



**MERCADOS POTENCIALES Y BENEFICIOS DEL USO
DE AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA CIUDAD DE
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA**

Tesis presentada por

Rebeca Judith González Solís

para obtener el grado de

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL
DEL AMBIENTE**

Tijuana, B. C., México
2012

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis:

Dr. Carlos Alfonso de la Parra Rentería

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

A TIJUANA, NOBLE CIUDAD

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría. A El Colegio de la Frontera Norte y al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, por su contribución en mi formación profesional.

A la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana por la información otorgada para poder realizar este trabajo de investigación y a todo su personal que tan amablemente me atendió y dio de su tiempo para resolver mis dudas.

A mi director de tesis el Dr. Carlos de la Parra por ayudarme a realizar este trabajo y por compartir conmigo parte de sus conocimientos. Al Dr. Paul Ganster por sus comentarios a mi trabajo de tesis y al Dr. Olmos por su apoyo.

A todos mis profesores que durante la maestría pacientemente me impartieron clases.

Al personal del COLEF que me ayudó en todo momento, especialmente a Mariana y a Alfonso de difusión por ayudarme en la realización de las postales electrónicas, a Enrique por su apoyo técnico en la elaboración del cuestionario en formato digital. A Elizabeth Camacho por ser tan eficiente en su trabajo; todos ellos facilitaron mi travesía por el COLEF.

Al personal de la biblioteca por orientarme en la búsqueda de información, siempre eficientes en su trabajo, por su trato amable y humano; en especial a Ángeles y a Víctor por sus palabras de aliento y ánimo.

A Cintia, Ma. Elena y Ulises por haber aceptado el reto de participar en la difícil labor de campo, su profesionalismo se ve reflejado en los resultados de esta tesis.

A mis maravillosos padres por confiar siempre en mí y apoyarme en mi decisión de estudiar la maestría en el COLEF.

A mi generación MAIA, por conformar un grupo tan heterogéneo y a la vez unido, sin duda el mejor grupo en el que he estado; cada uno sabe el lugar que ocupa en mi corazón.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Agua y sustentabilidad urbana	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Antecedentes	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Planteamiento del problema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1 Pregunta de investigación	¡Error! Marcador no definido.
1.3.2 Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.3 Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Alcance del estudio	¡Error! Marcador no definido.
1.5 Justificación	¡Error! Marcador no definido.
1.6 Organización del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II. EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO-AMBIENTAL Y SUS IMPLICACIONES EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE TIJUANA	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Características fisiográficas y climatológicas.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Crecimiento poblacional	¡Error! Marcador no definido.
2.3 El desarrollo económico	¡Error! Marcador no definido.
2.4 El manejo del agua residual en la ciudad de Tijuana.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Sustentabilidad urbana.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1 El recurso agua.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2 El aspecto económico.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3 El aspecto social	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.

4.1	Identificación de los mercados potenciales.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1	La base de datos	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2	La encuesta.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2	Los costos y los beneficios económicos de los usuarios potenciales;	¡Error! Marcador no definido.
4.3	Categorización de los mercados potenciales.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4	Ubicación espacial de los mercados potenciales	¡Error! Marcador no definido.
4.5	Rutas propuestas para la línea morada.....	¡Error! Marcador no definido.
4.6	Estimación de los costos por parte del Organismo Operador;	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V. RESULTADOS		
5.1	Los usuarios potenciales	¡Error! Marcador no definido.
5.1.1	Volumen de agua demandada	¡Error! Marcador no definido.
5.1.2	Conocimiento del Proyecto Morado	¡Error! Marcador no definido.
5.1.3	Disposición al uso de agua del Proyecto Morado	¡Error! Marcador no definido.
5.1.4	Reúso actual del agua por parte de las empresas encuestadas;	¡Error! Marcador no definido.
5.1.4	Áreas verdes	¡Error! Marcador no definido.
5.1.5	Disposición a invertir	¡Error! Marcador no definido.
5.1.6	Usos del agua morada	¡Error! Marcador no definido.
5.1.7	Disposición a pagar	¡Error! Marcador no definido.
5.1.8	Costos económicos de los usuarios potenciales	¡Error! Marcador no definido.
5.1.9	Beneficios económicos de los usuarios potenciales.	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Categorización de los mercados potenciales.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3	La línea morada	¡Error! Marcador no definido.
5.3.1	Costos de la red de distribución	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
6.1 Los mercados potenciales	¡Error! Marcador no definido.
6.2 La línea morada	¡Error! Marcador no definido.
6.2.1 Localización espacial de los mercados potenciales..	¡Error! Marcador no definido.
6.2.2 Rutas propuestas para la línea morada.	¡Error! Marcador no definido.
6.3 Los costos y los beneficios de los mercados potenciales	¡Error! Marcador no definido.
6.4 Los costos y los beneficios del Organismo Operador.....	¡Error! Marcador no definido.
6.6 Los costos y los beneficios globales	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
Anexo i. Cuestionario dirigido al área administrativa del sector industrial	¡Error! Marcador no definido.
Anexo ii. Cuestionario dirigido al área de manteniendo o de producción del sector industrial.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo iii. Cuestionario para el sector comercial	¡Error! Marcador no definido.
Anexo iv. Cuestionario para el sector gubernamental o de servicios	¡Error! Marcador no definido.
Anexo v. Tarjeta de invitación electrónica.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo vi. Tarjeta de seguimiento electrónica.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo vii. Tabla de cálculo de ahorro (simulador en Excel)	¡Error! Marcador no definido.
Anexo viii. Listado de las empresas que participaron en el estudio por tipo de mercado	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2. 1 Porcentaje de agua utilizada por sector. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 1 Porcentaje de empresas por sector que respondieron el cuestionario..... **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 2 Promedio mensual de agua demandada por empresa. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 3 Porcentaje de empresas por sector que están enteradas de la existencia del Proyecto Morado. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 4 Disposición de las empresas participantes en el estudio, al uso de agua del Proyecto Morado. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 5 Disposición de las empresas que participaron en el estudio al uso de agua residual tratada en el sector industrial. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 6 Disposición de las empresas participantes en el estudio al uso de agua residual tratada en el sector comercial. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 7 Disposición de las instituciones participantes al uso de agua residual tratada en el sector de servicios..... **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 8 Porcentaje de empresas que cuentan con su propia planta de tratamiento de aguas residuales y reúso del efluente..... **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 9 Disposición a aumentar las áreas verdes. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 10 Disposición a invertir en procesos adicionales de purificación..... **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 11 Actividades en las que se usaría el agua morada. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 12 Tarifa que cada sector estaría dispuesto a pagar por m3 de agua residual tratada. **¡Error! Marcador no definido.**

Gráfica 5. 13 Categorización de los mercados por sector. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 2. 1 Localización del municipio de Tijuana.	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 5. 1 Empresas ubicadas por zonas.	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 5. 2 Ubicación de mercados prioritarios.	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 5. 3 Volumen promedio demandado por zona.	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 5. 4 Rutas propuestas para la línea morada.	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Volúmenes históricos en m ³ de rendimiento de ambos acuíferos comparado con los volúmenes históricos entregados a Tijuana procedentes del Acueducto Río Colorado-Tijuana.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. 2 Plantas de tratamiento de aguas residuales que son el principal soporte del Proyecto Morado.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. 1 Tipos de mercados potenciales.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. 1 Consumo mensual de agua de las 91 empresas involucradas en el estudio. ...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. 2 Cotización de filtros de carbón activado para uso industrial y comercial.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. 3 Tiempo de recuperación de la inversión.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. 4 Matriz de frecuencia de tipos de mercado.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. 5 Costos y beneficios económicos del Organismo Operador.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. 1 Los costos y los beneficios globales.	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

En Tijuana actualmente 92.1 por ciento del agua captada por el sistema de alcantarillado pasa por un proceso de tratamiento. Del total de estas aguas, únicamente se reusa 4.8 por ciento; el agua restante se derrama al Océano Pacífico, representando un volumen potencial de reutilización que no se aprovecha. Ante la falta de sustentabilidad en el manejo del agua en Tijuana, evidenciada por el alto costo energético que representa traerla desde el Río Colorado y el acelerado crecimiento poblacional que demanda cada vez más del recurso, el presente estudio tiene como objetivo identificar los mercados potenciales para el agua tratada. Para lograrlo se realizó una encuesta entre los principales usuarios de agua potable en los sectores industrial, comercial y de servicios. Se estimaron los costos y beneficios económicos en que incurrirían los usuarios potenciales y se reconocieron los beneficios ambientales que gozaría la ciudad por implementar esta medida. Se identificaron cinco tipos de mercados potenciales representando su ubicación espacial en un mapa mediante la utilización de sistemas de información geográfica; lo que permitió proponer las posibles rutas de las líneas conductoras de agua tratada hacia los mercados identificados. El estudio demuestra que el uso de agua residual tratada mejoraría la calidad ambiental de la ciudad y la calidad de vida de sus habitantes, además de favorecer económicamente a los usuarios de este tipo de agua.

Palabras clave: Agua residual tratada, mercados potenciales, calidad ambiental, calidad de vida.

ABSTRACT

Currently in Tijuana 92.1 percent of the water collected by the sewer system goes through a treatment process. Of all these waters, only 4.8 percent is reused, the remaining water is poured into the Pacific Ocean, representing a potential volume of reuse which has not been exploited. The present study aims to identify potential markets for the treated water given the lack of sustainability in water management in Tijuana, evidenced by the high energy cost involved in bringing it from the Colorado River, along with the fast population growth which increases the demand of this resource. To achieve this, a survey was applied among the main users of water in the industrial, commercial and services sectors. An economic cost and benefit estimation for potential users was done, and a review of the environmental benefits the city could enjoy if this measure were implemented. Five potential market types were identified and they were represented spatially on a map using Geographic Information Systems, which allowed the proposal of possible conductive line routes for treated water to these markets. The study shows that the use of treated wastewater could improve the environmental quality of the city, the quality of life for its residents, and also the implementation of this project could lead to economic benefits for users.

Keywords: Treated wastewater, potential markets, environmental quality, quality of life.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Agua y sustentabilidad urbana

Cualquier asentamiento humano del mundo necesita de un sistema que garantice el abastecimiento de agua los 365 días del año para sus pobladores (Ramírez, 2006:71). El uso del agua residual tratada puede considerarse una medida sustentable porque repercute en el aumento de la disponibilidad del recurso y también en la posibilidad de mantener los ecosistemas sanos (Soto, 2007:123).

Tijuana es una ciudad cuya demanda y requerimientos de suministro de agua se enmarcan en un contexto particular. Se encuentra ubicada en una zona semiárida con limitaciones en recursos naturales, principalmente con escasez de fuentes de agua propias por lo que se ve en la necesidad de traer la mayor cantidad de agua que suministra a su población desde el Río Colorado. La ciudad se asienta sobre una orografía escabrosa conformada por laderas, cañones y lomeríos que ocasiona que haya poco espacio para la edificación y creación de áreas verdes y sitios naturales para el esparcimiento. A pesar de lo anterior, la ciudad de Tijuana ha experimentado un crecimiento económico y poblacional importante debido, entre otras cosas, al desarrollo de la industria maquiladora en la región (IMPLAN, 2010; IMPLAN sin fecha).

Bajo estas condiciones, Tijuana despunta como una de las ciudades en todo el país con mayor tasa de tratamiento de aguas residuales, gracias a la inversión en infraestructura de varias plantas de tratamiento ubicadas en la ciudad. Cabe señalar que el sistema de saneamiento de Tijuana no genera efluentes de calidad potable; sin embargo, cuenta con las nuevas plantas de tratamiento de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT)¹ que fueron diseñadas para cumplir con los estándares establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 (NOM-003-SEMARNAT-1997) para usos con contacto directo o indirecto al público² (CESPT, 2011b; DOF, 1998). No obstante este gran avance en el manejo

¹En este trabajo la CESPT también será nombrada como el Organismo Operador.

²De acuerdo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 el reúso de agua con contacto directo al público es el que “se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico” y el reúso de agua con contacto indirecto u ocasional al público es el que “se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia”.

del agua, no se ha podido lograr que su reúso sea una medida ampliamente adoptada entre los diferentes sectores productivos de la ciudad (CNA, 2011; Navarro, 2010).

El reúso del agua en Tijuana constituiría una medida a favor de la sustentabilidad de la ciudad por varias razones. Primero, se disminuiría el grado de presión sobre el recurso agua, tanto del Río Colorado como de los acuíferos locales, lo que ayudaría a asegurar el suministro de este recurso para las futuras generaciones. Segundo, aumentaría la disponibilidad de agua de primer uso³, lo que permitiría a la CESPT incrementar la cobertura del servicio de agua potable en la ciudad beneficiando a la sociedad que no goza del servicio. Tercero, depender cada vez menos de la cuota de agua proveniente del Río Colorado, lo que significaría un ahorro económico al disminuir el pago que el Organismo Operador del sistema de agua y alcantarillado de Tijuana hace a la Comisión Federal de Electricidad por concepto de energía eléctrica utilizada en el bombeo de agua a través del Acueducto Río Colorado-Tijuana (CEA, 2012), así como un aumento en la autosuficiencia de Tijuana por usar recursos propios para satisfacer las necesidades de agua de la ciudad. Cuarto, con el agua tratada, las laderas y cañadas, carentes de vegetación en la ciudad, se podrían reforestar y acondicionar para que la población disfrute de más áreas verdes y sitios recreativos; esta reforestación a su vez repercutiría en la estabilidad del suelo, evitando los deslizamientos y derrumbes tan comunes en la ciudad durante la época de lluvias (Mendoza, Vázquez y Rosquillas, 2007). Quinto, los usuarios de agua residual tratada gozarían del beneficio económico al usar agua con un costo menor, ya que el agua tratada actualmente tiene un precio al público de 3.41 pesos por m³, entregada en la planta de tratamiento, a diferencia de la tarifa que actualmente pagan por el agua potable de 47.35 pesos por cada metro cúbico que excede los 1000 m³ (Ley de ingresos del Estado de Baja California 2012). Con el fin de aprovechar las aguas tratadas⁴ en la ciudad, en 2007 la CESPT inició con el Proyecto Morado que tiene como objetivo promover el reúso del agua en la industria manufacturera, de la construcción, en empresas prestadoras de servicios y para el riego de áreas verdes (CESPT, 2011b). Sin embargo a la fecha no existe una estrategia que impulse la iniciativa del Proyecto Morado y que incremente la demanda del

³ De acuerdo con Ley de Aguas Nacionales son “aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno”.

⁴ Para fines de este trabajo se utilizan los términos aguas tratadas, agua residual tratada, agua del Proyecto Morado, agua de reúso y agua morada, como el agua residual que genera la ciudad y que pasa por una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que opera la CESPT.

uso de agua tratada en los diferentes sectores económicos de la ciudad de Tijuana, ocasionando que el mercado potencial para este tipo de agua permanezca oculto a la fecha.

Por lo anterior esta tesis se enfoca en encontrar los mercados potenciales para el agua residual tratada poniendo de manifiesto los costos y los beneficios económicos que conlleva la implementación del reúso del agua en la ciudad, así como determinar de qué manera se podría aprovechar mejor este tipo de agua y al mismo tiempo lograr que incremente el bienestar social.

1.2 Antecedentes

En numerosos países, el reúso del agua se ha practicado desde hace ya varias décadas. En la literatura se pueden encontrar ejemplos en los que esta actividad ha repercutido en el mejoramiento ambiental de las ciudades y en el incremento de los beneficios que la sociedad goza por tener un ambiente más sano (Lazarova *et al.*, 2001). Por ejemplo el aumento de áreas verdes en las cuales los ciudadanos pueden llevar a cabo actividades de recreación y el embellecimiento de la ciudad, con la presencia de árboles y áreas verdes en avenidas y camellones que mejoran la calidad del aire y del paisaje haciendo placentera la estancia en las ciudades. Además, la sociedad puede verse beneficiada en términos de salud al disponer de más sitios de recreación, incluso gozar de un ahorro significativo por no tener la necesidad de gastar cantidades considerables en combustible para poder llegar a algún sitio de esparcimiento (Nowak *et al.*, 1998:26).

La práctica del reúso del agua no es una actividad reciente. Por ejemplo, la Environmental Protection Agency (EPA) (1985) indica que desde 1972 en Irvine California se impulsó la construcción de instalaciones tanto para el tratamiento como para la distribución del agua tratada. Fue en 1984 que estas aguas se utilizaron para irrigar campos de cultivo, terrenos en escuelas, campos de golf, jardines residenciales y zonas verdes en avenidas. De esta manera el agua residual es tratada y reutilizada antes que arrojada al Océano Pacífico (EPA, 1985). Para el caso de Tijuana que también se encuentra en una zona árida, con escasas fuentes de agua, el agua tratada de la ciudad puede tener un uso semejante a los mencionados en el ejemplo anterior; al igual que en Irvine, los usuarios potenciales pueden ser escuelas tanto privadas como de gobierno, clubs deportivos, fraccionamientos residenciales y parques.

Otro ejemplo que se puede citar es el del condado de Essex al sureste de Inglaterra, situado en la parte más seca del Reino Unido; en donde las autoridades encargadas del suministro de agua desarrollaron planes para cerrar la brecha entre la oferta y demanda de agua sin necesidad de extraer más agua que la que el medio ambiente pudiera aportar. La Autoridad Nacional de Ríos reconoció la importancia del reciclaje de las aguas residuales, y se enfocó, específicamente a aumentar el flujo en el río Chelmer y el volumen almacenado en el reservorio artificial de agua de Hanningfield con aguas tratadas. El resultado de esta decisión fue el primer proyecto de reúso potable indirecto en Europa, implementado en 1997 (Lazarova *et al.*, 2001).

En Tijuana, como en otras ciudades del mundo, existen mercados potenciales para el agua tratada; algunos de ellos ya han sido debidamente identificados, otros todavía no. Ramírez y Mendoza (2005) identificaron 43 usuarios potenciales tanto en empresas industriales como comerciales, más un conjunto de microempresas con un consumo agregado entre todas de 2000 m³ mensuales, que los autores consideraron como un usuario más, dando como resultado un total de 44 usuarios potenciales ubicados en la zona de influencia de la planta de tratamiento Monte de los Olivos hoy llamada Ing. Arturo Herrera Solís. Además incluyeron el riego de camellones municipales y áreas verdes en la zona de influencia. Los autores calcularon que si se consideraran los 44 usuarios y el riego de los camellones municipales y el de las áreas verdes en la zona de influencia de la planta de tratamiento, el porcentaje de agua de reúso que se estaría usando sería el 17.3 por ciento de la capacidad ofertada por la planta de tratamiento Monte de los Olivos, por lo que continuaría existiendo un excedente de agua tratada que no estaría siendo reutilizada. Ese 17.3 por ciento representa el 2.4 por ciento del total de agua tratada que en la actualidad se produce en la ciudad de Tijuana.

