvo una aceptación casi total.



Gráfica 8 "Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012).

Si bien Castro y Sánchez (2011) concluyen que la población/usuarios aun no tienen una participación directa en la toma de decisiones de los organismos encargados del agua y saneamiento de la ciudad, considero que es de vital importancia tomar en cuenta la voz y sentir de los usuarios para que junto con ellos se pueda implementar planes estratégicos para mejorar la seguridad hídrica tanto de Tijuana como de otras ciudades que padecen los resultados de la escasez del vital líquido.

### 3.2.3 Posibles razones para adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico.

Se les preguntó a los encuestados cual de las razones propuestas era la que más podría influir en su posible decisión de adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico y estos fueron los resultados encontrados:

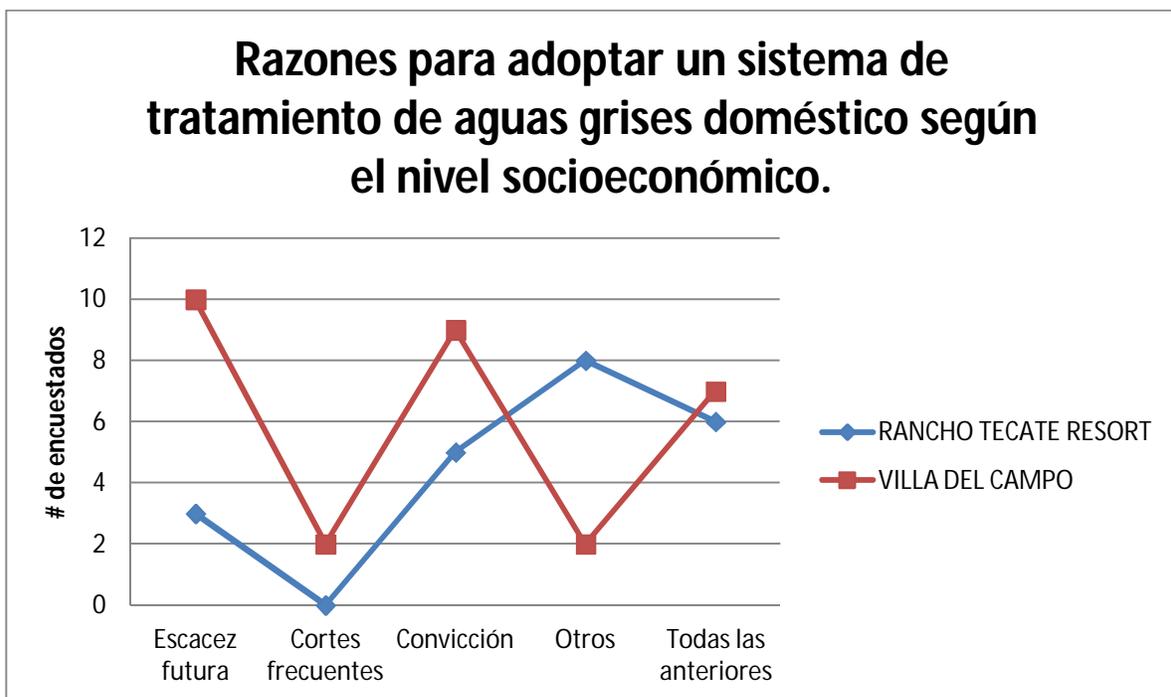
	RANCHO TECATE RESORT	VILLA DEL CAMPO	TOTALES
Escasez futura	3	10	13
Cortes frecuentes	0	2	2
Convicción	5	9	14
Otros	8	2	10
Todas las anteriores	6	7	13
	22	30	52

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 8 "Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 9.59 Grados de libertad: 4 Probabilidad: 0.048

De acuerdo al análisis realizado, existe una fuerte relación entre las razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises y el nivel socioeconómico de cada grupo de estudio. Estas razones se detallan en la siguiente gráfica:



Gráfica 9 "Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico según el nivel socioeconómico" (Elaboración propia, 2012).

En esta gráfica se denotan varios contrastes entre las opiniones de las dos poblaciones estudiadas, mientras que para Rancho Tecate la escasez futura no es una razón que influya en su percepción sobre la adopción de un sistema de tratamiento de aguas grises, para Villa

del campo si lo es. Lo cual despierta una pregunta ¿la seguridad económica que tiene la clase alta les da también una mayor seguridad hídrica?, esto puede dar pie a una investigación más profunda para conocer la respuesta y sus posibles causas. Las dos poblaciones mantienen una similitud en las razones sobre los cortes frecuentes (ya que al parecer no padecen tanto de este problema), la convicción y todas las anteriores. Sin embargo se denota también una gran diferencia entre las dos poblaciones en el punto de "otros", cabe mencionar que en los comentarios adicionales de este punto durante las encuestas la mayoría mencionó que "otros" se referían a la cuestión del ahorro económico que esto podría representar en su consumo de agua, por lo cual se puede inferir que debido a que Villa del Campo consume en su mayoría la tarifa mínima, el ahorro económico en el consumo no aplica, pues no recibirían un descuento adicional por consumir menos agua. También se concluye que la presión ambiental respecto al recurso hídrico si es un factor que influye en el nivel social medio-bajo.

### 3.2.4 El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico.

También esta relación puede resultar lógica, entre más alto es el nivel socioeconómico es probable que tengan mayor espacio en la vivienda para almacenar agua tratada en caso de ser necesario. A continuación la comprobación estadística:

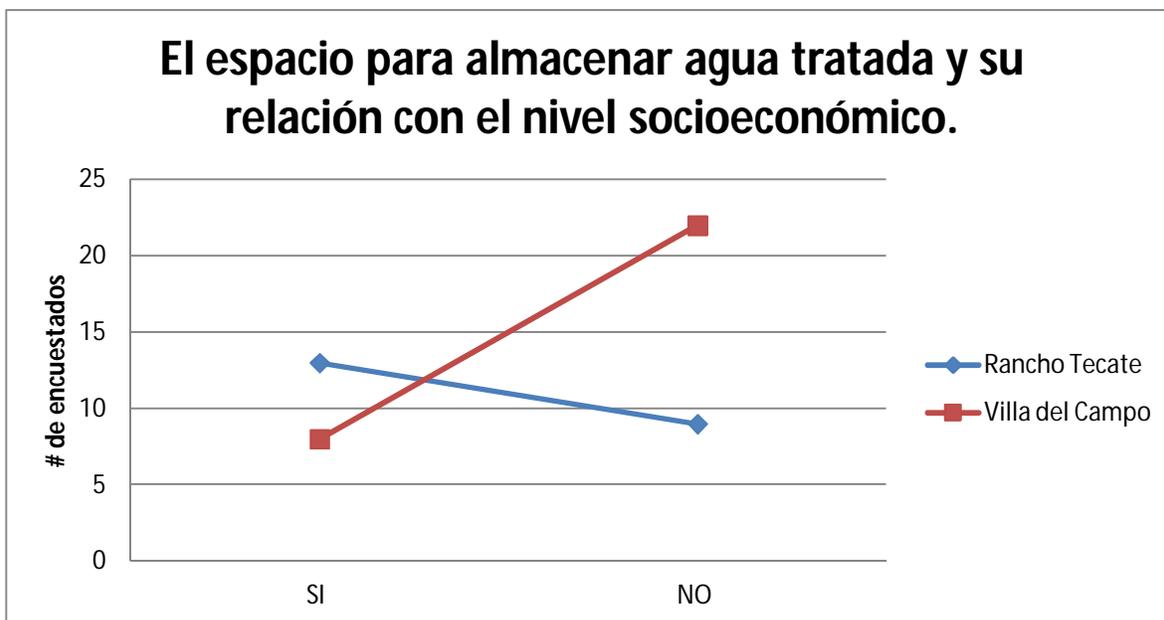
	Rancho Tecate	Villa del Campo	Totales
SI	13	8	21
NO	9	22	31
	22	30	52

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 9 "El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 5.54    Grados de libertad: 1    Probabilidad: 0.019

El resultado comprueba la relación directa entre los grupos y las repuestas y se concluye que entre mayor sea el nivel socioeconómico, mayor espacio tendrán en su vivienda para almacenar agua tratada. En la siguiente gráfica esta conclusión se visualiza mejor:



Gráfica 10 "El espacio para almacenar agua tratada y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

Esta gráfica muestra resultados interesantes, que concluyen que el espacio para almacenar agua está relacionado con el nivel socioeconómico, esto debido a la capacidad económica que diferencia a las dos comunidades para adquirir mayor extensión de terreno en sus viviendas. En los resultados sobre el espacio para almacenar agua tratada se mostró una clara división entre Rancho Tecate y Villa del Campo, ya que lo que se consideraba variable se volvió constante, el 100% de los encuestados sin espacio son de Villa del Campo y el 95.5% de los encuestados con espacio son de Rancho Tecate (un encuestado no contestó esta pregunta).

### 3.2.5 La disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio con que se cuenta para almacenar agua tratada.

Bajo el análisis de esta misma variable (el espacio para almacenar agua tratada), se observa que esta es también una determinante para la disposición a la implementación obligatoria de los sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares, según se observa en la siguiente tabla:

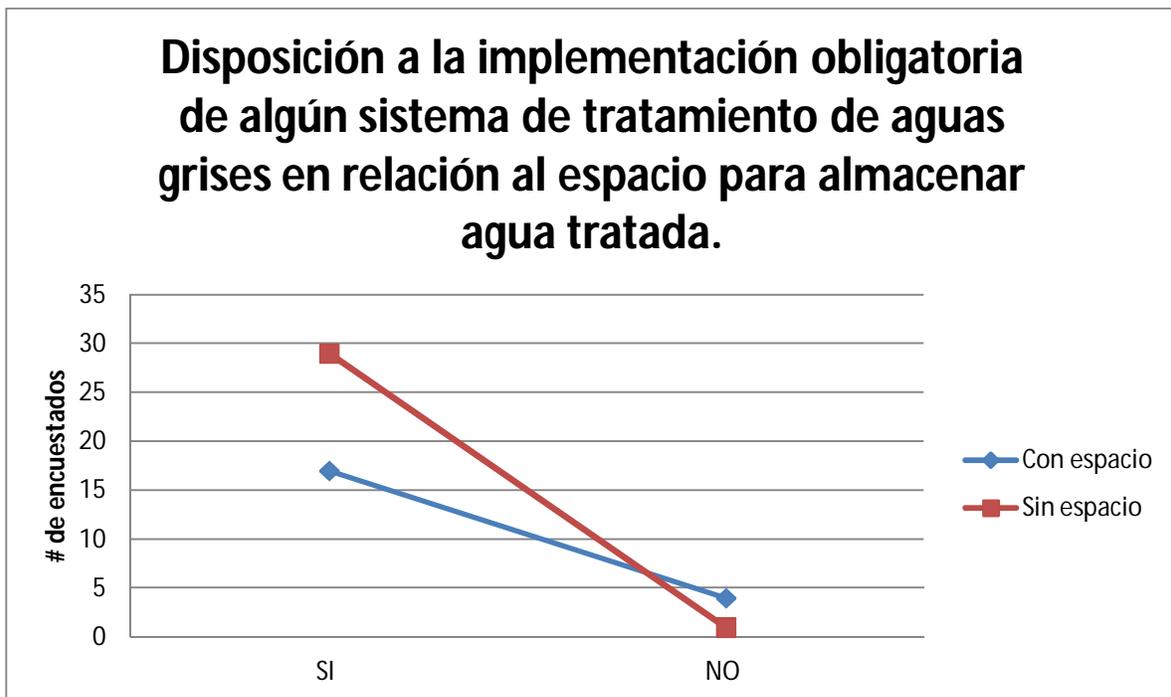
	Con espacio (Rancho Tecate).	Sin espacio (Villa del Campo).	Totales
SI	17	29	46
NO	4	1	5
	21	30	51

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 10 "Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio para almacenar agua tratada" (Elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 3.45 Grados de libertad: 1 Probabilidad: 0.063

Fisher: 0.07643483



Gráfica 11 "Disposición a la implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises en relación al espacio para almacenar agua tratada" (Elaboración propia, 2012).

Es claro el resultado desplegado en esta tabla, donde se determina que las personas que cuentan con espacio para almacenar agua tratada están dispuestas a adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises; sin embargo las que no cuentan con espacio para almacenar agua tratada también están mayormente dispuestas a adoptar algún sistema de tratamiento lo cual infiere que es probable que aun a pesar de no tener espacio existen otras variables

que influyen más en su percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises.

### 3.2.6 El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico.

Otra de las variables que se relacionó con el nivel socioeconómico fue la del uso de métodos para ahorrar agua en el hogar para lo cual se encontró lo siguiente:

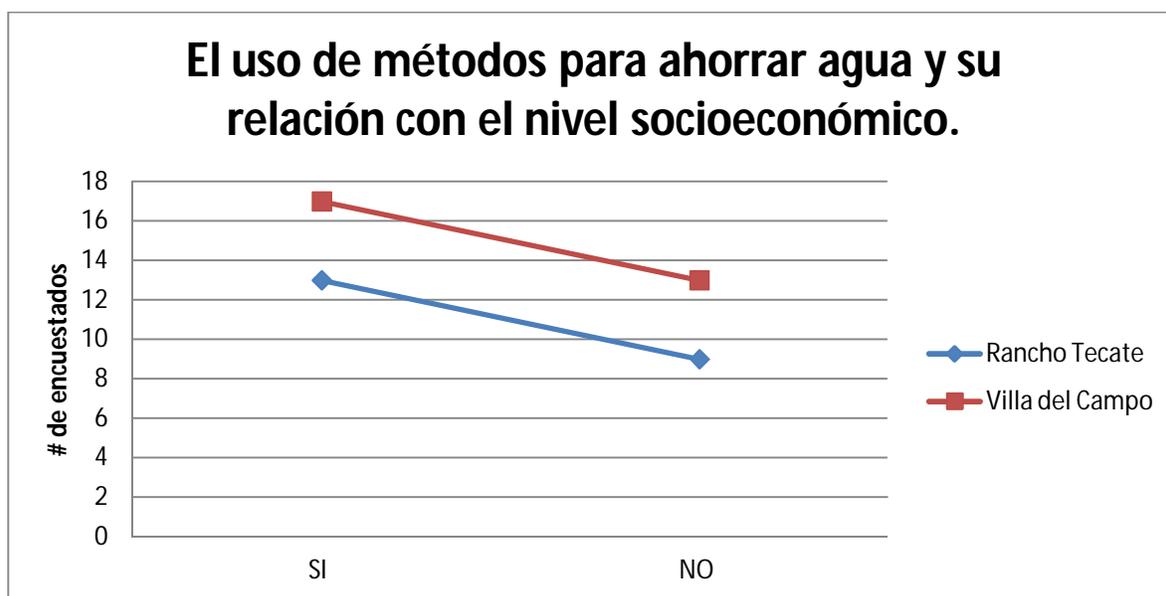
	Rancho Tecate	Villa del Campo	Totales
SI	13	17	30
NO	9	13	22
	22	30	52