En cuanto a la disposición de las empresas a emplear este tipo de aguas en sus procesos, Ramírez y Mendoza (2005) reportan que todas las empresas que participaron en su estudio estuvieron de acuerdo en utilizarlas. Sin embargo, señalan que; “ninguna empresa estuvo dispuesta a aceptar agua para sus procesos industriales con menor calidad que la de la red municipal”, a menos que el precio fuera tal que les permitiera recuperar el costo de inversión de un tratamiento adicional y las conexiones necesarias. En general, los autores reportan una disposición de pago por el agua residual tratada de 50 por ciento del valor del m³

correspondiente al agua potable de la red municipal. Las empresas también estuvieron dispuestas a hacer adecuaciones internas a fin de poder utilizar el agua con la calidad que ofrece la planta de tratamiento Ing. Arturo Herrera Solís, cuyo efluente de acuerdo con la CESPT (2011) cumple con la NOM-003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos con contacto directo o indirecto (DOF, 1998). Finalmente las empresas reconocieron que la mejor opción sería utilizar agua tratada con la misma calidad que el agua potable proveniente de la red municipal.

En 2007, la CESPT junto con la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) elaboraron un estudio de factibilidad del reúso urbano de las aguas residuales tratadas de Tijuana, en el que proponen cuatro alternativas para el reúso. En dicho estudio identificaron usuarios potenciales en los sectores industrial, comercial y de servicios. En sus resultados reportaron que de las 133 empresas participantes, 88 por ciento aceptaron el reúso del agua y encontraron que muchas de las empresas del sector industrial cuentan con sistemas de purificación avanzados, sugiriendo que éstas posiblemente no necesitarían invertir en tratamientos adicionales de purificación, sino únicamente requerirían hacer los gastos de conexión hacia la línea morada para conducir el agua tratada a sus sistemas de tratamiento avanzado (CESPT y COCEF, 2007).

1.3 Planteamiento del problema

En lo que respecta al reúso del agua en Tijuana, de toda el agua captada por el sistema de alcantarillado y saneamiento de la ciudad, el 92.1 por ciento pasa por un proceso de tratamiento. Del total de estas aguas tratadas, únicamente el 4.8 por ciento se reutiliza (CESPT, 2012) para regar algunas áreas verdes de la ciudad, en la industria manufacturera y de la construcción, en el riego de panteones y viveros, mientras que el agua restante se derrama al Océano Pacífico, por lo que existe un potencial de reutilización que no ha sido aprovechado completamente.

En el caso de Tijuana, son varios los beneficios económicos, sociales y ambientales que la ciudad pudiera recibir por reusar el agua; en principio como lo han hecho otros países, utilizando el agua tratada para regar la vegetación urbana en parques, avenidas, en general, para enverdecer la ciudad. Lo que traería como consecuencia, contar con más espacios verdes

en la ciudad, más parques de mejor calidad por contar con más vegetación, más sitios públicos de recreación que propicien el contacto de la sociedad con el medio natural y una mayor disponibilidad de agua potable para uso humano, originado por un mejor aprovechamiento del recurso agua. En el aspecto económico el reúso del agua representaría el ahorro en términos monetarios de los usuarios de agua tratada ya que ésta tiene un costo menor que el agua potable. Dado que el reúso del agua no es una práctica ampliamente implementada en la ciudad, la misma sociedad actualmente carece de estos beneficios.

1.3.1 Pregunta de investigación

¿Son los beneficios económicos derivados de la implementación del uso de agua residual tratada lo suficientemente significativos para identificar los mercados potenciales y justificar la adopción de esta medida en la ciudad de Tijuana, B.C.?

1.3.2 Hipótesis

Los beneficios económicos derivados del uso de agua residual tratada superan los costos de inversión en que incurrirían los usuarios potenciales por implementar esta medida, de tal manera que dichos beneficios permiten identificar los mercados potenciales para este tipo de agua en la ciudad de Tijuana.

1.3.3 Objetivos

Objetivo general

Identificar los mercados potenciales para el uso de agua residual tratada a través de la estimación de los costos y los beneficios económicos que conlleva esta práctica a fin de orientar su implementación en la ciudad de Tijuana, Baja California.

Objetivos específicos

- Identificar los mercados potenciales para el uso de agua residual tratada de mayor importancia en los sectores; industrial, comercial y de servicios.

- una categorización de los mercados identificados.
- Elaborar un mapa de la localización de los mercados potenciales con las posibles rutas de la red morada.
- Estimar los costos y los beneficios económicos en que incurrirían los usuarios potenciales al adquirir procesos adicionales de purificación a fin de poder usar agua residual tratada.

1.4 Alcance del estudio

La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), el Organismo Operador de agua potable y alcantarillado en la ciudad, se dio a la tarea, a través del Proyecto Morado, de implementar la iniciativa de tratar las aguas residuales y establecer una red que permita maximizar el reúso del agua en la ciudad⁵. Los resultados de esta iniciativa se han traducido en la producción de una cantidad considerable de agua residual tratada, disponible para ser reusada, sin que a la fecha se haya identificado la demanda global potencial del recurso por parte de los posibles usuarios para este tipo de agua. Bajo este esquema, esta investigación pone de manifiesto las condiciones mediante las cuales pueden surgir los mercados potenciales. Además considerando estas condiciones, se estiman los costos y los beneficios en que incurrirían los usuarios y el Organismo Operador por implementar el uso de agua tratada. El balance entre los costos y los beneficios permite conocer la medida en que la demanda de este recurso puede aumentar en la ciudad.

La ubicación espacial de los mercados potenciales representada en un mapa de la ciudad de Tijuana facilita el diseño de las posibles rutas de las líneas conductoras de agua tratada hacia dichos puntos. La ubicación de los tipos de mercados identificados permite discernir qué rutas

⁵ La CESPT mantiene el Proyecto Morado como un proyecto para el reúso del agua tratada en Tijuana, pero como se puede apreciar en varias menciones noticiosas y del propio Organismo (ver, por ejemplo, “La CESPT utiliza agua del proyecto Morado para crear sus propias áreas verdes” <http://www.cespt.gob.mx/Noticias/VerNoticia.aspx?id=289>), no ha publicado a la fecha un plan de desarrollo para dicho proyecto.

o redes del Proyecto Morado deben considerarse primarias y cuáles crearse después, como redes secundarias.

1.5 Justificación

En Tijuana invertir en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la ciudad representa una entre varias soluciones a los problemas históricos de contaminación de las costas con aguas negras provenientes de la ciudad. En los años 60 se contaba con líneas conductoras de aguas negras que descargaban en un canal a cielo abierto que vertía las aguas en el Océano Pacífico 10 km al sur de la línea fronteriza (CESPT, 2006).

La CESPT cuenta con siete plantas de tratamiento que son el soporte principal del Proyecto Morado, las cuales son: Arturo Herrera, La Morita y El Refugio ubicadas en la zona sureste de la ciudad; Urbi Villas del Prado ubicada en el sur; Santa Fe en el suroeste de la ciudad y las plantas Rosarito I y Rosarito Norte ubicadas en la zona costa (CESPT, 2011; Navarro, 2010). A pesar de que la CESPT cuenta con estas plantas de tratamiento existe el inconveniente de que no se aprovecha el recurso, pues las aguas tratadas en su inmensa mayoría se vierten al mar sin darles un uso. Esto sucede, porque a la fecha no se cuenta con un plan de desarrollo de la red de distribución de agua tratada que lleve el recurso primeramente a los principales consumidores. El presente trabajo aborda los beneficios económicos como un medio para identificar los mercados potenciales, lo cual en estudios previos no se ha hecho para la ciudad de Tijuana. En suma, conocer cuáles son y dónde se encuentran los mercados potenciales junto con la presentación de un mapa que muestre su ubicación, así como identificar los beneficios económicos originados por el uso del agua residual tratada por dichos mercados, permitirá establecer las bases para la implementación del reúso del agua en la ciudad de Tijuana.

1.6 Organización del trabajo

Este trabajo de investigación está organizado en siete capítulos, el capítulo dos expone las condiciones sociales, económicas y ambientales de la ciudad de Tijuana y cómo influyen en el abastecimiento de agua a la sociedad. El capítulo tres constituye el marco teórico conceptual, el cual se basa en la sustentabilidad urbana. El capítulo cuatro presenta la metodología usada para recabar la información, analizarla y desplegarla en el mapa. En el capítulo cinco se

presentan los resultados para cada uno de los sectores estudiados. En capítulo seis se analiza la información recabada considerando los requerimientos de agua de los usuarios potenciales y los resultados de los costos y beneficios estimados. El capítulo siete expone las conclusiones de la investigación y una serie de recomendaciones para la CESPT a corto y mediano plazo.

El reúso del agua en Tijuana es una práctica que se puede extender ampliamente por la ciudad. Diferentes ciudades en el mundo han aprovechado este recurso de varias maneras dependiendo de sus necesidades y características. Dadas las condiciones particulares de la ciudad de Tijuana en términos de escasez de agua porque no cuenta con fuentes de agua propias, el reúso del agua es una opción de suministro de agua que traería beneficios tanto económicos como ambientales y sociales favoreciendo o impulsando la sustentabilidad de la ciudad. Sin embargo, pese a estos beneficios a la fecha esta práctica no ha despuntado y los mercados potenciales han permanecido ocultos. A fin de reconocer los beneficios ambientales y sociales que la ciudad y la sociedad gozarían por implementar esta medida, es necesario conocer cuáles son las condiciones sociales, económicas y ambientales en las que se erige la ciudad de Tijuana. El siguiente capítulo hace una descripción general de dichas condiciones y explica cómo repercuten en el suministro de agua en la ciudad.

CAPÍTULO II. EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO-AMBIENTAL Y SUS IMPLICACIONES EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE TIJUANA

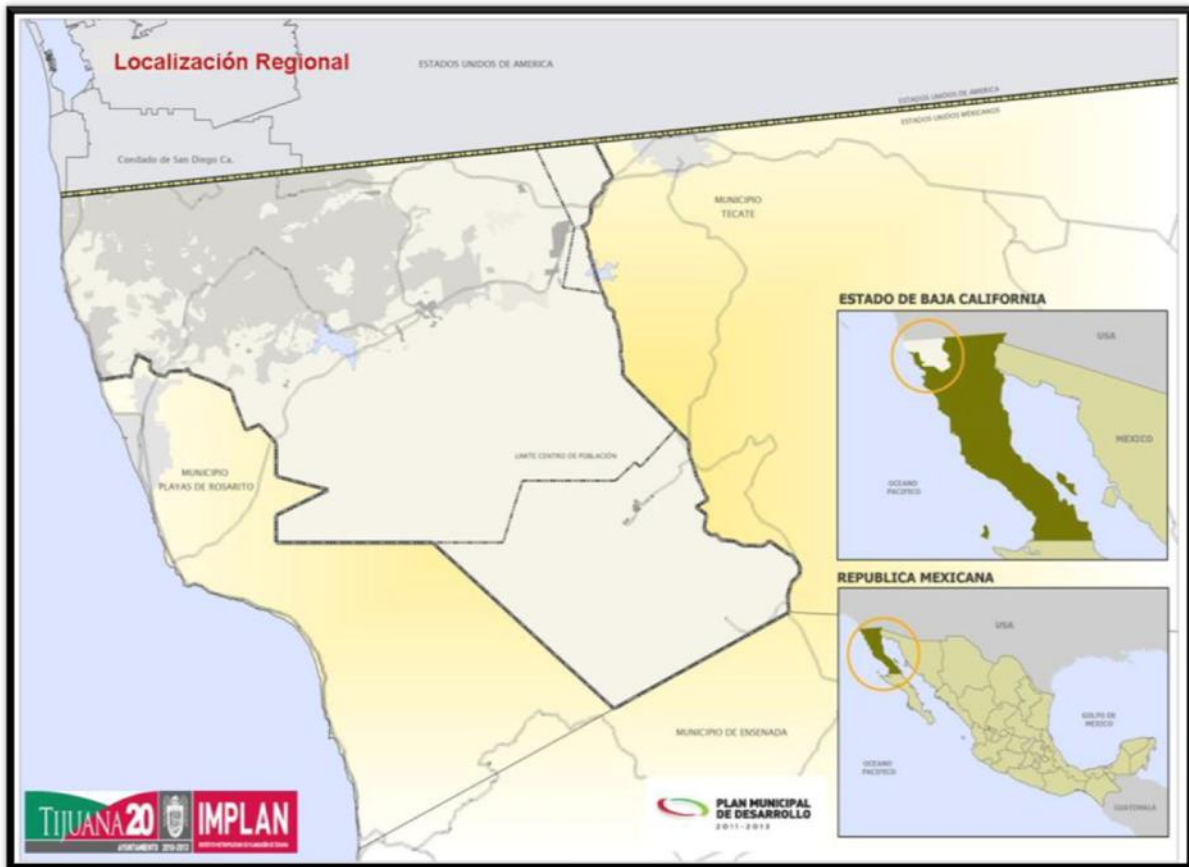
En este apartado se describen las características fisiográficas, climatológicas y socioeconómicas de la ciudad de Tijuana, así como la manera en que estas condiciones repercuten en la demanda y suministro de agua a la sociedad.

2.1 Características fisiográficas y climatológicas

El estado de Baja California se ubica en la parte noroeste de la República Mexicana. A este estado lo conforman cinco municipios que son: Tijuana, Tecate, Mexicali, Playas de Rosarito y Ensenada.

El municipio de Tijuana se encuentra localizado en el extremo más noroeste del país, entre los paralelos 32° 11' y 32° 35' de latitud norte y los meridianos 116° 31' y 117° 07' de longitud oeste. Colinda al norte con los Estados Unidos de América, al sur con los municipios de Playas de Rosarito y Ensenada, al este con el municipio de Tecate y hacia el oeste con el Océano Pacífico y el municipio de Playas de Rosarito. Cuenta con una superficie de 123,863.368 has, la cual constituye el 1.7 por ciento de la superficie total del estado; su altitud territorial varía entre los cero y 1,200 msnm. La ciudad más importante de este municipio es la ciudad de Tijuana que funge como cabecera municipal (INEGI, 2009).

Mapa 2. 1 Localización del municipio de Tijuana.



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013.

Debido a su posición geográfica Tijuana se caracterizan por tener un clima de tipo mediterráneo, con veranos cálidos y secos registrando la temporada de lluvias durante el invierno, con una precipitación media anual de 230 mm (IMPLAN, 2010).

En cuanto a los cuerpos de agua superficiales con los que cuenta el municipio de Tijuana se pueden señalar las presas El Carrizo y Abelardo L. Rodríguez que tienen una función de almacenamiento y de regulación de los flujos de agua. La primera regula los flujos provenientes del Acueducto Río Colorado-Tijuana a la Planta Potabilizadora El Florido y la segunda controla los flujos extraordinarios del Río Tijuana. Como fuentes subterráneas de agua, Tijuana cuenta con los acuíferos Río Tijuana y La Misión (IMPLAN, 2010) cuya capacidad de rendimiento se encuentra condicionada por reducciones a la zona de recarga

debido al crecimiento de la mancha urbana que también ha comprometido su calidad. La tabla 2.1 muestra los volúmenes históricos de rendimiento de ambos acuíferos (CESPT, 2011a) comparados con los volúmenes históricos entregados a Tijuana procedentes del Acueducto Río Colorado-Tijuana (CEA, 2012).

Tabla 2. 1 Volúmenes históricos en m³ de rendimiento de ambos acuíferos comparado con los volúmenes históricos entregados a Tijuana procedentes del Acueducto Río Colorado-Tijuana.

Acuíferos y Acueducto	2006	2007	2008	2009	2010
Río Colorado-Tijuana					
Tijuana	3,290,829	3,377,815	3,096,991	2,628,789	1,266,890
La Misión	900,416	427,673	361,496	380,921	696,663
Acueducto Río Colorado-Tijuana	106,301,375	102,831,790	96,822,186	97,071,901	77,342,941

Fuente: Elaboración propia con base en CESPT, 2011a y CEA, 2012.

Puesto que Tijuana cuenta con escasas fuentes de agua locales, la fuente principal de abastecimiento para la ciudad es la proveniente del Río Colorado, que aporta el 95 por ciento del agua consumida en la ciudad (IMPLAN, 2010:63). Llevar el agua desde el Río Colorado hasta la ciudad de Tijuana ha implicado inversiones en infraestructura para construir el Acueducto Río Colorado-Tijuana, el cual tiene una longitud de 126 km y lleva un volumen de 3,133 lps (IMPLAN, 2010:63). Este acueducto atraviesa La Rumorosa hasta la ciudad de Tijuana venciendo una altura aproximada de 1,061 msnm a través del uso de seis plantas de bombeo lo que conlleva una situación desventajosa en términos de gastos de energía y mantenimiento (CESPT, 2011a).

En cuanto a las características fisiográficas, en general, las zonas urbanas del municipio se asientan sobre suelos y rocas sedimentarias del Cretácico así como sobre rocas extrusivas e intrusivas del Cretácico y Neógeno. Este tipo de rocas pertenecen a depósitos recientes, en

términos geológicos, de tres a uno y medio millones de años. Con suelos de tipo Regosol, Leptosol y Vertisol, poco consolidados y por consecuencia inestables lo que propicia el hundimiento, deslizamiento y derrumbes de masas de tierra (INEGI, 2009; DMCPT, 2001). Estos movimientos de tierra se ven favorecidos por una orografía compleja e irregular conformada por un conjunto de lomeríos de diferentes altitudes y pendientes, llanuras aluviales costeras salinas, mesetas y cañadas (Mendoza, Vázquez y Rosquillas, 2007; INEGI, 2009).

Este tipo de orografía, presente en la ciudad, dificulta el desarrollo urbano ordenado de la misma, ya que debido al terreno fragmentado por lomeríos y cañadas existe poco espacio para los asentamientos humanos (DMPCT, 2001). Por lo anterior, la ciudad se ha asentando sobre pendientes pronunciadas o en terrenos relativamente planos que finalmente corresponden a cauces de escurrimientos naturales, susceptibles a derrumbes y deslaves (DMPCT, 2001). Esta misma irregularidad en el terreno incrementa la dificultad de hacer llegar los servicios públicos a una población creciente y demandante de éstos (DMPCT, 2001) así como para la creación del equipamiento que necesita la sociedad como la presencia de áreas verdes y de recreación (IMPLAN, 2010).

Las características fisiográficas, climatológicas y edafológicas de Tijuana se conjugan para que de manera natural haya poca vegetación la mayoría del año. Aunado a eso se suma el crecimiento acelerado que experimentó la ciudad en años pasados, lo que ha dado como resultado, no solo la carencia de áreas verdes en la ciudad, sino hasta su disminución con el paso del tiempo. En 1994 había aproximadamente 1.32 m² de áreas verdes por habitante en comparación de los 10 y hasta 12 m² que dictan las normas internacionales (Ojeda y Álvarez, 2000).

Durante la mayoría del año las laderas se observan con escasa vegetación debido a las condiciones semiáridas de Tijuana y al tipo de suelo que presenta constante erosión y deslizamientos, provocando pérdida del suelo y contaminación del aire, además de exponer a la sociedad a los riesgos asociados a estos procesos (Mendoza, Vázquez y Rosquillas, 2007).

La estabilización del suelo por medio de la vegetación reduciría los riesgos de deslizamientos y disminuiría la erosión incrementando la calidad del aire y mejorando el aspecto de la ciudad.

Más aún, las cañadas y laderas abandonadas se convierten frecuentemente en basureros, y potencialmente albergan sitios de delincuencia. Por el contrario con el agua suficiente para regar estas cañadas y laderas éstas se pueden convertir en sitios de recreación o de esparcimiento para las sociedad, además de que la vegetación evitará el desprendimiento de partículas de polvo y el deslizamiento de tierra originado por el tipo de suelo de la región; por lo que sus habitantes, en general, se han perdido de disfrutar de áreas verdes por falta de estos espacios para la convivencia comunitaria y el solaz urbano.

Dadas las características climáticas, hidrológicas y fisiográficas de Tijuana, dotar de agua a la ciudad representa ya un desafío, a lo que se suma el aumento de la demanda del recurso agua dado por el crecimiento poblacional de la ciudad.

2.2 Crecimiento poblacional

Pese a las características orográficas de Tijuana, la ciudad ha mostrado un importante crecimiento poblacional. De acuerdo con el Censo de población y vivienda 2010, el municipio de Tijuana cuenta con un total de 1,559,683 habitantes, lo que representa el 49.4 por ciento de la población estatal (INEGI, 2011). Otro factor importante en términos poblacionales es el ritmo de crecimiento que, para el caso del municipio de Tijuana, no ha sido constante sino que se han presentado altibajos, con picos importantes de crecimiento a lo largo de las décadas. Uno de estos picos se presentó durante el periodo de 1950 a 1960 en el que se registró un crecimiento poblacional de 9.7 por ciento. Por el contrario, para la década de 1970 a 1980 este crecimiento decayó a 3.1 por ciento, volviendo a incrementarse a 5.8 por ciento durante 1990 a 1995. Finalmente en los años 2005 a 2010 el crecimiento disminuyó a 2.0 por ciento (IMPLAN, sin fecha).

Este crecimiento poblacional está influenciado no sólo por la tasa de natalidad y el aumento en la esperanza de vida, sino también por la inmigración que se observa en el estado, ya que cuenta con un alto componente de población no nacida en la entidad. Para 2010, 47.7 por ciento de la población había nacido en otra entidad o en otro país (IMPLAN, sin fecha); siendo las principales entidades de origen de los migrantes Sinaloa, Jalisco, Sonora, Michoacán y Distrito Federal. Otro aspecto de la migración es que la población que llega a Tijuana ha

dejado de ser población que permanecía una temporada en lo que cruzaba a los Estados Unidos, para convertirse en una migración que se establece en la ciudad. Lo anterior es causado principalmente por las políticas migratorias en Estados Unidos de Norteamérica respecto a los indocumentados en ese país (IMPLAN, sin fecha).

En cuanto a las expectativas a futuro, de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010) se calcula que para el año 2030 la ciudad de Tijuana contará con 2 483 777 habitantes; lo que implica dotar de servicios a más personas cuya demanda no sólo se incrementa en número sino también en la velocidad en que debe ser cubierta. Así mismo se traduce en un incremento continuo de la demanda de agua por parte de la sociedad que repercute en un aumento en el grado de presión sobre el recurso y en el incremento en la generación de aguas residuales por la ciudad.

Uno de los dinamismos más importantes en Tijuana es el de las actividades productivas. Tijuana es una ciudad que además de presentar un importante crecimiento poblacional, también experimenta un alto desarrollo económico. Este desarrollo también ha demandado su dotación de agua.

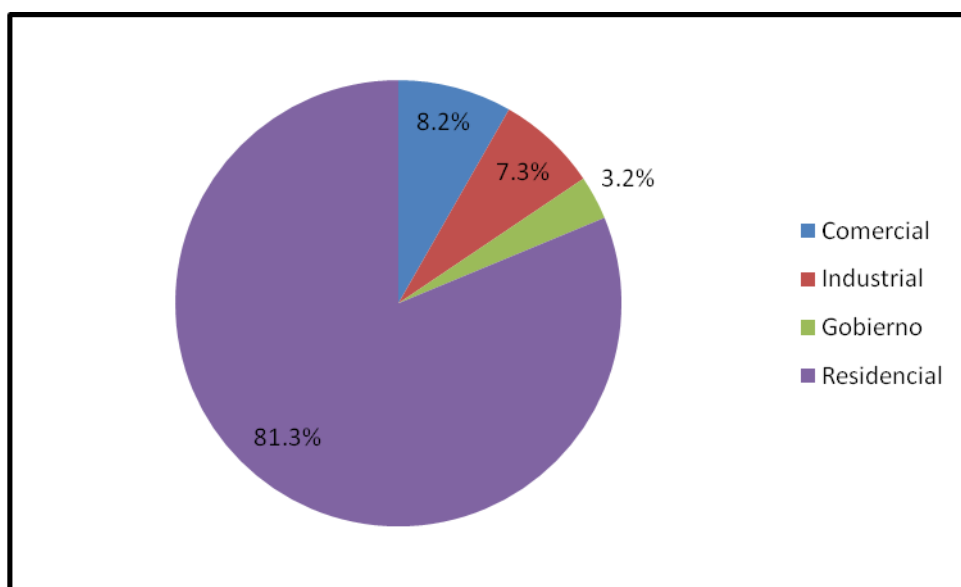
2.3 El desarrollo económico

Dadas las características productivas y poblacionales, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo, Tijuana figura como la tercera ciudad más importante del país; además su condición geográfica impulsa el desarrollo industrial, el sector de los servicios, el comercio, el turismo y las actividades relacionadas, así como los servicios financieros (IMPLAN, sin fecha).

La conurbación comprendida por los municipios de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate aporta aproximadamente 60 por ciento del producto interno bruto del estado, originado por un importante aumento de la actividad industrial, comercial y de turismo. Ello implica que se requieran mayores volúmenes de agua potable, por lo que la accesibilidad a dicho recurso cobra gran importancia para los procesos económicos, llegando a ser un factor limitante cada día mayor. De esta manera la demanda del agua está regida por el crecimiento poblacional y el crecimiento económico, pues al aumentar la población se requiere también mayor número de

industrias, comercios, agricultura y servicios para satisfacer a la sociedad (Ramírez y Mendoza, 2005). En la zona conurbada conformada por Tijuana y Playas de Rosarito el sector comercial utiliza el 8.2 por ciento del total del agua demanda en dicha zona, el industrial el 7.3 por ciento y el gobierno el 3.2 por ciento; el resto es de uso residencial.

Gráfica 2. 1 Porcentaje de agua utilizada por sector.



Fuente: Elaboración propia con base en CEA, 2012.

Una forma de enfrentar los desafíos de la urbanización es analizando los dinanismos internos de los ecosistemas urbanos, con el propósito de conseguir, sistemas urbanos que sean eficientes en la utilización de los recursos y en el manejo eficiente de sus desechos. (Kharrazi y Masaru, 2012). Con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico de la región, el sistema ambiental se ve afectado de manera importante, por lo que, para lograr la sustentabilidad urbana en términos del recurso agua implica, entre otras medidas, un manejo adecuado de las aguas residuales urbanas.

2.4 El manejo del agua residual en la ciudad de Tijuana

Las aguas residuales que se generan en la ciudad de Tijuana son conducidas por la red de alcantarillado que fue creada aprovechando la configuración de la Cuenca del Río Tijuana;

como consecuencia el sistema se maneja por gravedad, permitiendo que las aguas residuales de la ciudad sean llevadas primero al cauce del río Tijuana y después hasta las plantas de bombeo, nombradas PB-CILA y PB-1 que se encuentran en la parte más baja de la cuenca, limitando con la frontera estadounidense de donde pasan a la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales, cuya disposición final de su efluente es el emisor de San Diego que descarga en el Océano Pacífico en los Estados Unidos (Navarro, 2010; Perroni, 2006).

El Organismo Operador emprendió una iniciativa de reúso de agua en la ciudad que comenzó en el año 2007 con la puesta en marcha del Proyecto Morado (Navarro, 2010; CESPT, 2011b). El Proyecto Morado, como ya se mencionó en el capítulo anterior, es una iniciativa impulsada por la CESPT para aprovechar las “aguas tratadas en el riego de áreas verdes, en la industria y la construcción, con el fin de obtener una mayor conservación del agua potable para uso doméstico” y aprovechar el agua tratada en aquellas actividades que favorezcan elevar la calidad ambiental de la ciudad como pudieran ser: riego de glorietas, camellones, jardines, nuevos parques urbanos y campos deportivos (CESPT, 2011b).

Como ya se ha mencionado, Tijuana cuenta con diferentes plantas de tratamiento por la ciudad que son el principal soporte del Proyecto Morado, algunas de ellas con una capacidad importante para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo sólo se reúsa un porcentaje muy bajo de éstas.

Tabla 2. 2 Plantas de tratamiento de aguas residuales que son el principal soporte del Proyecto Morado.

Planta de tratamiento	Capacidad actual (lps)	Fecha de inicio de operación (año)
Arturo Herrera	460	2009
La Morita	254	2010
Urbi Villas de Prado	52	2007
Santa Fe	19	2003
Rosarito I	60	1989
Rosarito Norte	210	2004

Fuente: Elaboración propia con base en CESPT, 2010 y Navarro, 2010.

La CESPT en los últimos años ha impulsado esta iniciativa, como nunca antes en la historia de Tijuana reconociendo la escasez y las necesidades de agua en la región, con la clara visión de la sustentabilidad de la iniciativa y consciente de los beneficios que la sociedad de Tijuana podría disfrutar. Sin embargo, pese a la visión de la CESPT y a los esfuerzo por hacer realidad este proyecto, los resultados a la fecha no han sido los esperados, con muy poca respuesta por parte del sector industrial y comercial. No obstante lo anterior y reconociendo la importancia de impulsar esta iniciativa en la ciudad, la CESPT no ha perdido el interés de hacerla realidad (CESPT, 2011b).

La primera planta de tratamiento que empezó a operar en Tijuana fue la planta San Antonio de los Buenos en 1987 con el fin de cubrir las necesidades de saneamiento de aquel entonces. Esta planta tiene una capacidad de 1100 lps. Pese a su gran capacidad el efluente no cumple los estándares de las normas mexicanas ni cuenta con permiso de descargas. Actualmente se

está trabajando para cambiar el tipo de proceso y aumentar su capacidad (Navarro, 2010; CESPT, 2011a).

Diez años después entra en funcionamiento la Planta Internacional de Aguas Residuales (PITAR) hasta tratamiento secundario, cuya capacidad es igual a la de San Antonio de los Buenos. Su efluente se descarga al Océano Pacífico desde Estados Unidos mediante un emisor submarino. Actualmente las Plantas Arturo Herrera y La Morita son las más importantes de entre las que apoyan el Proyecto Morado, por su capacidad instalada y la calidad que alcanzan sus efluentes (CESPT, 2011a).

A pesar de las condiciones fisiográficas y climáticas particulares de Tijuana que dificultan el suministro de agua a la población como lo son, la escasa precipitación pluvial en la región, las escasas fuentes de agua propias del municipio y las condiciones fisiográficas de lomeríos y cañadas, la ciudad de Tijuana ha tenido un importante crecimiento poblacional en las últimas décadas propiciado por la migración y el florecimiento del sector industrial y comercial. Lo que ha llevado a un manejo insustentable del recurso debido a la alta dependencia del Río Colorado para proveer de agua a la población. Pese a lo anterior Tijuana presenta avances importantes en materia de tratamiento de aguas residuales, sin embargo no ha tenido avances en lo que se refiere al reúso del agua. Por lo cual, el siguiente capítulo expone cómo el uso de agua residual tratada es una medida que favorece la sustentabilidad urbana, no solo incrementando la calidad del medio ambiente sino también aumentando el bienestar de sus habitantes.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo se exponen los principios de sustentabilidad urbana bajo los cuales se fundamenta este trabajo y se explican algunos conceptos de economía que se utilizaron para poder realizar esta investigación.

En este trabajo no se habla de sostenibilidad sino de sustentabilidad ya que existen diferencias entre ambos términos. En el primero los recursos permanecen a través del tiempo asegurando su suministro a las generaciones futuras y en el segundo además de lo anterior permite el desarrollo del ser humano con calidad de vida, democracia y equidad (Gómez, 2004).

3.1 Sustentabilidad urbana

El crecimiento acelerado de las ciudades registrado durante el siglo XX impulsado por la explosión demográfica y la industrialización desembocó en una serie de problemas en los suburbios que el “urbanismo” como disciplina no podía solucionar. Posteriormente, en 1970 se intentó explicar la complejidad de los fenómenos en las ciudades a través del punto de vista ecológico, en el que se aplicaba a las ciudades los principios de flujo de materia y energía, lo que dio como origen a la ecología urbana (López, 2004). Bajo esta perspectiva, el problema se solucionaba en parte, sin embargo su alcance era limitado, porque con la ecología urbana no era posible proyectar las ciudades a futuro, ni considerar el aspecto económico presente en las ciudades, ni las cuestiones relacionadas con los pueblos como su historia, su identidad o las competencias de poder (López, 2004).

En la Declaración de Río de 1992 el “desarrollo sustentable” quedó definido a través de cuatro indicadores: el social, el económico, el ecológico y el intelectual, que se relacionaron con el papel que desempeñaba la mujer, junto con la seguridad alimentaria y con la integración internacional. Sin embargo para ese entonces el concepto de sustentabilidad no se relacionó con los procesos de urbanización (López, 2004).

Los procesos de urbanización se aceleraron y se hicieron más complejos a partir de la Revolución Industrial concentrando a un mayor número de personas, lo que rápidamente se

convirtió en una población consumista. Con el crecimiento urbano las ciudades se establecieron como el espacio en el que se requiere una nueva infraestructura que permita el desarrollo de las actividades que en ella se llevan a cabo y que al mismo tiempo satisfaga las necesidades de sus pobladores (Gasca y Torres, 2012:14).

La realidad es que el proceso acelerado de urbanización lleva consigo el crecimiento anárquico de las ciudades y como consecuencia el deterioro ambiental y la disminución en la calidad de vida. Esta disminución en la calidad de vida se origina a partir de la incapacidad del sistema natural de proveer los recursos en buen estado como agua, aire y alimentos lo que lleva como consecuencia la carencia de espacios verdes y zonas de recreo, favoreciendo el deterioro de los suburbios, alza de precio en los servicios, marginación y delincuencia (Castro, 2002) todo ello como resultado de una falta de planificación y gestión integral de las ciudades. Lo que las convierte en sistemas no sustentables, afectando su propio medio o el de donde extraen los recursos y depositan sus desechos (Lezama y Domínguez, 2006:160). En ese sentido, las ciudades son el escenario en el que lo natural se somete bajo las fuerzas de la modernidad. Es en ellas en donde los individuos se alejan del medio natural y reducen la naturaleza a insumos para la satisfacción de sus necesidades, además es en las ciudades donde los individuos desconocen y olvidan la fuente de vida y de los recursos naturales de los que viven. Esto sucede cuando las actividades de las ciudades están dirigidas sólo para beneficiar el aspecto de lo económico o social, haciendo a un lado lo ecológico o ambiental, lo que resulta en la no sustentabilidad de las ciudades (Lezama y Domínguez, 2006:160).

En el sentido de la sustentabilidad urbana los recursos naturales se aprovechan para mejorar el medio natural, las ciudades y la calidad de vida de sus pobladores con el fin de reducir el daño ambiental y proteger los recursos naturales, financieros y humanos; no solo de la generación presente sino también el de las futuras. De esta manera la sustentabilidad urbana integra los tres aspectos de la sustentabilidad: ambiente, economía y sociedad (Hernández, 2008).

En términos de gestión urbana, la integración de los tres aspectos de la sustentabilidad conlleva a la gestión integral de las ciudades. Para lograr lo anterior, el diseño de las ciudades debe verse bajo el enfoque sistémico, el cual se adoptó en la Cumbre de Río y en la realización de la Agenda 21. Bajo este enfoque las ciudades se entienden como un sistema que está constituido por subsistemas que interactúan y están interrelacionados entre sí. Al conocer

dichas interacciones se hace más fácil incorporar los subsistemas en el manejo de los recursos a fin de lograr una gestión integral. Por ejemplo, bajo el enfoque de la gestión integral de las ciudades, el recurso agua no se gestiona sólo para resolver los problemas relacionados con las demandas de abastecimiento y alcantarillado, sino que se relaciona con la gestión de otros subsistemas que coexisten en la ciudad como la disposición de los residuos que causan la contaminación de los mantos freáticos y acuíferos, la gestión de la contaminación atmosférica o bien, la política de suelo (López, 2004).

De acuerdo con lo anterior, la sustentabilidad urbana es el estado, en el que la ciudad, entendida como un sistema es capaz de proveer perdurable y eficientemente la energía y los recursos a fin de que cada subsistema que la compone cumpla con sus objetivos. En específico, el subsistema social goce de bienestar en un espacio físico de calidad en donde la actividad productiva permita la preservación de los ecosistemas que en ella existen (López, 2004).

3.1.1 El recurso agua

Con esta visión una ciudad es sustentable cuando tiene condiciones tales que hacen posible el desarrollo integral de sus habitantes (Lezama y Domínguez, 2006). Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores la ciudad de Tijuana posee características particulares que repercuten en la calidad de vida de sus habitantes y en la sustentabilidad de la ciudad. Lograr el crecimiento sustentable de Tijuana, requerirá de reconocer las limitaciones de los sistemas económico, ecológico y social que coexisten en ella (Slocombe, 1993).

En cuanto al recurso agua, el ciclo hidrológico en las ciudades se ve alterado por el crecimiento poblacional, el alto desarrollo económico que conlleva el aumento de la producción y del bienestar económico de las personas y la contaminación del recurso (Trujillo, 2008), son precisamente estos primeros dos elementos los que están afectando mayormente el ciclo hidrológico en Tijuana. El continuo crecimiento acelerado de la ciudad junto con el desarrollo del sector industrial, y ante la escasez de agua en la región hacen que la disponibilidad del recurso agua se vea amenazada en el futuro. Lo anterior hasta en tanto no se busque fuentes alternas sustentables, pues traer el agua desde el Río Colorado cada vez será más costoso por el alto consumo de energía requerido para traerla, ya que la generación de

más energía también implicará el deterioro del medio ambiente. Aun las fuentes alternas de energía conocidas como sustentables repercuten en la calidad del ambiente, por lo que un mayor consumo de energía representa un mayor deterioro ambiental. Además al incrementarse los precios de la energía representará para Tijuana un mayor gasto económico por traer el agua hasta la ciudad y satisfacer las necesidades de su población. Por lo que es necesario tomar medidas tanto en el sentido de reducir los costos energéticos como en el consumo de agua que se trae desde el Río Colorado (Ramírez, 2006).