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 11 "El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 0.306 Grados de libertad: 1 Probabilidad: 0.861

Aunque probablemente no era lo que se esperaba, se puede observar que el uso de métodos para el ahorro de agua no está relacionado con el nivel socioeconómico, ya que los resultados se mantienen similares en los dos grupos de estudio. Pero se puede interpretar mejor a través de la siguiente gráfica:



Gráfica 12 "El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el nivel socioeconómico" (elaboración propia, 2012).

La diferenciación de los niveles socioeconómicos en relación al uso de métodos para ahorrar agua dio como resultado que tiene un mismo comportamiento en los dos grupos de estudio. Es decir, que el nivel socioeconómico no es una variable que influya en la aplicación de métodos para ahorrar agua, así que se determinará si otras variables pueden influir en esta decisión.

### 3.2.7 Uso de métodos para ahorrar agua según el número de baños en casa.

También se analizó la posibilidad de que hubiese una relación entre el uso de métodos para ahorrar agua y el número de baños que se tienen en casa, lo cual arrojó el siguiente resultado:

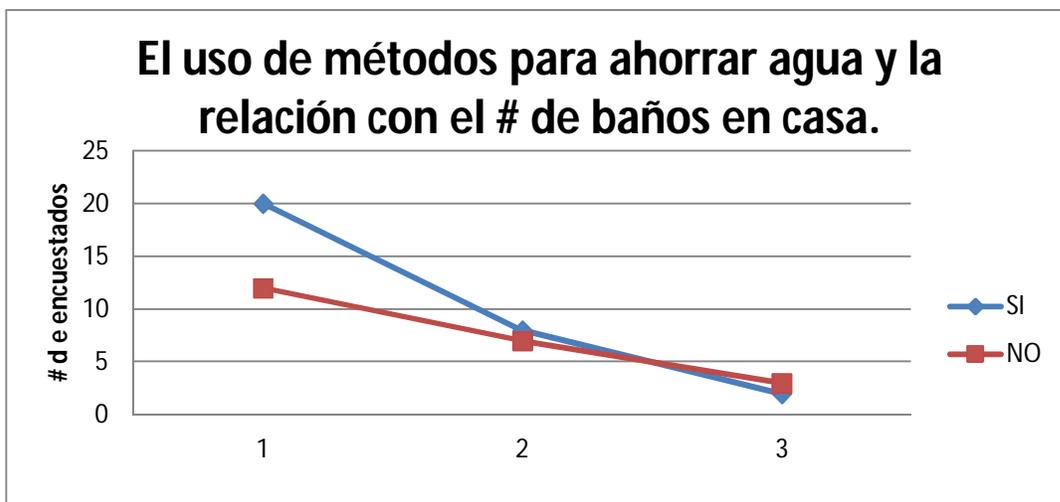
# baños/usa métodos de ahorro	1	2	3	Totales
SI	20	8	2	30
NO	12	7	3	22
Totales	32	15	5	52

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 12 "El uso de métodos para ahorrar agua y la relación con el # de baños en casa" (Elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 1.06 Grados de libertad: 2 Probabilidad: 0.588

De los 32 encuestados que cuentan con 1 baño en su hogar, 30 son de Villa del Campo, es decir que el 100% de los encuestados en Villa del Campo solo cuentan con un baño en su hogar. Sin embargo se muestra que el número de baños no es una determinante para el uso de algún método de ahorro de agua en el hogar.



Gráfica 13 “El uso de métodos para ahorrar agua y la relación con el # de baños en casa” (Elaboración propia, 2012).

Al momento de realizar este análisis y descartar la relación existente entre estas dos variables, se infiere entonces que puede haber otra **relación entre los que utilizan algún método para ahorrar agua y el número de habitantes** tal y como se verá a continuación.

	1	2	3	4	5	Totales
SI	1	8	4	8	9	30
NO	1	6	9	3	2	21
Totales	2	14	13	11	11	51

Tabla 13 “El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el número de habitantes en el hogar” (elaboración propia, 2012).

$\chi^2$ : 7.58    Grados de libertad: 4    Probabilidad: 0.108



Gráfica 14 "El uso de métodos para ahorrar agua y su relación con el número de habitantes en el hogar" (elaboración propia, 2012).

Al realizar el análisis de la relación entre el número de habitantes en los hogares (sin importar el nivel socioeconómico porque se encontró que esta variable no influye), con el uso de métodos para ahorrar agua, se pudo inferir que entre mayor es el número de habitantes se vuelve positivo el uso de métodos para el ahorro de agua en los hogares. Solo se pudo notar una oposición entre los hogares que tienen 3 habitantes ya que 17.3% de los encuestados con 3 habitantes en el hogar contestaron que no usan métodos para ahorrar agua, de los cuales un 13.33% de los encuestados en Villa del Campo y 22.7% de Rancho Tecate son los que grafican este escenario, esto infiere que estos pueden ser casos aislados que marcan una variación en la tendencia.

### 3.2.8 La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises y su relación con la existencia de reglamentos al respecto (presión legal).

Otro de los factores que se propuso como determinante en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico fue la presión legal respecto a este tema algo que destacó como diferencia entre los dos grupos de estudio.

El análisis de estas variables se muestra en la tabla siguiente:

	RANCHO TECATE RESORT	VILLA DEL CAMPO	TOTALES
Si	17	29	46
No	4	1	5
	21	30	51

Datos observados en trabajo de campo

Tabla 14 "La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises depende de la presión legal" (elaboración propia, 2012).

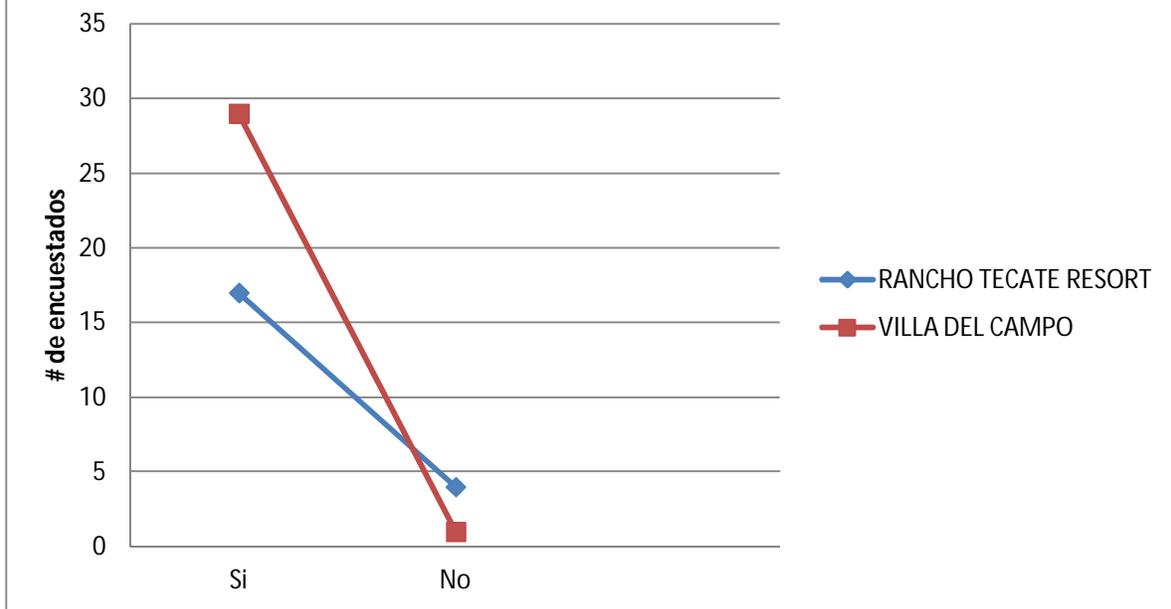
$\chi^2$ : 3.45 Grados de libertad: 1 Probabilidad: 0.063