Una adecuada gestión del recurso incluye el manejo apropiado de las cuencas hidrológicas que proporcionan agua a las ciudades, ya que ésta es una forma en que se puede captar agua de manera sustentable. En el caso de Tijuana, un manejo apropiado de la cuenca del Río Tijuana permitiría aumentar la producción local de agua. En cuanto a las tecnologías compatibles con el medio ambiente que pueden hacer más sustentable el aprovechamiento del agua se pueden mencionar: la cosecha de lluvia, el uso del agua residual tratada y su inyección en el acuífero. A continuación se presentan las experiencias de algunos países en cuanto a la aplicación de estas tecnologías.

Para el caso de la cosecha de lluvia, ésta es una medida que algunas veces no ha sido exitosa, tal es el caso de la Ciudad de México en la que incluso llega a haber inundaciones. El problema radica en que la lluvia no se puede captar en cantidades suficientes por falta de espacio donde se pueda almacenar, además de que la calidad del agua de lluvia no es buena debido los problemas de contaminación atmosférica que persisten en la ciudad (Jiménez, 2004).

En lo que se refiere al reúso del agua, diferentes ciudades en el mundo han implementado, desde hace varios años, sistemas de tratamiento de aguas residuales con el fin de disminuir la contaminación de los cuerpos de agua y reutilizar las aguas tratadas para cubrir la demanda del recurso, tanto para uso potable como para uso no potable. La construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales en las ciudades permite disponer de un mayor volumen de agua tratada. Esta agua tratada, se puede usar en sectores como el industrial, comercial y gubernamental. Incluso por la población en general, instalando sistemas de doble tubería, tanto para agua potable como para agua morada o en los nuevos desarrollos residenciales para el uso en sanitarios y jardines. Ello traería como consecuencia tener la

posibilidad de liberar importantes volúmenes de agua potable en beneficio de los habitantes de la zona, incluso no sólo para la población presente sino también para las generaciones futuras. Además, por medio del tratamiento de las aguas residuales se logra reducir el brote de enfermedades de origen hídrico, trayendo como consecuencia individuos más sanos que disfrutan de espacios verdes de recreación, logrando una coexistencia más armónica entre la población y la naturaleza (CNA, 2011).

La ciudad de San Petersburgo, en Florida, E.U. inició, en 1977, el programa de "cero descargas" de aguas residuales alrededor de las Bahías de Tampa y Boca Ciega; a través del reúso de agua tratada, logrando desarrollar uno de los mayores sistemas de distribución de tubería tipo dual a gran escala en el mundo de reciclaje de aguas residuales. El agua tratada es usada en la agricultura, la industria y para protección contra incendios. Desde que inició el programa de reúso de agua, la ciudad ha experimentado una disminución notable en la demanda de agua potable (EPA, 1985).

En Europa, el desarrollo de la reutilización del agua está siendo impulsada por la necesidad de recursos alternativos, en la mayoría de los casos, también conlleva la necesidad de proteger los cuerpos de agua y la necesidad de cumplir con las normas de calidad cada vez más estrictos para las aguas residuales vertidas. La reutilización del agua está creciendo de manera constante en los países densamente poblados del norte de Europa como Bélgica, Inglaterra y Alemania, y más rápidamente en las zonas turísticas costeras y las islas en el oeste y el sur de Europa, entre las que se pueden mencionar, las islas de Francia (Noirmoutier, Porquerolles), España (Baleares y Canarias islas) e Italia (Sardinia, Sicily). (Lazarova *et al.*, 2001).

Para sitios como Tijuana donde las lluvias son escasas existen otros tipos de estrategias como la reinyección directa e indirecta en acuíferos o la inversión en la construcción y funcionamiento de Plantas tratadoras de aguas residuales, así como en el tendido de la línea morada que distribuya el recurso por la ciudad, lo que puede ser una opción para contribuir a la sustentabilidad urbana en términos del manejo del agua.

3.1.2 El aspecto económico

En cuanto a recursos naturales se refiere, gastar el mínimo y ahorrar al máximo son principios que apoyan la sustentabilidad urbana junto con la reducción de la contaminación a fin de tener ciudades más cómodas y funcionales. Para lograr lo anterior el reciclaje, así como las modificaciones y adecuaciones a la infraestructura juegan un rol importante (Rabinovitch, 1992; Hernández, 2008, Morató *et al.*, 2006) las cuales requieren de inversiones en infraestructura ya sea para realizar proyectos medio ambientales o bien para aplicar nuevas tecnologías compatibles con el medio ambiente que permitan devolver al medio residuos y materiales que puedan ser nuevamente aprovechados como recursos (Castro, 2002). En el caso del reúso del agua es necesario invertir en redes de distribución de agua tratada lo que representa gastos económicos que no pueden dejarse de lado. De tal manera que una parte crucial en la sustentabilidad del agua en la ciudad es contar con un buen diseño y una buena implementación de reciclaje, con estrategias que aseguren la adecuada gestión del recurso (Hernández y Garduño, 2010).

Implementar el reúso en cualquier sector económico implica un costo de infraestructura por lo que surge la duda si económicamente, la implementación del reúso del agua, es una medida conveniente. Para poder saber si es económicamente conveniente se necesita identificar y evaluar los costos y los beneficios económicos originados por la implementación de esta medida; a este balance se le conoce como contabilidad financiera (Ocampo, 2077).

La actividad industrial demanda energía y materiales, al mismo tiempo que genera residuos, lo que trae como consecuencia la falta de sustentabilidad en las ciudades y en la calidad de vida de sus habitantes (Castro, 2012). Para el caso del recurso agua, al incrementar la actividad industrial también se incrementa la demanda, esto repercute no sólo en la sobrexplotación del recurso que se agrava para sitios donde hay escasez como es el caso de Tijuana; sino que también, implica un mayor consumo de energía para traerla desde el Río Colorado hasta la ciudad. Puesto que producir la energía tiene un costo económico, esto tendría como consecuencia el alza en el precio del agua potable. En la industria el agua es considerada un insumo por lo que el aumento en el precio del agua potable finalmente repercutirá en el incremento de los costos de producción, ocasionando una menor competitividad por parte de las industrias de la región. La eficiencia de las actividades empresariales de un sitio repercute

en el nivel de desarrollo del sitio en el que se encuentran. Se entiende por eficiencia empresarial cuando la relación de una empresa con el medio ambiente es favorable. De esta manera la competitividad de las empresas estará influenciada en gran medida por la eficiencia de las mismas (Cruz, 2004). Una forma de aumentar la eficiencia de las empresas es a través del reúso del agua, de tal manera que la implementación de esta medida es una oportunidad para que las empresas sean más competitivas en el mercado.

En economía se concibe que un mercado no es un lugar físico, más bien es un mecanismo que rige los términos de compra venta entre los participantes económicos conciliando los requerimientos de los compradores, la cantidad de recursos y las limitaciones de la tecnología con las que se cuenta (Gwartney, Stroup y Sobel, 2000:73; Enríquez, 2008:99-100).

A diferencia de la Economía, en mercadotecnia el mercado se concibe a partir de las características de los consumidores y puede ser real o potencial. El mercado real es el conjunto de personas con necesidades semejantes que pagan a quienes proporcionan los bienes y servicios que satisfacen sus necesidades (Fischer, 1993:64 citado en Téllez y Aguilar, 200) y el mercado potencial es el conjunto de posibles compradores de un bien o servicio (Pérez y Luna, 1996:53 citado en Téllez y Aguilar, 200).

Para fines de este estudio se entiende por mercado potencial a un conjunto de posibles consumidores que poseen características semejantes respecto a su disposición al uso de agua tratada, sus requerimientos de agua en cuanto a calidad y su disposición a invertir en algún tipo de proceso adicional de purificación con el fin de poder usar el agua tratada.

Partiendo de la idea de que el agua tratada es un insumo y que además su uso aumenta la eficiencia de las empresas, ésta debería tener un precio en el mercado, sin embargo, en Tijuana, el agua tratada que está entubada y que es conducida hacia el usuario no lo tiene. Una forma de darle valor económico a los bienes y servicios que no tienen valor en el mercado es conociendo la disposición a pagar de los posibles usuarios, basándose en la idea de que los individuos y las empresas tienen preferencias por ciertos bienes y servicios y el valor de un bien o servicio que no tiene precio en el mercado correspondería a lo que las personas estarían dispuestas a pagar por ese bien o servicio (Field, 1994) o por gozar de un mayor bienestar o evadir cualquier perturbación que afectara su situación (Azqueta, 1994).

Desde la perspectiva de la economía neoclásica del bienestar, el concepto económico de valor se entiende, basado en la premisa de que el propósito de la actividad económica es el de incrementar el bienestar de los individuos quienes conforman la sociedad. Dicho bienestar individual no sólo depende del consumo de los bienes privados y de los bienes y servicios producidos por el gobierno sino también de la cantidad y de la calidad que cada uno recibe de los bienes y servicios que ofrece el ambiente, por ejemplo, la salud, las amenidades visuales y las oportunidades de recreación al aire libre. De ahí se deduce que, la base para medir el valor económico de los cambios en los servicios ambientales sea su efecto en el bienestar humano (Freeman, 1993).

3.1.3 El aspecto social

Al orientar el desarrollo de las ciudades, se debe tener presente que el objetivo último es que sus habitantes gocen de una calidad de vida apropiada, dejando de lado la concepción economicista de confort, como lo es el consumismo. En términos de justicia social y bajo el enfoque del desarrollo sustentable, se busca que todos los ciudadanos gocen de manera homogénea de condiciones similares en términos de calidad de vida. Es decir, se debe permitir que cada ciudadano sea partícipe de los beneficios económicos, sociales y ambientales generados por la ciudad, pues calidad de vida implica, entre otras condiciones, de entornos adecuados y acceso a servicios públicos básicos (Lezama y Domínguez, 2006:164-165).

Mientras se espera que las ciudades crezcan a un ritmo acelerado en las próximas décadas, es importante que los servicios de los ecosistemas en las zonas urbanas y de los ecosistemas que las ciudades poseen puedan ser entendidos y valorados por los planificadores de la ciudad y tomadores de decisiones políticas. La comprensión de la importancia de los servicios ambientales que ofrecen las áreas arboladas en las ciudades podría significar no explotar dichas áreas, sino que también esta comprensión puede hacer que las zonas arboladas se conserven o incluso se amplíen (Bolund y Hunhammar, 1999).

La sustentabilidad urbana es una forma de entender el desarrollo urbano, en el que se considera no solo, el desarrollo económico de la ciudad basado en criterios de productividad, sino también en el que se toma en cuenta el bienestar de las personas que viven en ella al establecer y garantizar condiciones ambientales que favorezcan ese bienestar (Lezama y

Domínguez, 2006). La idea del desarrollo sustentable es lograr el bienestar de la sociedad, y de las generaciones futuras, al mismo tiempo que se vigila y atiende la salud de los ecosistemas (Saldivar, 2004:17). De ahí la importancia de conservar en buen estado los ecosistemas que cohabitan con el hombre en la ciudades.

El ambiente urbano tiene características biofísicas distintivas en relación con las zonas rurales que lo rodean como lo es la existencia de un microclima con menos humedad. Tales cambios son, en parte, una consecuencia de la alteración de la superficie de las zonas urbanas. En específico relacionado con la cobertura vegetal ya que éstas tienen menos vegetación que la superficie de las zonas rurales. Como consecuencia, en las zonas urbanas se presenta una disminución de la refrigeración por evaporación que se traduce en el aumento de la temperatura en las ciudades (Lee, 1992; Wilby, 2003).

Estos eventos están relacionados con las islas de calor. Las islas de calor presentes en las ciudades hacen que las temperaturas sean más altas que en las zonas rurales de los alrededores, causadas por una combinación compleja de factores relacionados con las actividades que en ella se llevan a cabo (Lee, 1992; Wilby, 2003) como cambios en la radiación y el balance energético en la superficie de la Tierra debido a que la vegetación es remplazada por materiales como el concreto y asfalto, la modificación de la composición atmosférica por contaminación del aire que afecta el balance de la radiación, la producción de calor antropogénica resultado de las actividades humanas como las emisiones de los vehículos de motor (Lee, 1992; Gill *et al.*, 2007).

Así mismo el aumento de la superficie que está cubierta por asfalto y cemento se traduce en un incremento de la escorrentía superficial por la falta de vegetación que retenga el agua (Castro, 2002; Gill *et al.*, 2007).

El cambio climático ya está con nosotros y hay una necesidad urgente de desarrollar estrategias de adaptación. El cambio climático amplificará esas características distintivas presentes en las zonas urbanas. De ahí la importancia de la infraestructura verde dentro de las ciudades como un mecanismo de adaptación ante el cambio climático. El uso creativo de la infraestructura verde es una de las oportunidades más prometedoras para esa adaptación. Se ha demostrado la importancia funcional de la infraestructura verde en moderar los impactos del

cambio climático tales como temperaturas extremas y el incremento superficial de la escorrentía (Gill *et al.*, 2007).

Muchos aspectos del cambio global, incluyendo las emisiones de carbono, se han atribuido a las áreas urbanas. A pesar de lo anterior, de una o de otra manera las ciudades han proveído servicios ecosistémicos a través de sus áreas verdes (Strohbach y Haase, 2012) tales como la regulación de microclimas, reducción del ruido de la ciudad, remoción de contaminantes en el aire, espacios con potencial de recreación, mitigación del flujo y drenaje del agua de lluvia y filtración del agua al subsuelo controlando las inundaciones (Bolund y Hunhammar, 1999; Wilby, 2003).

La vegetación urbana puede afectar directa e indirectamente la calidad del aire local y regional mediante la alteración del medio ambiente atmosférico urbano. Las principales formas en que los árboles influyen en la calidad del aire urbano son:

- Reducción de la temperatura y otros efectos microclimáticos.
- Reducción en la radiación ultravioleta.
- La eliminación de los contaminantes del aire.
- Captura de carbono.
- Mejoramiento de la calidad del agua.
- Disminución en el consumo de energía de los edificios durante los meses de verano por la sombra que proporcionan a los edificios y la consiguiente reducción de las emisiones de las plantas de energía o centrales eléctricas.

El valor funcional de un árbol está dado en función de lo que es capaz de realizar y tiende a incrementarse con el aumento en el número de árboles, su tamaño y su salud en el orden de varios millones de dólares por año. De manera contraria, el valor y los beneficios pueden decrecer tanto como la cobertura y salud de árboles disminuya. De manera que los árboles de larga vida, sanos y grandes proveen mayores valores funcionales (Nowak, *et al.*, 2007).

Los efectos acumulativos e interactivos de los árboles sobre el clima, la remoción de los compuestos orgánicos volátiles y las emisiones de las centrales eléctricas constituyen el impacto global de los árboles sobre la contaminación atmosférica (Nowak, *et al.*, 2007). De esta manera los árboles maduros son muy importantes, también por el papel que desempeñan

en el suministro de sombra e intercepción de las precipitaciones. Además, en épocas de sequía pueden proporcionar una función de refrigeración mayor que la proporcionada por el pasto el cual se seca más rápido (Gill *et al.*, 2007).

Cabe señalar que con la presencia de árboles y vegetación durante los períodos de sequía, como en el sudeste de Inglaterra, tendrán que tomarse medidas para garantizar un suministro adecuado de agua a la vegetación (Gill *et al.*, 2007). Una medida sustentable para asegurar el suministro adecuado de agua a las áreas verdes de la ciudad es el riego de estas áreas con aguas residuales tratadas, puesto que de entre las estrategias que sugiere para mejorar la calidad del aire incluye la de suministrar abundante agua a la vegetación con el fin de mejorar la eliminación de la contaminación y la reducción de la temperatura (Nowak *et al.*, 2007).

También es claro que los servicios de los ecosistemas urbanos contribuyen a la calidad de vida urbana. Se espera que un mayor conocimiento de los servicios que ofrecen las áreas arboladas y los espacios verdes pueda contribuir a lograr una estructura de ciudad más eficiente en cuanto al diseño y aprovechamiento de los recursos. De esta manera, los ecosistemas urbanos podrían ser plenamente apreciados por su contribución a la vida urbana y valorados como tales cuando la tierra se quiera utilizar con fines de explotación (Bolund y Hunhammar, 1999).

La sustentabilidad urbana se ocupa de utilizar los recursos de manera eficiente con el fin de lograr un entorno natural sano que propicie el bienestar humano. En cuanto al recurso agua, diferentes países han implementado el reúso del agua en sus ciudades con resultados que han favorecido a la sustentabilidad urbana. A fin de orientar la implementación del reúso del agua en Tijuana el presente trabajo lleva a cabo una metodología particular la cual se describe en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describen los procedimientos que se llevaron a cabo para alcanzar los objetivos de esta investigación. Para lograrlos se distinguen tres etapas principales las cuales se ejecutaron de manera secuencial. La primera etapa consistió en la identificación de los mercados potenciales de agua residual tratada; la segunda se enfocó en la elaboración de las posibles rutas del tendido de la red morada sobre un mapa digital, tomando como base los mercados potenciales identificados; y la tercera radicó en la estimación de los costos y beneficios que representaría implementar una red morada con el trazo propuesto en este estudio.

En la ejecución de las tres etapas de la investigación se utilizaron varios instrumentos metodológicos como, una encuesta, la georreferenciación en un Sistema de Información Geográfica y la búsqueda de información en internet relacionada con los costos de los sistemas de purificación de agua residual tratada hasta tratamiento terciario. A continuación se explica cómo estos instrumentos fueron empleados en las diferentes fases de la investigación.

4.1 Identificación de los mercados potenciales

La identificación de los mercados potenciales generalmente se hace a través de una investigación de mercados para saber las necesidades y gustos de los posibles consumidores de un producto, lo que permite identificar a los principales clientes potenciales. El estudio de mercado también permite saber las condiciones de oferta y demanda de un producto en cuanto a volumen y valor. Con la información generada es posible establecer las políticas y tácticas de venta (Ocampo, 2007:114-115).

La investigación de mercados se hace con el propósito de generar información que facilite la toma de decisiones y minimice el error en cuanto a la comercialización de un producto (Ocampo, 2007:113; Kinnear y Taylor, 1998:6). La toma de decisiones también se apoya en información relacionada con la estructura de distribución, el entorno social y tecnológico de los consumidores (Kinnear y Taylor, 1998:6). Partiendo de la idea que el agua tratada se va a vender, en este trabajo, la identificación de los mercados potenciales se hizo a partir de la

información recabada en cuanto a los requerimientos de agua de los usuarios potenciales, el equipo con el que contaban para alcanzar la calidad de agua requerida, su disposición al uso de agua tratada y su disposición a invertir en procesos adicionales de purificación. Para la creación de la línea morada se consideró la distribución geográfica de los mercados potenciales, finalmente, para decidir por dónde empezar a tender la línea morada se tomó en cuenta el entorno social, la cercanía entre los usuarios potenciales y la distancia de los usuarios potenciales a las plantas de tratamiento.