En la presente tabla se diferenciaron las dos poblaciones con la existencia y la carencia de reglamento que obligue al uso de algún sistema de tratamiento de aguas grises, pues Rancho Tecate cuenta con reglamento de este tipo para los residentes, pero Villa del Campo no. De aquí se infiere que por lo menos en la población de nivel socioeconómico alto, la presión legal no es una determinante para adoptar un sistema de tratamiento.

Debido a que los valores de la tabla teórica es menor a 5 se aplicó la prueba de **Fisher** la cual nos dio como respuesta **0.07643483**, que indica que si hay una diferencia significativa entre los grupos. Y se concluye que se puede presentar un resultado de rechazo en las poblaciones que ya tienen reglamento.

Este resultado se plasma de mejor manera en la siguiente gráfica:

## La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises depende de la presión legal.



Gráfica 15 "La disposición a la implementación obligatoria de sistemas de tratamiento de aguas grises depende de la presión legal" (elaboración propia, 2012).

Los resultados encontrados en este análisis fueron bastante enriquecedores para la investigación, pues se encontraron respuestas que aunque probablemente se consideraban lógicas de acuerdo al prejuicio, resultaron ser distintas.

### **3.3 LA EXPERIENCIA DE LOS USUARIOS ACTUALES DE ALGÚN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES DOMÉSTICO.**

El fin de estas encuestas a los usuarios actuales de algún sistema de tratamiento de aguas grises es conocer la experiencia y opinión respecto al tema central de la investigación. Solo 3 personas contestaron esta encuesta y los comentarios principales fueron los siguientes:

- ✓ Los encuestados indicaron que reutilizan las aguas grises, tanto tratadas como no tratadas.
- ✓ La reutilizan en el inodoro y jardín principalmente, prefieren no tener contacto directo con el agua tratada.
- ✓ Los sistemas de tratamiento que usan son naturales, mecánicos y químicos.
- ✓ A lo cual señalan como una desventaja el alto costo de mantenimiento.
- ✓ Otra desventaja es el mal olor que genera el hecho de almacenar el agua para ser tratada y los residuos generados después del tratamiento.
- ✓ Las razones principales por la cual utilizan estos sistemas es por la convicción propia y por el cuidado al ambiente.
- ✓ El ahorro económico no es tan representativo en dos de los casos estudiados, pues el costo de mantenimiento de los sistemas de tratamiento resultan ser más costosos que el ahorro en agua y dinero que pueda representar, así que lo utilizan mas por convicción en estos dos casos.

Esta información puede dar una idea de los requisitos que se deben considerar para adoptar un sistema de tratamiento y que su implementación no sea un fracaso por no cumplir con las expectativas de los usuarios.

### **3.4 LA OPINIÓN DE LA COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TIJUANA (CESPT).**

Esta entrevista se realizó el día 28 de Febrero de 2012 en las instalaciones de la CESPT ubicadas en el boulevard Federico Benítez. La entrevista iba a ser hecha al Ing. Juan Tamayo, sin embargo el nos canalizó con el jefe del departamento de aguas residuales el Q. Benigno Medina, quien es el encargado de este tema.

En seguida se enumeran los comentarios más importantes de esta entrevista, por parte del Q. Benigno Medina:

1. El percibe que la gente hace un uso más eficiente del agua, probablemente sea debido al costo tan alto del agua ya que la gente busca ahorrar (el ahorro no es tanto por cuidado al ambiente). Esta percepción es porque el consumo actual de agua en la población de Tijuana es igual a la del 2007, a pesar de que de ese año a la fecha han aumentado 50 mil cuentas (conexiones a la red de agua potable).
2. El reúso de aguas grises domésticas puede darse por medio de algún sistema de tratamiento si es que se requiere obtener una calidad de acuerdo a la norma para contacto humano, pero como esto es mucho más costoso, la gente prefiere reusarla sin ser tratada solo para riego de jardines.
3. De acuerdo con la opinión del Q. Medina, el uso de sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico no es viable debido a los costos que estos generan, considera que sería más viable la instalación de líneas moradas (líneas de abastecimiento de agua residual tratada). Ya han considerado esta opción como una alternativa, pero es muy costoso instalarlo además de que requiere de gestión política a largo plazo para su aceptación como una línea de abastecimiento adicional. Sin embargo sí se ha tomado como iniciativa por parte de los desarrolladores como en el caso de Valle de San Pedro ubicado en Valle de las Palmas en Tijuana, que ya cuentan con una línea de abastecimiento morada para riego de jardines y camellones de la comunidad.
4. El uso de las líneas moradas por parte de los desarrolladores, además de generar un ahorro económico para el desarrollador también lo manejan como parte de la publicidad de las viviendas “ecológicas”.

5. Si se implementaran sistemas de tratamiento de aguas grises domésticos tendría que capacitarse a los usuarios tanto en lo técnico como en sus hábitos, pues se tendría que aprender a manejar los sólidos derivados del tratamiento de aguas, ya que si se regresaran directamente al drenaje habría una concentración mayor de aguas residuales y esto demandaría una mayor capacidad de tratamiento por parte de la CESPT.
6. Si se busca agua gris tratada de calidad de acuerdo a la norma, se tendrían que instalar filtros previos como de grasa, pelusa y cabello, lo cual eleva el costo de tratamiento a un precio que no equivale al beneficio económico ni ambiental. Es más viable y económico reutilizar las aguas grises directamente sin un tratamiento previo.
7. Las aguas grises tienden a generar malos olores cuando se almacenan, por lo cual eso dificultaría su tratamiento y la aceptación de los usuarios. Aunque también podría hacerse una instalación para tratamiento colectivo, considera que no vale la pena si se puede tratar todo junto con plantas de tratamiento de agua residual.
8. De igual manera ven desventajas a la instalación de líneas moradas directas a los hogares, pues primero se debe educar a la población y fortalecer la cultura del cuidado del agua, lo cual también sería muy costoso y tardado.
9. La implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico en comunidades de alto nivel socioeconómico es probable que si sea viable, pero su uso incrementaría la huella de carbono por lo cual tampoco sería redituable tener uno de aguas grises si se puede tener una planta de aguas residuales que lleve a cabo un tratamiento total a un menor costo.
10. El bajo consumo de agua que se ha registrado en la población viene desde el 2009 a la fecha, y lo relaciona directamente con el ahorro económico porque fue en estos años cuando se inició la crisis económica mundial.

Al final el Q. Medina comentó que este tema de investigación era algo complicado y que los posibles resultados a los que me iba a enfrentar son que la población prefiera el reúso directo de aguas grises que la adopción de algún sistema de tratamiento doméstico.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> No se pudo conseguir una cita con el **Lic. Carlos Bustamante Mora** Director Estatal de CANADEVI BC (Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda), ya que se pretendía entrevistarlo con el fin de conocer la opinión de los desarrolladores respecto al uso de sistema de tratamiento de aguas grises doméstico.

## CAPITULO IV

### 4.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la hipótesis principal de esta investigación se propone que los factores que influyen en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico son cuatro, los cuales se discuten y detallan a continuación de acuerdo a los resultados obtenidos.

#### ✓ *NIVEL SOCIOECONÓMICO.*

En general se encontró que el nivel socioeconómico no es un factor que influya directamente como tal en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises, sin embargo desglosándolo en las diferentes variables que integran este factor se encuentra lo siguiente:

- Es claro que la **disposición a pagar** remarca una gran diferencia entre los dos grupos estudiados de diferentes niveles socioeconómicos, sin embargo eso no detiene al grupo de Villa del Campo a tener la disposición a una posible implementación obligatoria de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, sobre todo si este se puede pagar a crédito tal y como lo hacen con sus casas y las eco tecnologías que esta contiene. Por el contrario para Rancho Tecate este factor no es ningún problema, pues cuentan con la capacidad económica para pagar algún sistema de tratamiento, por lo cual para este grupo existen otras variables de mayor influencia. Lo que si no están dispuestos (algunos) es que exista una imposición de algún sistema de tratamiento.
- El **número de habitantes** se relaciona directamente con el gasto en el consumo de agua, por lo tanto se encontró que entre mayor es el número de habitantes se tiende a utilizar métodos para el ahorro del agua y obtener algún ahorro económico en el consumo, tal y como lo comentó el Q. Medina en la entrevista realizada en la CESPT.

- Dentro de las **razones** que influyen en la percepción respecto a la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises es el **ahorro económico** que el uso de estos pudiera representar.
- Otro punto importante que se debe tomar en consideración es el **espacio para almacenar agua tratada**, pues si no se tiene el espacio suficiente para la instalación de algún sistema de tratamiento y la estructura necesaria para su apropiada utilización, no se adoptará el sistema de tratamiento.

#### ✓ *NIVEL EDUCATIVO.*

No se pudo comprobar la influencia de este factor en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises. Aunque el conocimiento del tema de esta investigación si tuvo influencia en esta percepción, dicho conocimiento no tuvo relación con el grado de estudios, por lo tanto este factor quedó eliminado. Solo sirvió para diferenciar el grado de estudios los dos grupos estudiados.

#### ✓ *PRESIÓN AMBIENTAL.*

La preocupación por la **escasez de agua** a la que se enfrenta la ciudad de Tijuana es una de las razones que influye en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, ya que es un tema de preocupación para los dos grupos estudiados, independientemente del nivel socioeconómico. Esto lleva a pensar que en realidad se percibe la baja seguridad hídrica en la ciudad de Tijuana, por medio de la presión ambiental que se ejerce sobre el agua.

Estas preocupaciones y el conocimiento del estado ambiental en la ciudad han orillado a que también tengan la **convicción** sobre el cuidado del agua, y que esta sea una razón que influya en la adopción de algún sistema de tratamiento.

Por lo cual se concluye que la presión ambiental también es un factor que influye en la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico.

✓ *PRESIÓN LEGAL.*

En este caso es relevante la respuesta de los dos grupos de estudio, por un lado Villa del Campo no tiene un reglamento que obligue al uso de algún sistema de tratamiento de aguas grises y sin embargo ellos consideran que si debería ser obligatorio para todos, pues la presión ambiental de la cual se habló en el punto anterior requiere de este tipo de medidas.

Por el contrario Rancho Tecate si cuenta con un reglamento que obliga a los residentes a que cuando construyan y hagan uso de su casa se instale un sistema de tratamiento de aguas grises doméstico y se separe la línea de descarga de aguas negras para enviarlas a la planta de tratamiento comunitaria, y tal parece que esta presión legal incomoda a algunos de estos residentes, quienes consideran que no debe ser obligatorio para todos. De cualquier modo la gran mayoría a pesar de contar con reglamento que los obliga a la implementación de algún sistema de tratamiento, están de acuerdo en que debe ser obligatorio para todos debido a la presión ambiental que se vive y los beneficios económicos que pudiera representar su uso.

## **CAPITULO V**

### **5.1 CONCLUSIONES**

La mayoría de las variables que se consideraron para observar el comportamiento de la percepción sobre la adopción de algún sistema de tratamiento de aguas grises, influyen de manera positiva. Cabe mencionar que los resultados respecto al grupo de estudio de clase alta tuvieron ciertas limitaciones en la metodología aplicada, pues los cuestionarios fueron enviados por correo electrónico a los encuestados y contestaron solo los que tuvieron la disposición a hacerlo, lo cual genera un posible sesgo de autoselección en la muestra de este grupo de estudio. Las conclusiones de esta investigación se presentan en los siguientes puntos:

1. La educación y concientización de la población es base fundamental para que los usuarios puedan tomar decisiones sustentadas en la información. Por lo tanto una campaña educativa sobre el tipo de eco tecnologías como lo son los sistemas de tratamiento de aguas grises, es fundamental para poder implementarlos con éxito. Esto lo recomienda también la WSP en su guía sobre agua y saneamiento (2011). Solo que dependiendo del tipo de producto que se vaya a publicitar las estrategias tendrán variaciones.
2. Debido a que la disposición a pagar varía entre los dos niveles socioeconómicos, incluir facilidades de pago para los que no tengan la capacidad de compra suficiente como para hacerlo de contado, puede mejorar la disposición a adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, pues se tiene la ventaja de que a pesar de la diferencia en el nivel socioeconómico, los dos grupos están dispuestos a adoptar algún sistema de tratamiento, influenciados mas por la convicción y la preocupación por la presión ambiental que se viven en la actualidad.
3. Una de las condicionantes que se pudo observar en la información recabada en esta investigación es que es de vital importancia que las características del producto satisfagan las necesidades de los usuarios, pues la experiencia que compartieron los usuarios actuales de algún sistema de tratamiento de aguas grises mostró la importancia de este punto. Características como el precio; facilidad de operación;

que no ocupe más espacio del que se pueda disponer en una casa promedio; o que cumpla con la función para la que será adquirido; entre otras, las cuales seguro tendrán su variación en función del tipo de mercado al que vaya dirigido el producto.

4. Al contrario de la suposición del Q. Medina (entrevistado de la CESPT), los resultados de esta investigación revelaron que la población está abierta a adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico bajo las condiciones anteriormente explicadas.
5. De acuerdo con la segunda hipótesis planteada respecto a la aceptación de los sistemas de tratamiento de aguas grises doméstico por parte de los actores clave (CESPT, desarrolladores y usuarios potenciales), se concluye que aunque los usuarios potenciales están abiertos a aceptar algún sistema de tratamiento, la CESPT no lo considera viable y en el caso de los desarrolladores no se pudo obtener información directa, solo el comentario del Q. Medina respecto a la iniciativa de los desarrolladores por implementar el uso de la línea morada en los nuevos desarrollos.