La identificación de los mercados potenciales implicó, en primer lugar, reconocer a los distintos tipos de usuarios potenciales de agua tratada. Para lograrlo se requirió de información, que fue obtenida de la CESPT referente a los principales usuarios de agua potable en los sectores industrial, comercial y de servicios. En segundo lugar, se aplicó un cuestionario a dichos usuarios, a fin de identificar su interés probable al uso de este tipo de agua y sus requerimientos de agua en cuanto a calidad y cantidad. En tercer lugar, tomando como base los requerimientos de agua, se determinó la viabilidad financiera, es decir, si la implementación del uso de este tipo de agua era económicamente favorable para los posibles usuarios. Los pasos anteriores permitieron conocer las condiciones bajo las cuales surgen los usuarios potenciales. Una vez identificadas todas estas condiciones, finalmente, se crearon categorías que agruparon a conjuntos de usuarios con condiciones semejantes. Cada categoría correspondió a un tipo de mercado potencial; de esta manera, los mercados potenciales fueron identificados a través de la categorización de los usuarios potenciales.

4.1.1 La base de datos

La identificación de los usuarios potenciales para el uso del agua residual tratada partió de la información proporcionada por la CESPT de los consumidores de agua potable más importantes de la ciudad. Para lo cual se solicitó a la CESPT, en primera instancia, un padrón de los usuarios de agua potable de los sectores industrial, comercial y de servicios, cuyo consumo promedio mensual fuera mayor a los 1000 m³. El periodo considerado abarcó los meses de mayo a noviembre de 2011. El padrón de usuarios de CESPT incluyó; nombre de la empresa, número de cuenta, clave catastral, dirección, teléfono, correo electrónico y volumen promedio mensual consumido; en segunda instancia, se amplió el padrón para incluir a los

usuarios con un consumo promedio mensual entre 500 y 999 m³. Este segundo padrón contenía a los usuarios que durante el mes de marzo de 2012 registraron consumos entre 500 y 999 m³ en los sectores industrial y comercial. Los datos suministrados de dichos usuarios fueron; nombre, dirección, clave catastral, tipo de sector y volumen consumido. Toda esta información proporcionada por la CESPT conformó la base de datos a partir de la cual inicia esta investigación.

Debido a que la información correspondiente a los usuarios con consumos mayores a 1000 m³ no contaba con el tipo de sector al que pertenecía cada usuario y en algunos casos tampoco se contó con el correo electrónico ni el teléfono, se procedió a hacer una búsqueda, de dicha información, en otras fuentes como en internet y en el directorio telefónico. Se procedió de la misma manera con la información de los usuarios con consumos entre 500 y 999 ya que no fue proporcionado ni el teléfono, ni correo electrónico de ninguno de los usuarios. Encontrar esta información fue de vital importancia para poder establecer contacto con los usuarios a fin de invitarlos a participar en el estudio y realizar la encuesta. El domicilio fue un dato importante que se utilizó para poder ubicar a cada usuario en un mapa de la ciudad de Tijuana, además de poder visitarlos para levantar la encuesta personalmente.

4.1.2 La encuesta

Uno de los instrumentos que con mayor frecuencia se usa para recopilar la información necesaria en una investigación es la encuesta o cuestionario, que consiste en una serie de preguntas relacionadas con las variables que se desean medir (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2006).

El cuestionario estuvo formulado con preguntas tanto abiertas como cerradas. Lo anterior se hizo considerando las ventajas y desventajas de cada uno de estos tipos de preguntas. La mayoría de las preguntas fueron cerradas debido a que éstas son más fáciles de contestar y llevan menos tiempo responderlas; este tipo de preguntas se utilizaron para conocer las características en cuanto al volumen y calidad de agua requeridas por los usuarios. Las preguntas abiertas se usaron para conocer las razones por las que el usuario no está dispuesto a usar agua del Proyecto Morado. La desventaja de este tipo de preguntas es que requieren más

tiempo para contestarlas y un poco de más esfuerzo por parte del encuestado debido a que éste tiene que redactar su respuesta (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2006).

Para el caso del sector industrial se aplicaron dos cuestionarios; uno dirigido al administrador y el otro al gerente o jefe de operaciones. El cuestionario dirigido al administrador estuvo enfocado hacia toma de decisiones con el fin de saber si la empresa estaría dispuesta a usar agua del Proyecto Morado y su disposición a invertir en procesos adicionales de purificación que le permitiera hacer uso del agua residual tratada. El cuestionario dirigido al gerente o jefe de operaciones, se enfocó en los procesos productivos con la intención de averiguar la calidad del agua requerida, el tipo de actividad o proceso en que es utilizada el agua y si cuentan con sistemas adicionales de purificación en sus instalaciones. También se elaboró un cuestionario para el sector comercial y otro para el sector de servicios, los cuales estuvieron dirigidos al administrador, gerente de mantenimiento o bien al encargado del área ambiental. Ver cuestionarios en Anexos i al iv.

El cuestionario constó de cinco secciones, la primera relacionada con los datos generales de la empresa y de la persona encuestada. La segunda, tenía el objeto de conocer los datos relacionados con el consumo de agua y se diseñó para medir (a) el volumen total de agua demandada por empresa, (b) los distintos usos que se le dan a ese total, (c) los volúmenes utilizados por actividad realizada en la empresa, (d) la calidad de agua requerida para cada una de las actividades y (e) la superficie de áreas verdes que aumentarían en caso de contar con suficiente agua. La tercera sección indagaba respecto a las instalaciones con las que contaba la empresa como (a) si contaba con procesos adicionales de purificación, (b) el tipo de procesos con los que contaba, (c) la capacidad máxima instalada de dichos procesos, (d) el porcentaje utilizado de esa capacidad, (e) si contaban con planta de tratamiento de aguas residuales y (f) el destino del agua tratada. La cuarta sección estuvo relacionada con la disposición a usar agua del Proyecto Morado, en específico para conocer (a) si sabían del Proyecto Morado, (b) el tipo de actividades en que emplearían el agua morada, (c) las razones por las que no usarían agua del Proyecto Morado y (d) la disposición a invertir en procesos adicionales de purificación. La quinta y última sección se refirió a la tarifa que los usuarios potenciales estarían dispuestos a pagar por el agua morada.

En un principio se decidió mandar el cuestionario vía electrónica con el fin de llegar al mayor número posible de usuarios. La fase previa al envío de la encuesta es la primera etapa del trabajo de campo en la que se introduce a los participantes en la investigación dándoles alguna información referente al proyecto a fin de despertar el interés del participante en la encuesta. Para el presente trabajo, se envió una invitación electrónica a las empresas para participar en el estudio. La invitación electrónica llevó información del propósito del proyecto y su importancia, así como la invitación a participar en el estudio contestando un cuestionario. Posteriormente se hizo contacto telefónico con el gerente o administrador con el fin de pedir su autorización para mandar los cuestionarios. En la fase de seguimiento se envió una postal electrónica recordando la importancia del llenado del cuestionario y en caso de no tener respuesta se envió un simulador en Excel que calculaba los ahorros económicos por usar agua tratada y el tiempo de recuperación de la inversión, por las adecuaciones requeridas en las instalaciones, en caso de decidir usar agua del Proyecto Morado. Ver Anexos v al vii.

Dada la escasa respuesta por este medio, se optó por aplicar los cuestionarios personalmente, para lo cual se contrató a un equipo de tres encuestadores a los cuales se les capacitó previamente en cuanto al tema de este trabajo de investigación.

4.2 Los costos y los beneficios económicos de los usuarios potenciales

A pesar de que el alcance de este estudio no logra hacer un análisis costo-beneficio, sí consigue identificar y estimar los costos y los beneficios de la implementación del reúso de agua por parte de los usuarios identificados. Esta estimación se hizo a través de la búsqueda en internet para la cotización de los precios de los sistemas adicionales de purificación en los que tendrían que invertir algunos usuarios potenciales, a fin de utilizar agua del Proyecto Morado.

Se consideraron como costos los gastos relativos a la compra, de equipo adicional de purificación de agua, en los que tendrían que incurrir los usuarios potenciales para sustituir el agua blanca por agua tratada.

En lo que concierne a los beneficios que obtendrían los usuarios potenciales por la implementación del reúso del agua, se consideró como beneficio económico el ahorro en

dinero de los usuarios potenciales al utilizar agua tratada del Proyecto Morado, ya que ésta es más barata que el agua blanca.

4.3 Categorización de los mercados potenciales

Para identificar los mercados potenciales se analizó la información recabada en los cuestionarios y el resultado de estimar los costos y los beneficios de la implementación del uso de agua del Proyecto Morado por parte de los usuarios potenciales. Con dicha información se determinaron las condiciones bajo las cuales surgen los usuarios potenciales; a partir de lo cual se crearon categorías que agruparon a conjuntos de usuarios con condiciones semejantes. A continuación se explican las condiciones para cada una de las categorías.

- 1) Dispuesto y no necesita invertir. Son las que no requieren agua de mayor calidad que la proporcionada por la red del Proyecto Morado y por lo tanto no necesitan invertir en la instalación de procesos adicionales de purificación y al mismo tiempo están dispuestos a usar agua residual tratada.
- 2) Dispuesto y cuenta con equipo. Las que están dispuestas a usar agua del proyecto morado y necesitan agua con mayor calidad a la proporcionada por el Proyecto Morado, pero que dada las características de su equipamiento no necesitarían invertir en la instalación de sistemas adicionales de purificación.
- 3) Dispuesto y quiere invertir. Las que necesitan agua con mayor calidad a la proporcionada por el Proyecto Morado, requieren de la instalación de sistemas adicionales de purificación, tienen disposición a usar agua residual tratada y están dispuestos a invertir en la instalación de algún tipo de proceso adicional de purificación.
- 4) Dispuesto, no quiere invertir. Las que necesitan agua con mayor calidad a la proporcionada por el Proyecto Morado, requieren instalar sistemas adicionales de purificación, tienen disposición a usar agua del proyecto morado pero no están dispuestas a invertir en algún tipo de proceso adicional de purificación.
- 5) No dispuesto. Son las empresas que no tienen disposición a usar agua del proyecto morado.

Se creó un rubro denominado “Sin categoría” para concentrar a todas aquellas empresas que no pudieron dar respuesta de “Sí” o “No” para alguna de las variables involucradas en el análisis.

Cada categoría correspondió a un tipo de mercado potencial; de esta manera, los mercados potenciales fueron identificados a través de la categorización de los usuarios potenciales.

Tabla 4. 1 Tipos de mercados potenciales.

Tipo de mercado potencial	Nombre del mercado	Variables			
		Disposición a usar agua de la línea morada	Requiere agua con calidad mayor a la proporcionada por la línea morada	Necesita invertir en procesos adicionales de purificación	Disposición a invertir en procesos adicionales
1	Dispuesto y no necesita invertir	Sí	No	No	No aplica
2	Dispuesto y cuenta con equipo	Sí	Sí	No	No aplica
3	Dispuesto y quiere invertir	Sí	Sí	Sí	Sí
4	Dispuesto, no quiere invertir	Sí	Sí	Sí	No
5	No dispuesto	No	No aplica	No aplica	No aplica
Sin categoría					

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Ubicación espacial de los mercados potenciales

Los sistemas de información geográfica en la actualidad constituyen una herramienta computacional que permite desplegar en una pantalla diferentes tipos de mapas sobre los cuales es posible georreferenciar un conjunto de datos visualizados en forma de líneas, puntos

o áreas, los cuales el sistema puede analizar, manipular, ordenar, filtrar, relacionar, etc. para dar respuesta a preguntas relacionadas con los datos (Clarke, 2003).

El inicio de los sistemas de información geográfica fue en 1959 cuando se creó el primer modelo que permitía geocodificar datos cartográficos en una computadora y desplegarlos en un mapa de resultados. Después, durante los años 60's se desarrollaron diferentes programas computacionales para dibujar mapas; sin embargo ninguno de éstos podía considerarse como un Sistema de Información Geográfica. Fue hasta que se reconoció que el desarrollo del mapeo digital dependía no de un solo programa sino de un conjunto de programas que tenían en común el formato, la estructura y los archivos con los cuales era posible sobreponer datos en un mapa. En la actualidad es una herramienta ampliamente utilizada para georreferenciar información y analizarla (Clarke, 2003).

Por medio del programa ArcGIS versión 9.3 se elaboró el mapa en donde se localizó la ubicación de los diferentes tipos de mercados potenciales dentro de la zona urbana, así como la ubicación de las plantas de tratamiento Arturo Herrera, La Morita, El Refugio y Rosarito Norte pertenecientes a la CESPT, con el fin de crear sobre este mapa la propuesta de las posibles rutas de la línea morada.

4.5 Rutas propuestas para la línea morada

El posible trazo de la red morada se puede obtener a partir de de la ubicación de los mercados potenciales y de la red primaria para abastecimiento de agua residual tratada que la CESPT tiene tendida desde la Planta de Tratamiento Ing. Arturo Herrera hasta el Parque Morelos y la línea que tiene proyectada construir que continuará del Parque Morelos hasta el nuevo zócalo. Se hizo una verificación en campo para ver si era factible tender la línea morada por las avenidas escogidas y descartar aquellas que no son aptas para conducirla. La elección de las avenidas se hizo con base en los criterios que considera la CESPT a fin de decidir qué calles son susceptibles de llevar la red morada para lo cual se buscó la asesoría del ingeniero encargado del área de proyectos en la CESPT. En especial se evitó en lo posible tender la red morada por avenidas principales, para impedir que la obra afecte la circulación vehicular y ocasione problemas de tráfico en avenidas que son muy transitadas, y donde existieran tubos subterráneos conductores de gas que pudieran complicar la obra.

La ruta primaria propuesta se trazó tomando como referencia los mercados tipo uno y tipo tres nombrados respectivamente como “Dispuesto a usarla y no necesita invertir” y “Dispuesto a usarla y a invertir” debido a que son éstos los que, dadas sus condiciones serían los usuarios más factibles e inmediatos a conectarse a la línea morada una vez que se haya tendido por la ciudad. La ruta secundaria propuesta se trazó tomando como referencia el suministro agua tratada al mercado tipo cuatro nombrado como “Dispuesto a usarla pero no quiere invertir”, puesto que éstos son los usuarios que usarían el agua morada en lo futuro, dado que, por el momento, no están dispuestos a invertir en procesos adicionales de purificación.

4.6 Estimación de los costos por parte del Organismo Operador

Para determinar los costos en que incurriría el Organismo Operador por tender las redes propuestas de agua residual tratada hacia los mercados identificados, se hizo con base en el costo de la red de distribución para la propuesta de reúso de agua tratada que se encuentra en el Plan Hídrico 2010-2030. La propuesta presentada en el Plan Hídrico 2010-2030 consiste en una red de distribución de 197,276 metros de longitud a la que se le calculó un costo de 663,602,263 pesos (CESPT, 2011a), dando un costo de 3,364 pesos por metro de red instalada.

Toda la información relacionada con los mercados potenciales se obtuvo a partir de una encuesta. Las variables que se eligieron para crear la categorización de los mercados permitieron saber cuáles son las empresas con mayor potencial para el reúso de agua, lo cual se utilizó como base para la creación de la línea morada. Los resultados de la encuesta, la categorización de los mercados, la aproximación de los costos y la propuesta de la línea morada se presentan en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

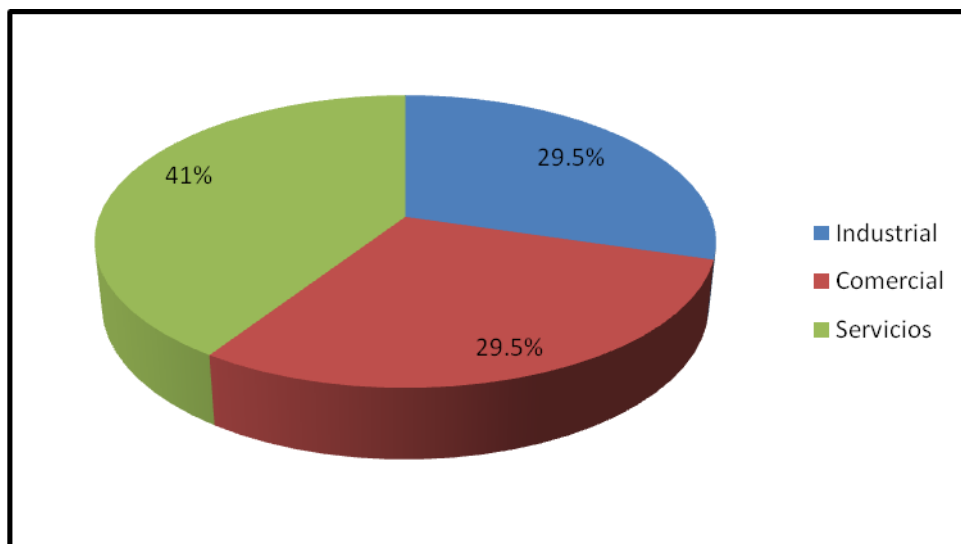
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Así mismo, se exponen los alcances y limitaciones del trabajo de campo de esta investigación.

La información proporcionada por la CESPT referente a los usuarios que consumen igual o más de 500 m³ de agua al mes estuvo conformada por 333 números de cuenta. Se encontró que un usuario podría tener más de un número de cuenta. Por tal motivo se hizo una depuración de la base de datos para saber cuántos eran los usuarios que demandaban más de 500 m³ de agua al mes. A partir de lo anterior, se obtuvo un total de 286 usuarios, de los cuales 77 se contactaron vía internet, vía telefónica o bien mediante visita a la empresa a fin de invitarlos a participar en el estudio y contestar el cuestionario. Durante el trabajo de campo se aplicó el cuestionario a seis empresas más, las cuales no se encontraron en la base de datos proporcionada por la CESPT. En suma, entre empresas encuestadas y no encuestadas se tiene un total de 90 empresas que se localizaron en el mapa.

De las 90 empresas localizadas, 26 empresas, a pesar de aceptar participar en el estudio, no pudieron contestar el cuestionario aún con el seguimiento que se les dio. Finalmente cuatro empresas más rechazaron la invitación de participar en el estudio.

Se levantó un total de 54 cuestionarios, de los cuales 16 se realizaron en el sector industrial, 16 en el sector comercial y 22 en instituciones prestadoras de servicios tanto particulares como de gobierno. Se encuestó una empresa, del sector comercial, que tiene la toma de agua en el km 32 de la carretera libre Tijuana-Tecate, esta toma no se pudo localizar con precisión en el mapa.

Gráfica 5. 1 Porcentaje de empresas por sector que respondieron el cuestionario.



Fuente: Elaboración propia con base en el número de cuestionarios levantados por sector.