Bajo estas conclusiones se plantean las siguientes estrategias de gestión en la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises en los hogares de Tijuana:

En primer lugar es vital considerar las recomendaciones que ya se han hecho en investigaciones sobre el manejo de las aguas grises, con el fin de tener en claro las regulaciones y políticas apropiadas para este tema (WHO, 2006).

De ningún modo se puede dejar a un lado el conocimiento sobre las aguas grises (qué son, porqué, para qué), además de los tipos de tratamiento y sus resultados, ya que de este conocimiento depende su buen manejo y disposición, además de la toma de decisiones apropiadas para proyectos relacionados al tema (Ridderstolpe, 2004).

El Banco Mundial a través del programa de agua y saneamiento (WSP por sus siglas en inglés) propone una guía para hacer estudios de mercadeo social, con el fin de conocer la percepción de la adopción para sistemas de saneamiento y de este modo hacer una buena

estrategia de implementación (WSP, 2011). En esta guía se propone poner en práctica el mercadeo en las 4 “P” como se describe enseguida:

1. **PRODUCTO:** ofertar la variedad de productos existentes que se acomoden a las necesidades de los usuarios, dando a conocer con detalle las características y atributos del producto.
2. **PRECIO:** dar la información detallada de los costos del producto, su mantenimiento, los gastos de instalación y cualquier otro gasto que incluya su adopción. Esto es importante para que los usuarios tomen la decisión apropiada respecto a la elección del producto.
3. **LUGAR (Place en inglés):** informar a detalle sobre los lugares donde se puede adquirir el producto e información sobre los lugares donde se puede recibir capacitación y mantenimiento al producto.
4. **PROMOCIÓN:** conectar a los proveedores del producto con los compradores, con el fin de generar confianza seguridad a los usuarios.

En México ya se cuenta con programas que buscan implementar eco tecnologías en desarrollos habitacionales de nueva creación, por medio de la llamada “Hipoteca verde”, la cual ha buscado invertir en apoyos para la adquisición de viviendas sustentables con la intención de promover la “vivienda digna” (Hernández, 2011), sin embargo no se ha considerado la percepción social para dichas implementaciones, más bien se ha dado como una imposición a los desarrolladores y por supuesto a los usuarios directos de las eco-tecnologías. Falta mucho por investigar respecto al lado social de toda esta buena voluntad de actuar a favor del ambiente.

Por medio de este trabajo se puede abrir la posibilidad de estudiar con mayor detenimiento el comportamiento de la sociedad-ambiente-tecnología (en este o cualquier otro orden de interacción), con el fin de mejorar la calidad del ambiente en armonía con todos los elementos que rigen el sistema de vida en el planeta.

A su vez esta investigación abre nuevas preguntas que podrán guiar futuras investigaciones, como ¿Cuáles pueden ser los modelos de gestión apropiados para lograr la sana interacción entre sociedad-ambiente-tecnología? O conocer con más detalle el contexto que rodea los resultados de esta investigación como la cultura, aspectos psicológicos, geográficos,

modelos económicos, etc. A fin de cuentas todos los elementos sociales participan dentro de un gran sistema de vida que interactúa para seguir avanzando.

Es importante considerar las experiencias de quienes ya han utilizado algún sistema de tratamiento de aguas grises doméstico, pues es por ellos que se pueden aplicar mejoras y hacer recomendaciones para la implementación de los mismos. Además de que si se hace una gestión apropiada del uso de estos sistemas y se trabaja en conjunto con otros proyectos para el cuidado del agua seguramente llegará un momento en que al igual que otras ciudades del mundo, se reutilizará el agua a casi el 100% y con ello conseguir la seguridad hídrica que parece casi imposible en la actualidad.

Por último, se recomienda también considerar en estudios futuros la influencia de otras variables independientes que influyen en la seguridad hídrica de la ciudad de Tijuana, como lo son el cambio climático, el crecimiento poblacional, los acuerdos internacionales en temas de agua, la influencia política de los recursos compartidos, entre otros. Tomando en cuenta que estas variables pueden inferir en la percepción de los dependientes del recurso hídrico, y en consecuencia el interés que pondrán en su cuidado.

Ojalá que este trabajo sea de utilidad para contribuir al conocimiento y la mejora del uso y administración del recurso hídrico en la ciudad de Tijuana u otros lugares en que se necesite.



## BIBLIOGRAFÍA

- Arrojo, Pedro; 2005, "Los retos éticos de la Nueva Cultura del Agua".
- Ávila Camacho, Manuel (Presidente Constitucional de Los Estados Unidos Mexicanos), 1944, [Declaración], “Tratado sobre distribución de aguas internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y Los Estados Unidos de América”.
- Camacho-Sandoval, J. 2008. Tamaño de muestra en estudios clínicos. *Acta Médica Costarricense*. Vol. 50 (1): 20-21.
- Cámara de diputados del H. Congreso de la unión; 1994, "Reglamento de la ley de aguas nacionales"
- Carabias, Julia, et al, 2005 “Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México”, México D. F. 2005.
- Carabias, Julia; Meave, Jorge a; Valverde, Teresa; Cano-Santana, Zenón, 2009, “Ecología y medio ambiente en el siglo XXI”, Pearson educación, México 2009.
- Castro Ruíz, José Luis y Sánchez Munguía, Vicente, 2011, *Los servicios de agua en la frontera norte: la visión del sector de consumo residencial*, en: “Los servicios del agua en el norte de México”/ Aguilar Benítez, Ismael, coordinador. Tijuana B.C., El Colegio de la Frontera Norte; Hermosillo, El Colegio de Sonora, 2011.
- Chang, Man Yu, 2001, *Cornucopianos: los ultraneoliberales*, en: Pierri, N.; Foladori, G., “¿Sustentabilidad?, desacuerdos sobre el desarrollo sustentable”, Montevideo: trabajo y capital, p. 165-178.
- Chávez Márquez, Manuel; 2005, “Dinámicas de interdependencia y seguridad: Población, desarrollo y agua en la política pública en la frontera Estados Unidos-México”, en: Cortez Lara, Alfonso Andrés; Whiteford, Scott; Chávez Márquez, Manuel, 2005, *Seguridad, agua y desarrollo. El futuro de la frontera México-Estados Unidos*. , Colegio de la Frontera Norte, Tijuana B.C.

- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) Marzo 2006, "Historia de los acueductos", Sistema de Abastecimiento. Tijuana, B.C.
- Contreras Rosero, Marco Vinicio; 2009, [tesis de licenciatura] "Diseño y construcción de un sistema electromecánico para reciclar aguas grises y conducir las a los servicios higiénicos de una casa promedio", Quito, Ecuador, Septiembre 2009, Escuela Politécnica Nacional.
- Córdova, Ana y Knuth, Barbara A. [revista]; 2005, "User satisfaction in large-scale, urban dry sanitation programs in Mexico", Urban Water Journal, Vol. 2 Num. 4, Diciembre 2005, pp 227-243.
- Córdova Bojorquez, Gustavo; 2009, *Participación ciudadana y gestión del agua: el caso de ciudad Juárez Chihuahua*, en: "Nuevas formas de gestión ambiental: agua y ordenamiento tecnológico territorial/ El Colef, Dirección Regional Noroeste -1ra Ed.- Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, 2009.
- Di Pace, María; 2000, "Sustentabilidad urbana y desarrollo local", Argentina.
- García, Francisco y López Hugo, 2006, [Tesis de licenciatura], "Manejo del agua potable y aguas grises en el barrio Rodeo, Managua", Universidad nacional agraria, Managua, Octubre 2006.
- Gobierno de Baja California, 2008, "Aspectos demográficos de baja California"
- González, Jorge A., [revista], 1999, "Tecnología y percepción social evaluar la competencia tecnológica", Estudios sobre las culturas contemporáneas, junio-1999-vol. V, núm. 009; Universidad de Colima, Colima, México, pp 155-165.
- Hernández Espinoza, Guadalupe, [revista], 2011, "Ola de Hipotecas Verdes", Alcaldes de México, Núm. 18, Agosto 2011, pp. 14-18.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2011, "Aprovechamiento de aguas grises", Agua, INE, en: <http://vivienda.ine.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-recliclado-y-reuso-de-agua/aguas-grises>.
- Izazola, Hayde, [revista], 2001, "Agua y sustentabilidad en la ciudad de México", Estudios demográficos y urbanos, Mayo-agosto No. 047, El colegio de México, pp. 285-320

- León, Guillermo y Moscoso Julio, 1996, “Uso el [sic] de aguas residuales tratadas potencialidades y limitaciones”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima, Perú, 11p.
- López Cerezo, José A.; Sánchez Ron, José M., 2001, "Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo", Madrid España, Biblioteca Nueva.
- McIlwaine, Stephen and Redwood, Mark; 2010, "Graywater use in the Middle East: Technical, social, economic and policy issues", Practical action publishing-Center for the study of the built environment-International development research Centre, Jordan-Canada-UK.
- Mehmet, Kobya; [Revista], 2007, “Techno-economical evaluation of electro-coagulation for the textile wastewater using different electrode connections”. Journal of Hazardous Materials 148 (2007) p. 311-318
- Méndez, Elizabeth [Tesis de grado], 1990 “El agua como factor de marginalidad urbana en Tijuana”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Agosto de 1990.
- Miller, G. Tyler, 2005, “Living in the environment”, 14 edition, USA.
- Mumford, Lewis; 1979, "Técnica y civilización", Madrid, España.
- Navarro Chaparro, Shirley Karina; 2010, [tesis de maestría], "La problemática del agua urbana en la ciudad de Tijuana, Baja California y algunas alternativas para una gestión sustentable.", El Colegio de la Frontera Norte, 2010, Tijuana, Baja California.
- Peña Ramírez, Jaime, coordinador., 2004, “El agua, espejo de los pueblos” (ensayos de ecología política en México en el umbral del milenio), Facultad de estudios Superiores-Acatlán, Ed. Plaza y Valdés.
- Pombo, Alberto, (2003), “Tijuana: agua y salud ambiental (sus estrategias)”, 1ra Ed. Tijuana Baja California, El Colegio de la Frontera Norte, 2003, 96p.
- Pombo, O. Alberto, (2007). “Gli Impatti dello Sviluppo Turistico nei Centri Aridi del Messico. Alternative Tecnologiche per L’Approvvigionamento Idrico nella Regione di Los Cabos”. ARCHIVIO DI STUDI URBANI E REGIONALI. Anno 38° Fascicolo 89 pp 181-191. ISSN 0004-0177

- Pombo, O. Alberto; Breceda, y Valdez Alva (2008). “Desalination and Wastewater Reuse as Technological Alternatives in an Arid Tourism Booming Region of Mexico”. *Frontera Norte* 20:39 191-216 ISSN: 0187-7372
- Pombo, O. Alberto y Wright, Richard D. (2012) “Water perspective in the Western U.S.-Mexican Border: Future conflict?” en: Lee, Erick y Ganster, Paul, “*The US-Mexican Border environment: progress and challenges for sustainability*” SCERP monograph Series No. 16, San Diego State University Press, San Diego California.
- Ridderstolpe, Peter; 2004, "Introduction to graywater management", EcoSanRes, Stockholm environment institute, report 2004-4, June 2004.
- Román Calleros, Jesús Adolfo, 2009, “El espejo del agua”, Mexicali Baja California, Universidad autónoma de Baja California.
- Sánchez Munguía, Vicente, 2004, “El revestimiento del Canal Todo Americano: ¿Competencia o cooperación por el agua en l frontera México-Estados Unidos?”, 1ra Edición, Colegio de la Frontera Norte, Ed. Plaza y Valdés, Tijuana B.C. 2004.
- SEMARNAT Y EPA, 2011, "Frontera 2020: programa ambiental México-Estados Unidos", [mimeo], (borrador previo a consulta pública).
- SEMARNAT, 2007, “Programa Nacional Hídrico 2007-2012”
- SEMARNAT, 2006, “Gestión ambiental en México”.
- Soto Aguilar Wendy, 2010 [proyecto de investigación] “Desarrollo y comercialización del sistema de tratamiento de aguas grises (STAG)”, Instituto Tecnológico de Tijuana, Tijuana Baja California.
- Sunkel, Osvaldo (Comp.) y Nicolo, Gligo, 1980, “Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina”, Fondo de cultura económica, México
- Torres Espinosa, Eduardo, 2004, *La administración del agua en el México posrevolucionario*; Peña Ramírez, Jaime [coordinador] en “El agua el espejo de los pueblos”, ed. Plaza y Valdez, México D.F. 2004.
- Water and Sanitation Program (WSP); 2011, "Introductory guide to sanitation marketing", Water and sanitation program, World Bank, September 2011.
- World Health Organization (WHO); 2006, "Guidelines for safe use of wastewater, excreta and graywater: Policy and regulatory aspects", World Health Organization.

- Zadeh, Lombardi, Hunt and Rogers, 2011, Local area graywater symbiosis approach to a more sustainable urban water management, apartado en Brebbia, C. A.; 2011, "The sustainable world", Wessex Institute Technology, UK., pp 193-203

#### ENTREVISTAS:

- Cueva, Toribio (encargado de la planta de tratamiento del Monte de los Olivos, de la CESPT) [Entrevista], 2010, por Wendy Soto [Negociaciones], *Sistema de Tratamiento de Aguas Grises Doméstico*, Tijuana.

# ANEXOS

## Anexo 1

	<b>El Colegio de la Frontera Norte</b>					
ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOCIAL						
<i>"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"</i>						
<table border="1"><tr><td style="width: 100px;"><b>FECHA:</b></td><td></td></tr><tr><td><b>No. DE ENTREVISTA</b></td><td></td></tr></table>		<b>FECHA:</b>		<b>No. DE ENTREVISTA</b>		
<b>FECHA:</b>						
<b>No. DE ENTREVISTA</b>						
ENTREVISTADORA: <i>Wendy Soto Aguilar</i>						
<p>Esta encuesta es únicamente con fines de investigación, con su participación contribuirá a generar información valiosa para el tema del agua en la ciudad de Tijuana. Toda la información en esta encuesta es confidencial. Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.</p> <p>Las aguas grises domésticas son aquellas aguas que se generan de la regadera, lavamanos, lavadora y lava trastes. Un sistema de tratamiento de aguas grises es aquel que por algún proceso ya sea eléctrico, mecánico o natural, limpiará el agua gris con el fin de reutilizarla en otra actividad o desecharla con menos contaminación.</p>						
<b>DATOS GENERALES</b>						
Lugar de entrevista: _____						
Sexo del entrevistado: _____						
Rol en el hogar: _____						
Edad: _____						
Grado de estudios: _____						
Carrera profesional (si aplica): _____						
Ocupación: _____						
Religión: _____						
Tiempo de residencia: _____						
No. De habitantes en el hogar: _____						

PREGUNTAS DE INTRODUCCIÓN AL TEMA

1. ¿Sabía usted qué son las "aguas grises"?
  - SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_
2. ¿Sabía usted qué son lo que son los sistemas de tratamiento de aguas grises?
  - SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_
3. ¿Sabía usted que las aguas grises pueden ser reutilizadas?
  - SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_

*Marque con una X la respuesta que considere apropiada.*

NIVEL SOCIOECONÓMICO

1. ¿Qué porcentaje de sus ingresos totales utiliza para cubrir el monto de su consumo mensual de agua?  
 Menor a 5% \_\_\_\_\_  Entre 6 y 20% \_\_\_\_\_  Más de 21% \_\_\_\_\_  No sabe \_\_\_\_\_
2. ¿Cuánto gasta (en pesos) mensualmente en su consumo de agua? (en promedio).  
 Entre \$50.00 y \$100.00 \_\_\_\_\_  Entre \$101.00 y \$500.00 \_\_\_\_\_  Más de \$501.00 \_\_\_\_\_  No sabe \_\_\_\_\_
3. ¿Sabía que casi el 50% del agua sucia que se genera en casa es agua gris?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
4. Si tuviera la posibilidad de adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises, ¿lo haría?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_ (si su respuesta es NO, pase al a pregunta #9)
5. ¿Pagaría usted \$21,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
6. ¿Pagaría usted \$15,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de guas grises?

"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"

- SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
7. ¿Pagaría usted \$11,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
8. ¿Pagaría usted entre \$3,000.00 y \$7,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
9. ¿Sabía usted que el metro cúbico de agua en la ciudad de Tijuana tiene el costo más alto de todo el país?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
10. ¿Cuántos baños tiene en casa?  
 1 \_\_\_\_\_  2 \_\_\_\_\_  3 \_\_\_\_\_  Más de 3 \_\_\_\_\_  Ninguno \_\_\_\_\_
11. Si tuviera algún sistema de tratamiento de aguas grises en su hogar, ¿tiene alguna forma de almacenar el agua tratada?  
 SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_ (si su respuesta es SI, mencione cuál)  
\_\_\_\_\_

PRESIÓN AMBIENTAL

12. ¿De qué modo se abastece usted de agua?  
 Redes de agua potable \_\_\_\_\_  Pipas \_\_\_\_\_  Comparte de algún vecino \_\_\_\_\_  
 No sabe \_\_\_\_\_  Otro \_\_\_\_\_
13. ¿Tiene algún método para ahorrar agua?  
 SI \_\_\_\_\_ (si su respuesta es SI, Mencione cuál) \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_
14. ¿Qué razón lo motivaría a usted a tomar medidas de reúso de agua gris tratada?  
 La escasez futura del agua \_\_\_\_\_  La suspensión constante del servicio de agua potable en la ciudad \_\_\_\_\_  Convicción sobre el cuidado del agua \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_\_\_\_

PRESIÓN SOCIAL

15. ¿Existe algún reglamento o condicionante que lo obligue a utilizar algún sistema de tratamiento de aguas grises en su posible vivienda?  
SI\_\_\_ NO\_\_\_ (si su respuesta es NO pase a pregunta #17)
16. Si no fuese obligatorio, ¿de cualquier modo adoptaría algún sistema de tratamiento de aguas grises?  
SI\_\_\_ NO\_\_\_
17. Considera que debido a las probabilidades de escasez de agua, ¿debe ser obligatorio usar un sistema de tratamiento de aguas grises para reusar el agua del hogar?  
SI\_\_\_ NO\_\_\_ No sabe\_\_\_

Agregue si desea algún comentario final respecto al tema de la adopción de sistemas de tratamiento de aguas grises para reúso de agua doméstica:

---

---

---

---

¡AGRADECEMOS SU AMABLE PARTICIPACIÓN!

Anexo 2



ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOCIAL



"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"

FECHA:	
No. DE ENTREVISTA	

ENTREVISTADORA: *Wendy Soto Aguilar*

Esta encuesta es únicamente con fines de investigación, con su participación contribuirá a generar información valiosa para el tema del agua en la ciudad de Tijuana. Toda la información en esta encuesta es confidencial. Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.

Las aguas grises domésticas son aquellas aguas que se generan de la regadera, lavamanos, lavadora y lava trastes. Un sistema de tratamiento de aguas grises es aquel que por algún proceso ya sea eléctrico, mecánico o natural, limpiará el agua gris con el fin de reutilizarla en otra actividad o desecharla con menos contaminación.

**DATOS GENERALES**

Lugar de entrevista: \_\_\_\_\_.

Sexo del entrevistado: \_\_\_\_\_.

Rol en el hogar: \_\_\_\_\_.

Edad: \_\_\_\_\_.

Grado de estudios: \_\_\_\_\_.

Ocupación: \_\_\_\_\_.

Religión: \_\_\_\_\_, \*opcional\*

Tiempo de residencia: \_\_\_\_\_.

No. De habitantes en el hogar: \_\_\_\_\_.



Para usuarios actuales de algún sistema de tratamiento de aguas grises:

1. ¿Reutiliza las aguas grises?  
 SI  NO      ¿ TRATADAS Ó  NO TRATADAS?
2. ¿En qué áreas del hogar reutiliza el agua?  
 INODORO  JARDÍN  LAVADO DE CARRO  LAVADORA  
 DE ROPA  TODOS LOS ANTERIORES
3. ¿Qué tipo de sistema utiliza para el tratamiento de aguas grises?  
 MECÁNICO  NATURAL  ELÉCTRICO  QUÍMICO  OTRO:  
 \_\_\_\_\_
4. ¿Qué lo motivó para adquirir el sistema de tratamiento de aguas grises?  
 CONVICCIÓN PROPIA  AHORRO ECONÓMICO  
 PROTECCIÓN AL AMBIENTE  REGULACIÓN EN VIVIENDA  
 OTROS \_\_\_\_\_
5. ¿Ha percibido algún ahorro económico en su consumo de agua potable debido a este sistema de tratamiento?  
 SI  NO      ¿DE CUÁNTO? \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál ha sido su experiencia en la interacción con el sistema de tratamiento y su vida cotidiana?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## EL AUTOR

La autora es Ingeniera Industrial por el Instituto Tecnológico de Tijuana en Baja California, México. Con experiencia en innovaciones tecnológicas y calidad. Egresada de la Maestría en Administración Integral del Ambiente. Correo electrónico: [wsotoaguilar@gmail.com](mailto:wsotoaguilar@gmail.com) .

© *Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.*

Modo de citar la fuente:

Soto Aguilar, Wendy, 2012, *Sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana*, Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte A. C. Tijuana, Baja California, México, pp. 80