Como se puede observar en la gráfica anterior el porcentaje de cuestionarios realizados para cada sector se hizo de manera equitativa. Esto se hizo con la intención de evitar que el número de cuestionarios levantados estuviera dirigido en su mayoría hacia alguno de los sectores privilegiando las respuestas del sector con un excedido número de cuestionarios contestados. El equilibrio en el número de cuestionarios realizados por sector es importante porque impide que haya un sesgo en los resultados. Además, este equilibrio también permite tener un conocimiento más confiable, de las variables que se manejan en este estudio, así como de los resultados que se presentan como promedio general o de aquellos que se exponen considerando a los tres sectores en conjunto.

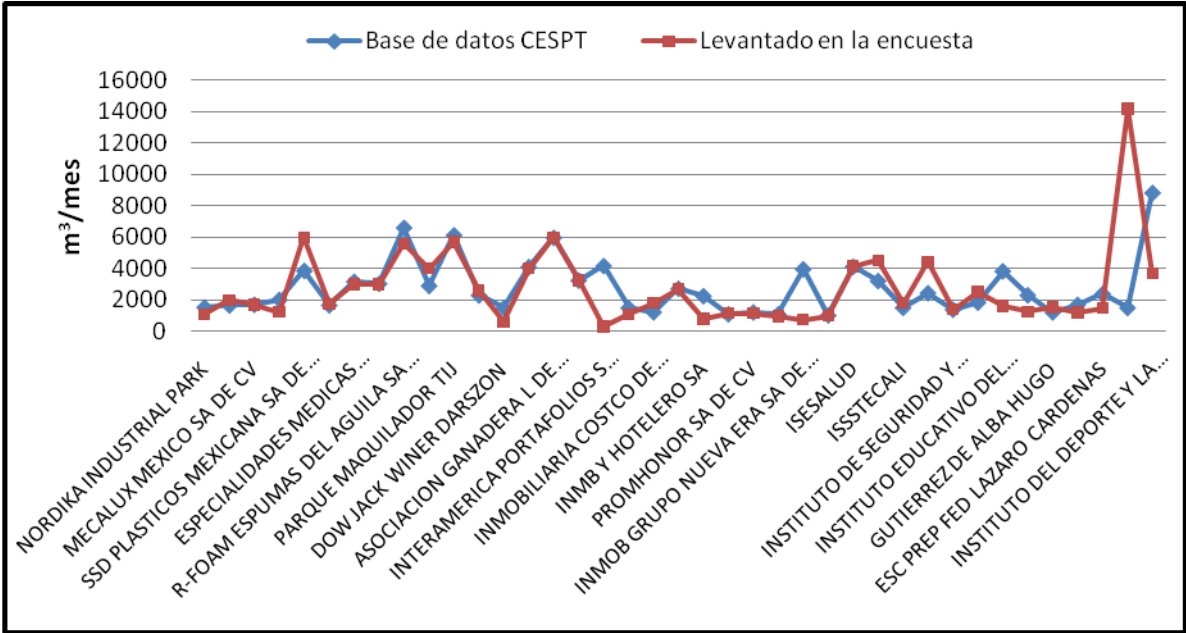
5.1 Los usuarios potenciales

5.1.1 Volumen de agua demandada

Para la mayoría de las empresas incluidas en este estudio se cuenta con dos datos relacionados con el volumen mensual de agua consumida, uno de los datos proviene de la información proporcionada por la CESPT y el otro de la información obtenida en la encuesta.

Existen diferencias entre el volumen de agua que las empresas declararon consumir en comparación con el dato proporcionado por la CESPT. Esto se debe a que en la mayoría de los casos la información proporcionada por parte del encuestado no se basó en la información contenida en el recibo de agua, sino más bien en un dato estimado o aproximado que el usuario recordaba. En algunos casos, el encuestado no contaba con el dato de metros cúbicos consumidos. Hubo empresas que a pesar de no contar con el dato del volumen de agua consumida, sí tenían muy presente el monto del pago mensual por consumo de agua. En estos casos los metros cúbicos consumidos se calcularon a partir del monto del pago mensual acorde con la tarifa oficial en la Ley de ingresos del Estado.

Gráfica 5. 2 Promedio mensual de agua demandada por empresa.



Fuente: Elaboración propia con base en la base de datos de la CESPT y el dato reportado en la encuesta.

La gráfica 5.2 muestra los dos juegos de datos, sin que se aprecie una tendencia clara de incrementar o minimizar consumos en ninguna de las dos series. No obstante, como se puede observar, para algunas empresas existe diferencias entre el dato proporcionado por la CESPT y el obtenido en la encuesta. Dado que, en algunos casos el usuario respondió sin contar con un dato preciso; en lo que resta para el presente estudio se tomará en cuenta el dato que se

encuentra en la información proporcionada por la CESPT, excepto para las seis empresas a las que se les aplicó el cuestionario que no se hallan en la base de datos.

Tabla 5. 1 Consumo mensual de agua de las 91 empresas involucradas en el estudio.

Empresas	Número de empresas	Volumen en m³ de agua demandada al mes	Volumen promedio en m³ de agua demandada al mes
Total de empresas en el estudio	91	328,185	3,606

Fuente: Elaboración propia.

Estos 328,185m³ representan el 3.9 por ciento del volumen total demandado por la ciudad de Tijuana. El promedio general de consumo de agua de las empresas involucradas en este estudio es de 3,606 m³ al mes, lo que indica que se trabajó con empresas que demandan volúmenes importantes de agua en la ciudad.

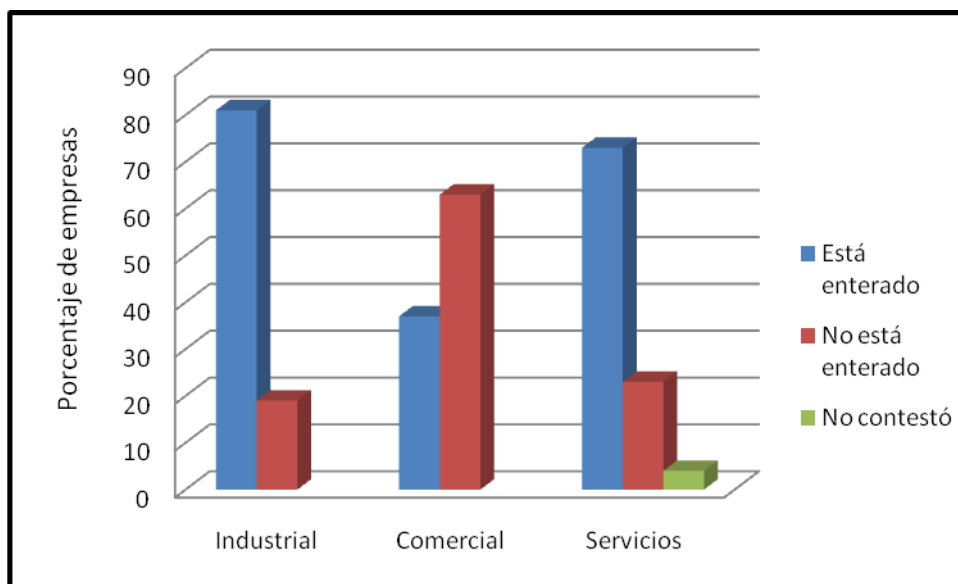
5.1.2 Conocimiento del Proyecto Morado

En el cuestionario se preguntó si el encuestado tenía conocimiento de la existencia del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana y qué era lo que sabía con respecto al Proyecto. Se consideró que la persona estaba enterada del Proyecto con sólo contestar afirmativamente, igualando dicha respuesta a que sabía de su existencia aunque no pudiera mencionar algún aspecto relativo al Proyecto.

De las 16 empresas del sector industrial que participaron en el estudio, 13 contestaron estar enteradas de la existencia del Proyecto Morado y tres no tenían conocimiento alguno de este proyecto. En el sector comercial únicamente seis de 16 empresas que participaron en el estudio sabían del Proyecto Morado y diez no sabían al respecto. De las 22 empresas del sector servicios que participaron en el estudio, 16 empresas sabían de la existencia del Proyecto Morado, cinco no sabían de su existencia y una no contestó la pregunta.

A continuación se presenta una gráfica del porcentaje de empresas por sector, que saben o no de la existencia del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana.

Gráfica 5. 3 Porcentaje de empresas por sector que están enteradas de la existencia del Proyecto Morado.



Fuente: Elaboración propia con base en el número de cuestionarios levantados por sector.

Como se puede observar, el sector industrial es el que tiene mayor número de empresas que conocen de la existencia del Proyecto Morado, le sigue el sector de servicios y por último el sector comercial, que es el que menos sabe de la existencia de este Proyecto en Tijuana.

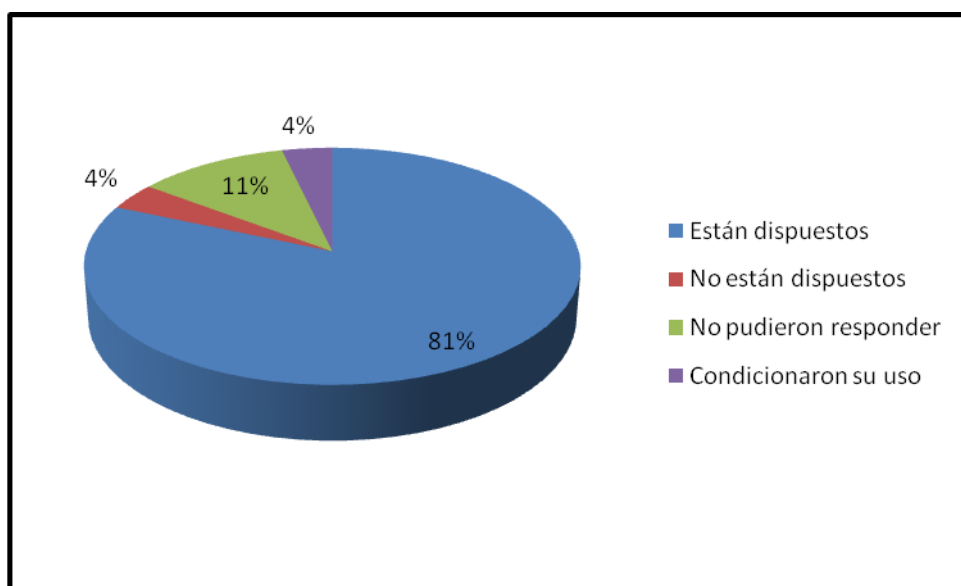
5.1.3 Disposición al uso de agua del Proyecto Morado

La disposición a usar agua residual tratada proveniente del Proyecto Morado se midió a través de los cuestionarios que aparecen como los anexos i al iv de esta tesis. Hubo empresas que no pudieron responder a la pregunta; ¿estaría dispuesto a sustituir, el agua que utiliza en las actividades que no necesiten de calidad potable, por agua residual tratada? Las explicaciones que dieron, por las que no podían responder fueron: porque a la persona encuestada no le compete tomar esa decisión y por lo tanto no pudo responder a la pregunta.

- a) porque no conocen la calidad del agua morada y por lo tanto no pueden tomar esa decisión.

- b) porque condicionaron su uso a la calidad que tuviera el agua.
- c) porque no saben cuánto cuesta el agua tratada y esa decisión depende del costo que tuviera esta agua.

Gráfica 5. 4 Disposición de las empresas participantes en el estudio, al uso de agua del Proyecto Morado.



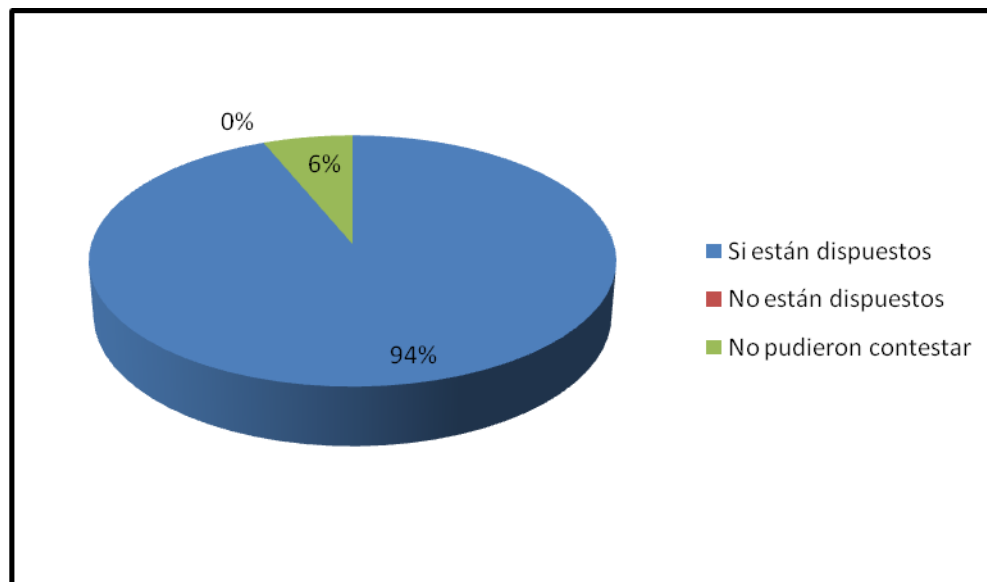
Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de los cuestionarios.

Como puede observarse en la gráfica anterior el 81 por ciento de las empresas participantes en el estudio estuvieron dispuestas a usar agua del Proyecto Morado. Para determinar cuál es el sector que está más dispuesto a usar agua del Proyecto Morado, se calculó por sector, el porcentaje de las empresas dispuestas a usar agua tratada.

Sector industrial

De las 16 empresas que participaron del sector industrial, 15 estuvieron dispuestas a usar agua del Proyecto Morado en por lo menos una actividad. Solo una empresa manifestó no poder contestar si pudiera usar agua tratada dentro de la empresa porque desconoce la calidad de la misma, ya que la opción de usarla en áreas verdes queda descartada por carecer de éstas. Ninguna empresa se negó a la posibilidad de usar agua del Proyecto Morado.

Gráfica 5. 5 Disposición de las empresas que participaron en el estudio al uso de agua residual tratada en el sector industrial.



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

Sector comercial

En lo que respecta al sector comercial, de las 16 empresas participantes, 11 estuvieron de acuerdo en usar agua morada, una expresó no estar dispuestas a usarla; dos manifestaron no poder tomar esa decisión, y dos condicionaron el uso de esta agua.

La empresa que no estuvo dispuesta a usar agua tratada, expuso la siguiente razón:

- a) Porque ya cuenta con su propia planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y ya reutiliza el agua en el riego de jardines.

Las causas que expusieron las empresas, por las que no pudieron decir si estarían dispuestas a usar agua tratada fueron:

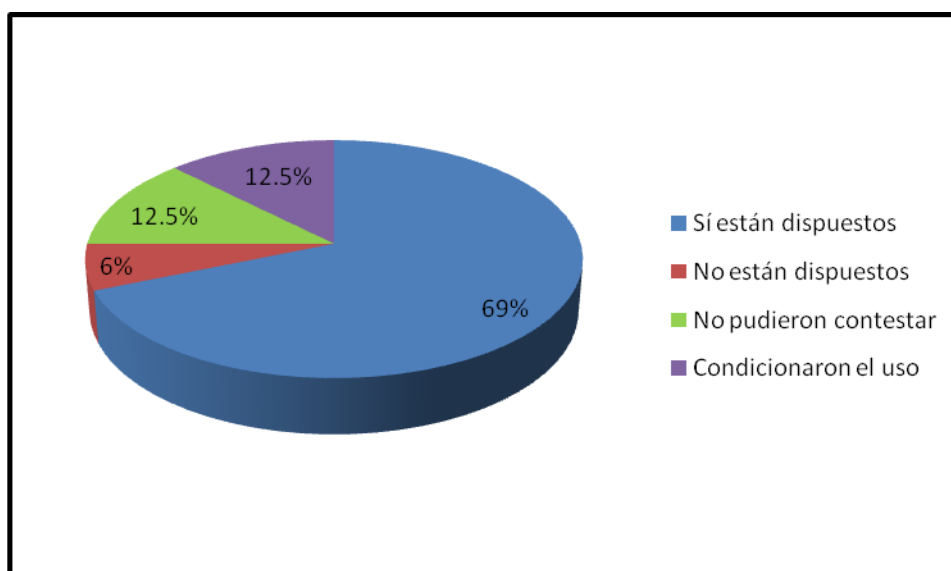
- a) Porque no conocen la calidad del agua tratada que otorga el Proyecto Morado y por lo tanto no saben si puede ser usada en el tipo de actividad que realizan.
- b) Porque la decisión de usar agua tratada no le compete a la persona encuestada, sino que esa decisión la toman los dueños del corporativo al que pertenece la empresa.

Las condiciones que plantearon las empresas para el uso de agua tratada fueron:

- a) La utilización de agua tratada depende la calidad que ésta tenga, en caso de que el agua tratada tuviera la calidad suficiente para incorporarla en sus procesos entonces la usarían, en caso contrario no la usarían.
- b) Depende del precio que el agua morada tenga en el mercado, si el precio fuera lo suficientemente conveniente para la empresa, entonces podría considerar usarla, en caso contrario no.

A continuación se presenta una gráfica que muestra el porcentaje de las empresas que participaron en este estudio que están dispuestos a usar agua del Proyecto Morado en el sector comercial.

Gráfica 5. 6 Disposición de las empresas participantes en el estudio al uso de agua residual tratada en el sector comercial.



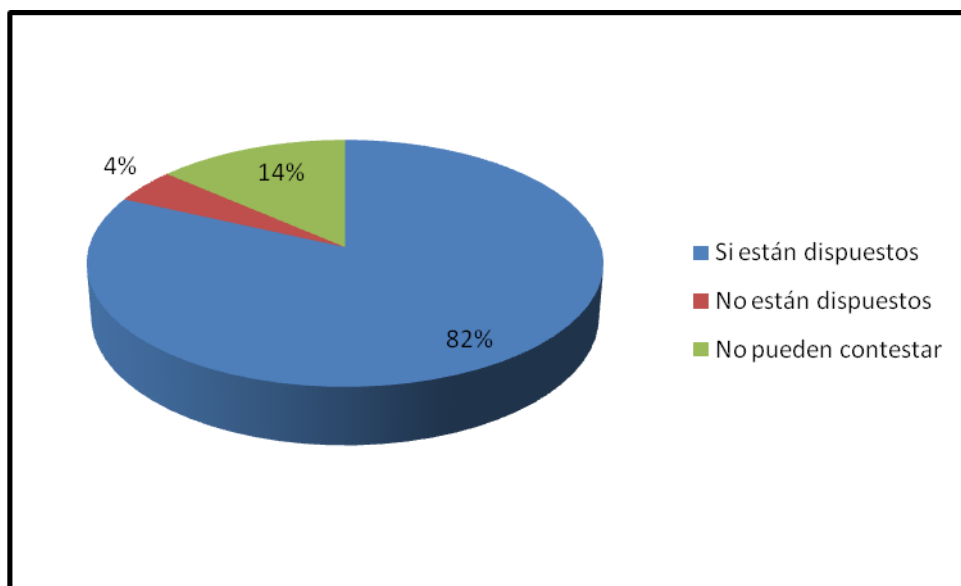
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

Sector de servicios

Con respecto al sector de servicios, de las 22 instituciones que participaron en el estudio, 18 estuvieron dispuestas a usar agua morada, tres no pudieron contestar y argumentaron que tomar esa decisión le compete a la autoridad gubernamental de la que dependen. Solo una

institución, perteneciente al sector salud se negó al uso del agua tratada, esta institución dio como explicación que debido al tipo de actividad que realiza, este tipo de agua pondría en riesgo la salud de las personas.

Gráfica 5. 7 Disposición de las instituciones participantes al uso de agua residual tratada en el sector de servicios.



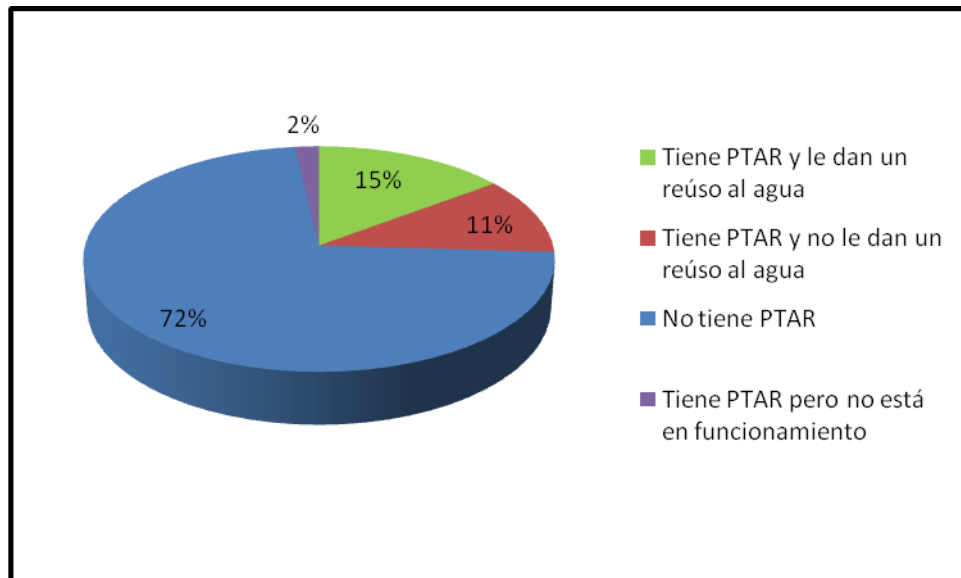
Fuente: Elaboración propia con base en los resultado de la encuesta.

El sector que tiene una mayor disposición para utilizar agua del Proyecto Morado es el sector industrial, seguido del sector de servicios y finalmente el sector comercial.

5.1.4 Reúso actual del agua por parte de las empresas encuestadas

De las 54 empresas que participaron en el estudio 14 cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales, de esas 14, ocho le dan un reúso al agua principalmente para el riego de áreas verdes o la incorporan en los proceso productivos. De las 54 empresas 39 no tienen planta de tratamiento de aguas residuales y una empresa cuenta con planta de tratamiento pero no la tiene en funcionamiento.

Gráfica 5. 8 Porcentaje de empresas que cuentan con su propia planta de tratamiento de aguas residuales y reúso del efluente.



PTAR se refiere a planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia con base en el resultado de la encuesta.

Como puede observarse en la gráfica anterior, la mayoría de las empresas que participaron en el estudio no cuentan con algún tipo de planta de tratamiento de aguas residuales. Así mismo se puede observar que el 15 por ciento de las empresas en este estudio cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales y le dan un reúso al agua.

De acuerdo a los resultados de la encuesta se encontró una variedad de procesos que las empresas están empleando para reusar el agua. Como se mencionó anteriormente hay empresas que cuentan en sus instalaciones con una planta de tratamiento de aguas residuales. El principal reúso proveniente de estas plantas es el riego de áreas verdes y en procesos productivos. A continuación se mencionan las estrategias que las empresas están implementando para reusar el agua sin que ésta provenga de sus plantas de tratamiento.

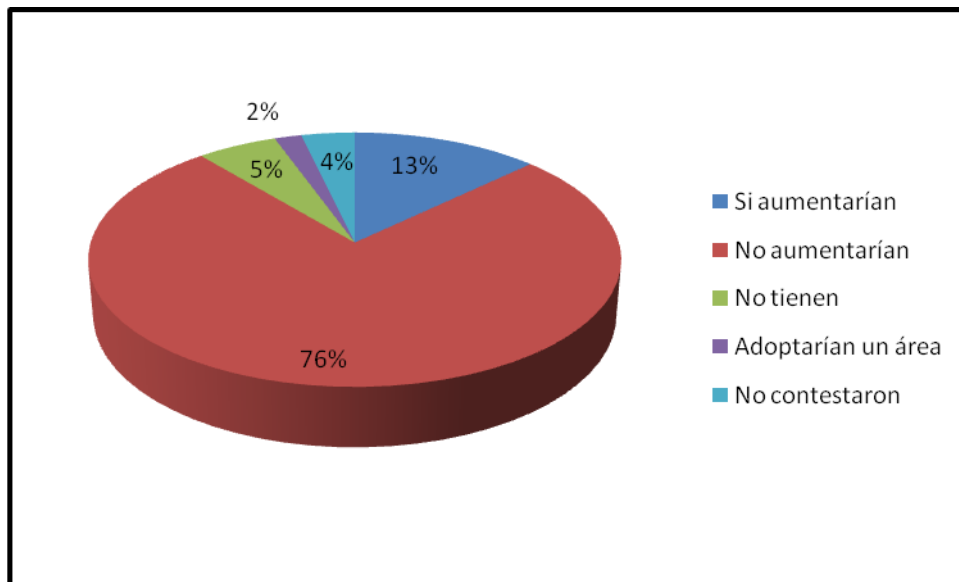
1. Utilizan el agua de rechazo proveniente del sistema de ósmosis inversa, con el que cuentan, en los servicios sanitarios y en lavamanos.
2. Reúsan parte del agua que se genera en los procesos de producción en aquellos procesos que requieren agua blanca de menor calidad.
3. Reúsan el agua de la fuente de ornato para limpieza de instalaciones y riego de áreas verdes.

4. Riegan sus áreas verdes con agua residual tratada que acarrean con pipas.
5. Cuentan en sus instalaciones con ahorradores de agua en el 90 por ciento de los sanitarios.

5.1.4 Áreas verdes

En el cuestionario se preguntó: ¿Bajo el supuesto de contar con suficiente agua aumentarían sus áreas verdes? Se encontró que el 76 por ciento de las empresas no aumentarían sus áreas verdes y únicamente el 13 por ciento las aumentarían. En cuanto a adoptar un área verde en la ciudad por parte de una empresa ésta no tiene que regarla con agua propia, ya que el municipio seguiría proporcionando este servicio, la adopción de un área verde únicamente requiere de pagar el servicio de mantenimiento y jardinería del área verde en cuestión.

Gráfica 5. 9 Disposición a aumentar las áreas verdes.



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas del cuestionario.

5.1.5 Disposición a invertir

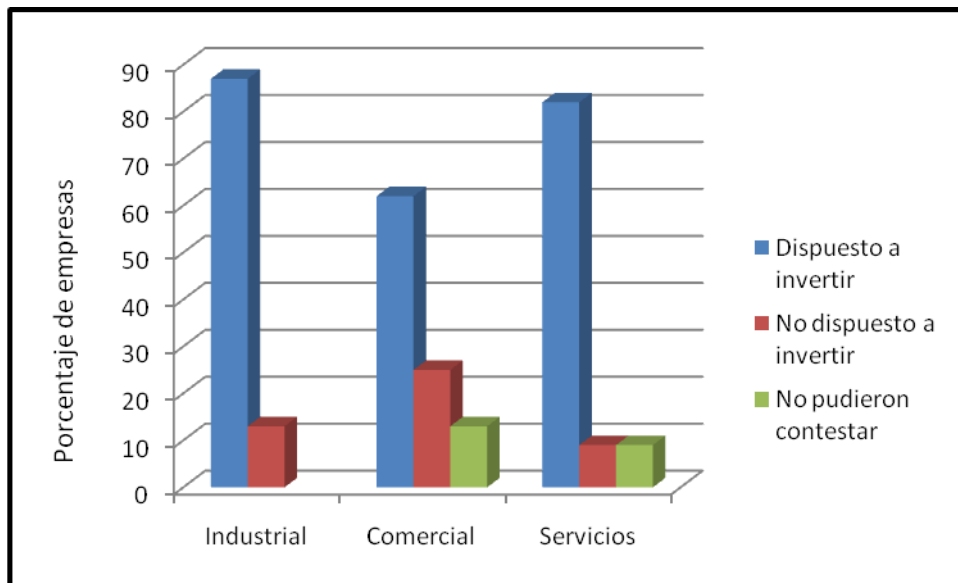
La disposición a invertir se refiere a la disposición que tiene la empresa para invertir en procesos adicionales de purificación, que pudieran ser filtros de carbón activado o sistemas de ósmosis inversa, con el fin de poder usar agua morada.

En el sector industrial 14 empresas estuvieron dispuestas a invertir en procesos adicionales de purificación y dos no estuvieron dispuestas a invertir en estos procesos. Una de las empresas explicó que debido a que el agua tratada no es de buena calidad, resultaría muy caro invertir en un proceso adicional de purificación; la otra empresa explicó que no podría invertir en procesos adicionales de purificación hasta no conocer la calidad del agua tratada y el costo que ésta tendría.

En lo que respecta al sector comercial, 10 empresas estuvieron dispuestas a invertir en procesos adicionales de purificación, cuatro no estuvieron dispuestas y dos no pudieron contestar. La explicación que dieron las empresas, por lo que no pueden invertir, fue por la falta de dinero para hacerlo. Los que no pudieron contestar a la pregunta explicaron que ese tipo de decisiones le corresponden a los dueños de la empresa.

En el sector de servicios 18 instituciones estuvieron dispuestas a invertir en procesos adicionales; dos no, una por falta de recursos y la otra porque no está dispuesta a usar el agua tratada; en este mismo sector dos instituciones expresaron que tomar esa decisión le corresponde a la dependencia que los rige.

Gráfica 5. 10 Disposición a invertir en procesos adicionales de purificación.

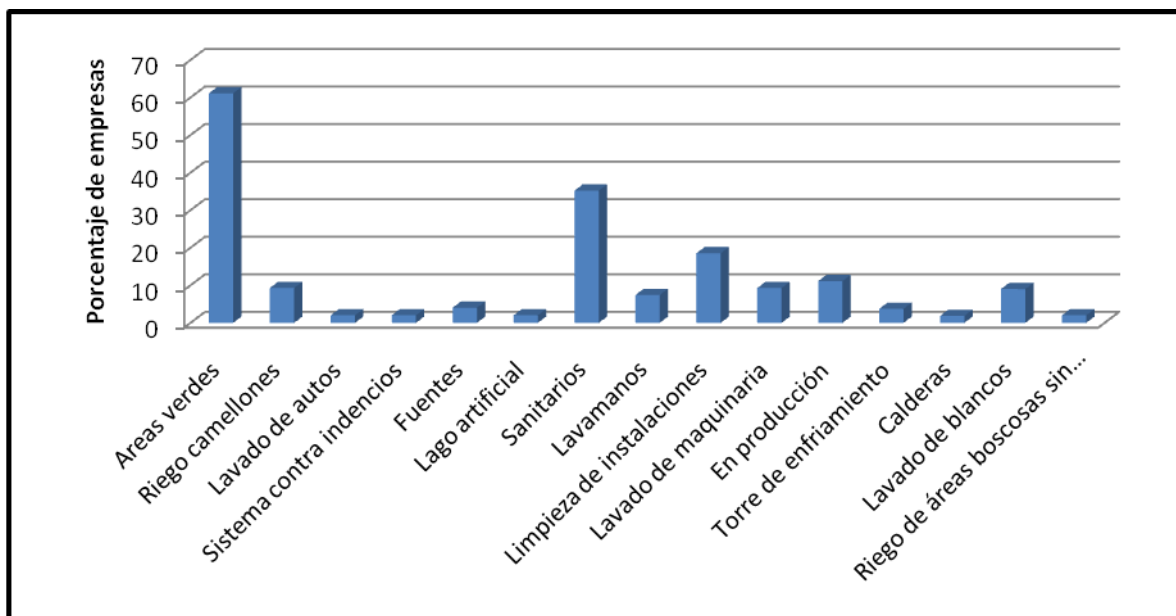


Fuente: Elaboración propia con base en el número de cuestionarios aplicados por sector.

5.1.6 Usos del agua morada

En el cuestionario se preguntó el tipo de actividades en que el usuario emplearía el agua proveniente del Proyecto Morado. De acuerdo con las respuestas de los encuestados se encontró que el agua morada se usaría principalmente para el riego de áreas verdes, seguido de la descarga de sanitarios, limpieza de instalaciones y procesos de producción de la industria maquiladora. También se encontró que el tipo de actividades en las que menos estarían dispuestos a utilizar el agua morada son; en torre de enfriamiento, calderas, lavamanos, lavado de autos, sistemas contra incendios, fuentes, para lago artificial y en el riego de áreas boscosas sin contacto humano.

Gráfica 5. 11 Actividades en las que se usaría el agua morada.



Fuente: Elaboración propia con base en el resultado de la encuesta.

La NOM-003-SEMARNAT-1997 especifica el tipo de actividades con contacto directo al público y con contacto indirecto u ocasional en que se puede emplear el agua residual tratada que cumple con dicha Norma. Esta Norma solo enlista 10 actividades, de las cuales seis fueron mencionadas por las empresas encuestadas. Las actividades que mencionaron como respuestas en el cuestionario y que se hallan en la NOM-003-SEMARNAT-1997 fueron; para llenar lagos artificiales no recreativos, en fuentes de ornato, riego de parques y jardines, riego de jardines y camellones en avenidas, lavado de vehículos y en abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio. Cuatro actividades que se hallan en la NOM-003-SEMARNAT-1997 no las mencionó ninguna de las empresas participantes en el estudio. Estas actividades son; para llenado de lagos recreativos, para riego de campos de golf, como barreras hidráulicas de seguridad y en el riego de panteones.

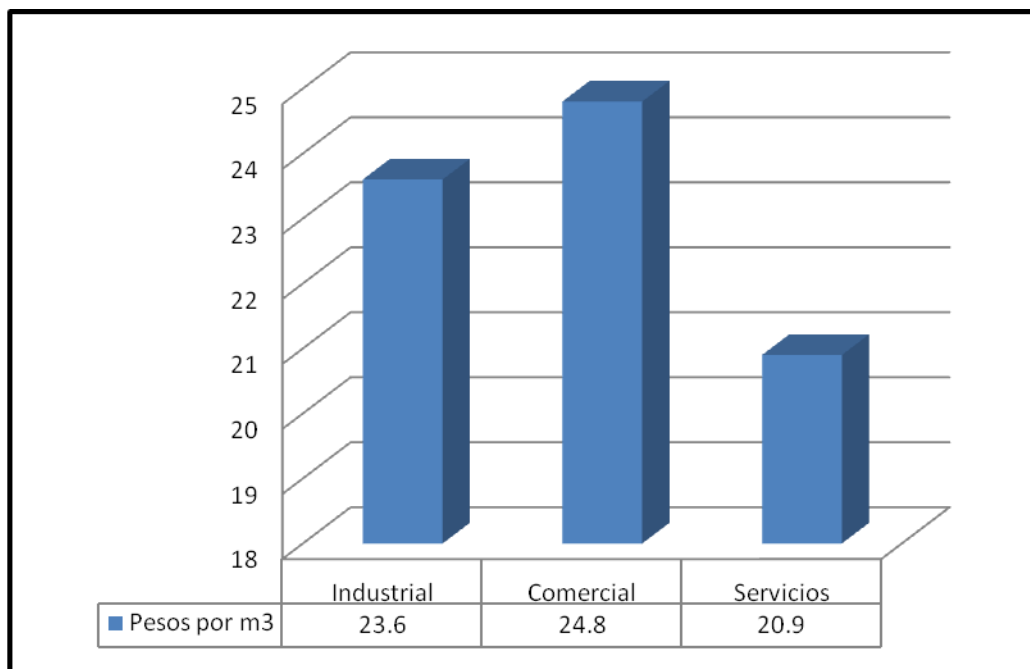
Hubo actividades que no se mencionan en la NOM-003-SEMARNAT-1997 y sin embargo las empresas que participaron en el estudio las mencionaron con frecuencia, esas actividades

fueron; en servicios sanitarios con el 35 por ciento de las empresas, en limpieza de instalaciones, con 19 por ciento de las empresas y en procesos productivos de la industria maquiladora con el 11 por ciento de las empresas encuestadas. Hubo seis actividades más que las empresas que participaron en el estudio mencionaron con poca frecuencia, esas actividades fueron; en el lavado de manos, para lavado de maquinaria, en torre de enfriamiento, en calderas, para lavado de autos y para riego de áreas boscosas sin contacto humano.

5.1.7 Disposición a pagar

Una premisa básica de la idea de usar agua tratada es el ahorro económico que tendrán los usuarios. En el cuestionario se preguntó al usuario ¿cuál sería la tarifa que la empresa estaría dispuesto a pagar por m^3 de agua residual tratada? El sector industrial, en promedio reportó estar dispuesto a pagar una tarifa de 23.6 pesos por m^3 . El sector comercial en promedio pagaría 24.8 pesos por m^3 . El sector servicios en promedio pagaría 20.9 pesos por m^3 . En promedio general los tres sectores estarían dispuestos a pagar la tarifa de 23.1 pesos por metro cúbico de agua tratada.

Gráfica 5. 12 Tarifa que cada sector estaría dispuesto a pagar por m3 de agua residual tratada.



Fuente: Elaboración propia con base en el número de cuestionarios aplicados por sector.

5.1.8 Costos económicos de los usuarios potenciales

Dependiendo del volumen consumido y el tipo de actividades en que cada empresa usaría el agua tratada se calcularon los costos originados por la compra de un filtro de carbón activado; a fin de que el agua del Proyecto Morado adquiriera la calidad del agua potable que la red municipal proporciona. Con este tipo de sistemas es posible remover materia orgánica, sustancias tales como fenoles, pesticidas y herbicidas. A continuación se muestra una tabla con los costos por unidad para este tipo de equipo. Todos los modelos que se presentan en la tabla cuentan con procesos de retro-lavado. El cálculo de dólares a pesos se hizo con el tipo de cambio de 13.75 pesos por dólar.

Tabla 5. 2 Cotización de filtros de carbón activado para uso industrial y comercial.

Nombre del Producto	Gasto medio en m³/mes	Precio	Precio en pesos mexicanos
FILTRO CARBÓN ACTIVADO 1.5 ft³ Contrl/Tiempo o Flujo [FC15C-263/]	920	US\$783.00	\$10,766
FILTRO CARBÓN ACTIVADO 2.5 ft³ Contrl/Tiempo o Flujo [FC25C-263/]	1,534	US\$986	\$13,558
FILTRO CARBÓN ACTIVADO 4 ft³ Contrl/Tiempo o Flujo [FC40C-263/]	2,452	US\$1,450	\$19,938
FILTRO CARBÓN ACTIVADO 5 ft³ Contrl/Tiempo o Flujo [FC50C-263/]	3065	US\$1,914	\$26,318
FILTRO AQUAPLUS CAG 42 SKU: 81244-09	7,776	US\$9,124.00	\$125,500.34
FILTRO AQUAPLUS CAE 48 SKU: 81224-09	10,368	US\$9,267.00	\$127,467.3
FILTRO AQUAPLUS CAE 54 SKU: 81224-10	12,960	US\$11,016.00	\$151,491.4
FILTRO AQUAPLUS CAE 60 SKU: 81224-11	15,984	US\$12,397.00	\$170,482.83
FILTRO AQUAPLUS CAE 72 SKU: 81224-12	23,328	US\$21,208.00	\$291,651.2
FILTRO AQUAPLUS CAE 84 SKU: 81224-13	31,536	US\$24,376.00	\$335,217.35

El cálculo de dólares a pesos se hizo con el tipo de cambio de 13.75 pesos por dólar.

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida en Swimquip de México S.A de C.V., 2011 y TodoAgua Powered byAguasoft, 2007.

De acuerdo con la Ley de ingresos del estado de Baja California para el ejercicio fiscal del año 2012, en la ciudad de Tijuana el costo por metro cúbico de agua residual tratada, en la planta o fuera de la planta, es de 3.41 pesos. Puesto que a la fecha no existe un costo por el agua

morada entubada, para realizar los cálculos de los beneficios económicos de los usuarios potenciales se utilizó la tarifa que en promedio las empresas respondieron estar dispuestas a pagar que fue de 23.1 pesos por m³ de agua tratada al mes. En resumen los costos en que incurriría cada empresa son los relacionados con la adquisición del filtro de carbón activado y el pago de la tarifa de 23.1 peso por m³ de agua del Proyecto Morado.

5.1.9 Beneficios económicos de los usuarios potenciales

Los beneficios económicos que gozarían los usuarios potenciales por implementar el uso de agua del Proyecto Morado son; el ahorro económico por el pago del servicio de conducción del agua morada, ya que estarían pagando una tarifa más barata que la que actualmente pagan por el servicio de agua potable y, recuperación de la inversión en poco menos de un mes para los casos en que las empresas tuvieran la necesidad de comprar un filtro de carbón activado con el fin de lograr que el agua tratada adquiriera la calidad que los usuarios necesitan.

A continuación se muestra una tabla en donde se presenta el ahorro económico por usar agua tratada y el tiempo de recuperación de la inversión por la compra de un sistema de filtración con carbón activado. El volumen de agua demandada al mes que se utiliza en la tabla 5.3 para hacer el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión corresponde al gasto medio de los sistemas de purificación cotizados en la tabla 5.2.

Tabla 5. 3 Tiempo de recuperación de la inversión.

Volumen de agua demandada a m ³ /mes	Pago mensual por consumo de agua potable en pesos	Costo del sistema adicional de purificación en pesos	Tarifa de agua tratada a pesos/m ³	Pago por consumo de agua tratada/ mes	Ahorro por mes (Pago por agua potable menos el pago de agua tratada)	Tiempo de recuperación de la inversión	Beneficio 1er mes (Ahorro por mes menos costo del sistema adicional de purificación)	Porcentaje de ahorro en el primer mes
920	47,924	10,766	23.1	21,252	26,672	1 mes	15,906	33.2
1534	80,488	13,558	23.1	35,435	45,052	1 mes	31,494	39.1
2452	129,297	19,938	23.1	56,641	72,656	1 mes	52,718	40.8
3,065	161,890	26,318	23.1	70,801	91,088	1 mes	64,770	40.0
7,776	413,663	125,500	23.1	179,625	234,037	1 mes	108,537	26.2
12,960	690,154	151,491	23.1	299,376	390,778	1 mes	239,287	34.7
23,328	1,243,137	291,651	23.1	538,876	704,260	1 mes	412,609	33.2

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, aun para los usuarios con los menores consumos, esto es de casi 1000 m³ de agua al mes, la recuperación de la inversión sigue siendo en un mes. En cuanto al porcentaje de ahorro en el primer mes, no se observa un patrón entre dichos porcentajes. Tal es el caso que un usuario con un consumo de 920 m³ de agua por mes ahorraría el mismo porcentaje que el usuario con un consumo de 23,328 m³, después de adquirir un equipo de purificación y pagar una tarifa de 23.1 pesos por metro cúbico de agua tratada.

5.2 Categorización de los mercados potenciales

Para categorizar a los mercados potenciales se elaboró una matriz con base en las siguientes variables: a) La disposición que manifestaron las empresas que participaron en el estudio para emplear este tipo de agua, la cual se midió a través de las dos opciones que tenía el

cuestionario, que eran “Sí está dispuesto” o “No está dispuesto”. b) Sus requerimientos en cuanto a calidad de agua, relacionada con la necesidad o no de usar agua de mayor calidad a la especificada en la NOM-003-SEMARNAT-1997, tomando en cuenta el tipo de actividad en que el usuario potencial mencionó que emplearía el agua tratada. c) Su necesidad de invertir en procesos adicionales de purificación la cual se determinó, a través de dos características, la primera; dependiendo del tipo de uso que le darían al agua tratada, si el uso no se encuentra enlistado en la NOM-003-SEMARNAT-1997 entonces, para fines de esta investigación, se consideró que el usuario tendría que invertir en procesos adicionales de purificación, y la segunda; si en sus instalaciones contaba o no, con procesos adicionales de purificación que no usara a su máxima capacidad y por lo tanto pudiera emplearlos en la purificación del agua morada, para que ésta, alcance la calidad necesaria para usarla en las actividades que respondió en el cuestionario. Y d) Su disposición a invertir en dichos procesos en caso de requerirlos, es decir si el usuario está dispuesto o no en hacer una inversión económica para comprar dichos procesos adicionales de purificación.

Se eligieron estas variables porque son las que determinan la factibilidad de uso de agua tratada, por ejemplo; al conjugar las variables “disposición al uso de agua tratada” y “disposición a invertir en procesos adicionales de purificación” se puede discernir lo siguiente:

- a) Las empresas que tienen disposición a usar agua del Proyecto Morado y además no requieren invertir en procesos adicionales de purificación, tendrán más probabilidades de adoptar esta medida de manera inmediata, en comparación con;
- b) Las empresas que también están dispuestas a usar agua morada pero que no están dispuestas a invertir en procesos adicionales de purificación a pesar de necesitarlos. Este tipo de empresas podría adoptar el reúso del agua en lo futuro.

La importancia de esta matriz reside en que ésta permite hacer un análisis de las respuestas que emitieron las empresas tomando en cuenta el conjunto de variables que se mencionaron anteriormente. Dicho análisis no podría llevarse a cabo si se analizara cada variable de manera independiente. El análisis a través de la matriz da como resultado conjuntos de usuarios con características similares en función de las variables analizadas. Cada grupo de usuarios conforma un tipo de mercado potencial con características comunes. Esta matriz también

permite identificar la factibilidad de implementación del uso de agua tratada por mercado, es decir identifica qué mercados implementarán el uso del agua morada inmediatamente y cuáles lo harán en el futuro.

Tabla 5. 4 Matriz de frecuencia de tipos de mercado.

Tipo de mercado potencial	Nombre del mercado	Variables				Número de empresas por sector			
		Disposición a usar agua de la línea morada	Requiere agua con calidad mayor a la proporcionada por la línea morada	Necesita invertir en procesos adicionales de purificación	Disposición a invertir en procesos adicionales	Industrial	Comercial	Servicios	Total
1	Dispuesto y no necesita invertir	Sí	No	No	No aplica	3	1	11	15
2	Dispuesto y cuenta con equipo	Sí	Sí	No	No aplica	0	0	0	0
3	Dispuesto y quiere invertir	Sí	Sí	Sí	Sí	11	9	6	26
4	Dispuesto, no quiere invertir	Sí	Sí	Sí	No	0	1	1	2
5	No dispuesto	No	No aplica	No aplica	No aplica	0	1	1	2
Sin categoría						2	4	3	9

Fuente: Elaboración propia.

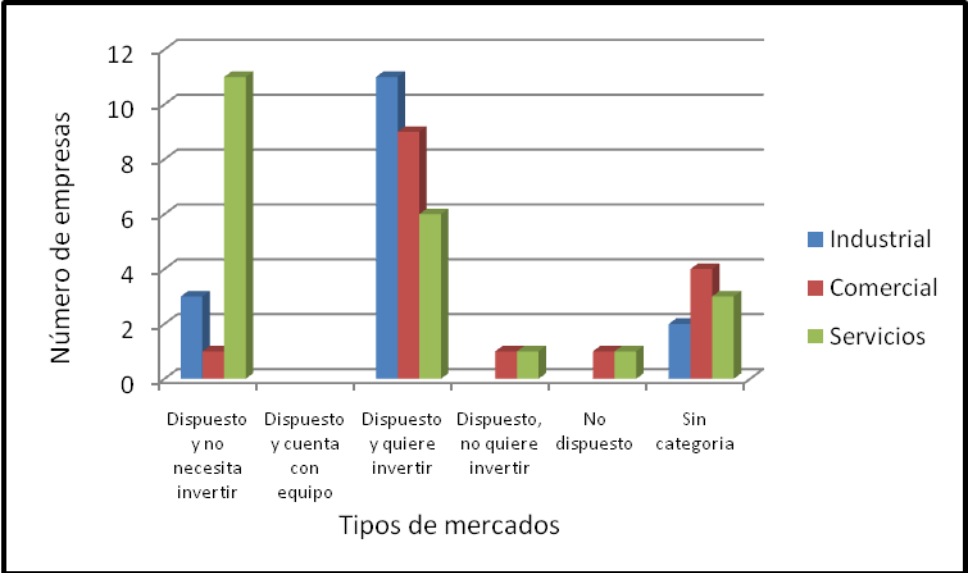
El sector servicios cuenta con once empresas que se agrupan dentro de la categoría de mercado potencial que está dispuesto a usar el agua tratada y no necesita invertir, tipo uno; el sector industrial tiene tres empresas en este tipo de mercado y el sector comercial solo tiene una empresa en esta categoría. Este es el tipo de mercado en el que el usuario usaría inmediatamente el agua porque no necesita comprar un sistema de tratamiento adicional de purificación. Ninguna se incluyó dentro de la categoría de mercado potencial tipo dos.

En el mercado tipo dos, el que está dispuesto a usar agua morada y cuenta con equipo de filtración, se consideró que la empresa o institución no tendría que invertir en proceso adicionales de purificación porque cuentan en sus instalaciones con dichos sistemas con capacidad suficiente para purificar el agua morada. Sin embargo, en este mercado no hay ninguna empresa debido a que este tipo de usuarios usan sus sistemas adicionales de

purificación casi a su máxima capacidad, lo que no da lugar a que pudieran usar los equipos con los cuentan para filtrar suficiente agua del proyecto morado.

La mayoría de las empresas se agrupan en el mercado potencial tipo tres, es en el que las empresas están dispuestas a usar agua morada y además también están dispuestos a invertir en procesos adicionales de purificación para poder usar el agua tratada. El sector industrial cuenta con 11 empresas en esta categoría, el comercial con nueve y el de servicios con seis empresas. Las categorías cuatro y cinco son las que agrupan a las empresas que será menos probable que implementen el reúso de agua.

Gráfica 5. 13 Categorización de los mercados por sector.



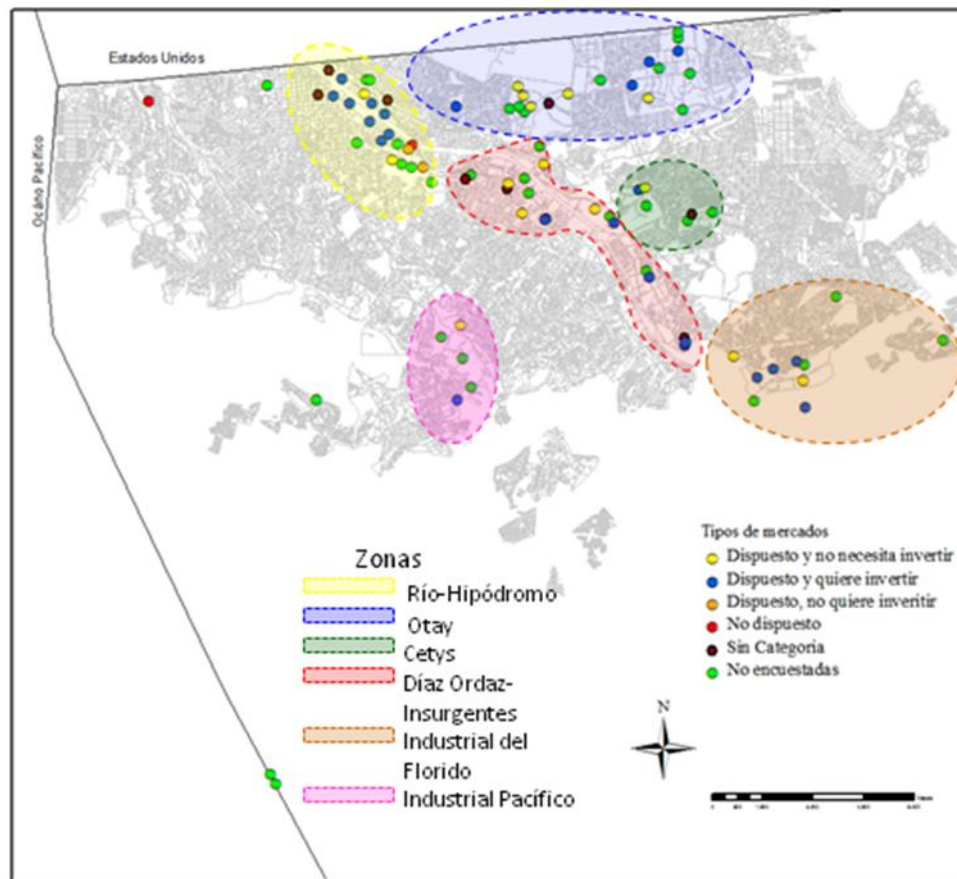
Fuente: Elaboración propia con base en el número de cuestionarios levantadas por sector.

El sector con mayor número de empresas que implementarían el reúso del agua es el sector de servicios, seguido del industrial y por último el comercial. El sector en el que más empresas tendrían que hacer una inversión a fin de usar el agua tratada es el industrial.

5.3 La línea morada

A continuación se presenta un mapa con la ubicación de 90 empresas, de las cuales 53 contestaron el cuestionario y 37 no participaron en el estudio porque no contestaron el cuestionario o porque no se pudieron contactar. De las 53 empresas que contestaron el cuestionario se muestra en el mapa la ubicación de las 51 empresas que estuvieron dispuestas a usar agua tratada, categorizadas en los diferentes mercados, más las dos empresas que no estuvieron dispuestas a usarla, las cuales conforman el mercado tipo cinco.

Mapa 5. 1 Empresas ubicadas por zonas.

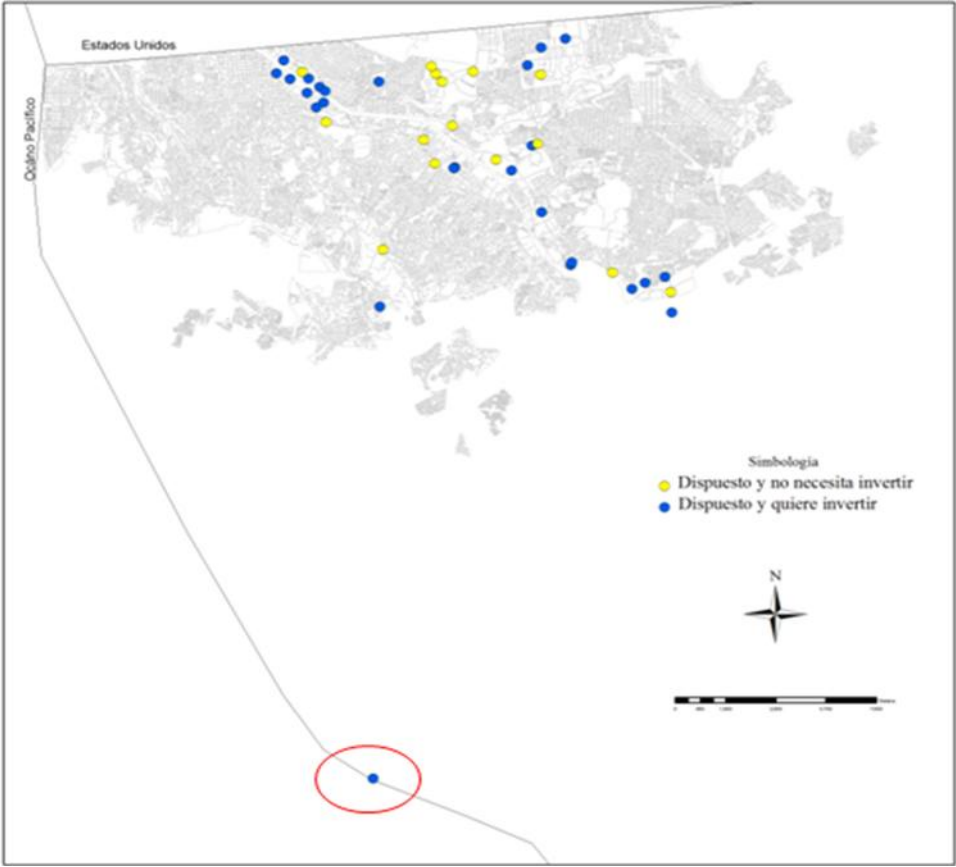


Fuente: Elaboración propia.

En el mapa se puede distinguir que la mayoría de las empresas se distribuyen en seis zonas; la zona Río Tijuana, zona de Otay, la zona del Cetys, la zona Boulevard Díaz Ordaz-Insurgentes, la zona industrial del Florido y la zona industrial Pacífico.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de las empresas que conforman los mercados prioritarios, éstos son los que implementarían el uso del agua morada de manera inmediata; es por ello la importancia de reconocer su ubicación. Como se observa, hacia el sur se ubica un usuario que pertenece al mercado tipo tres, es decir es un usuario que está dispuesto a usar agua tratada y también está dispuesto a invertir en procesos adicionales de purificación a fin de usar el agua tratada en diferentes actividades, incluso actividades que no están en la NOM-003-ECOL-1997. Debido a la lejanía en que se encuentra este usuario con respecto a los demás, éste no se incluyó en la propuesta de la línea morada.

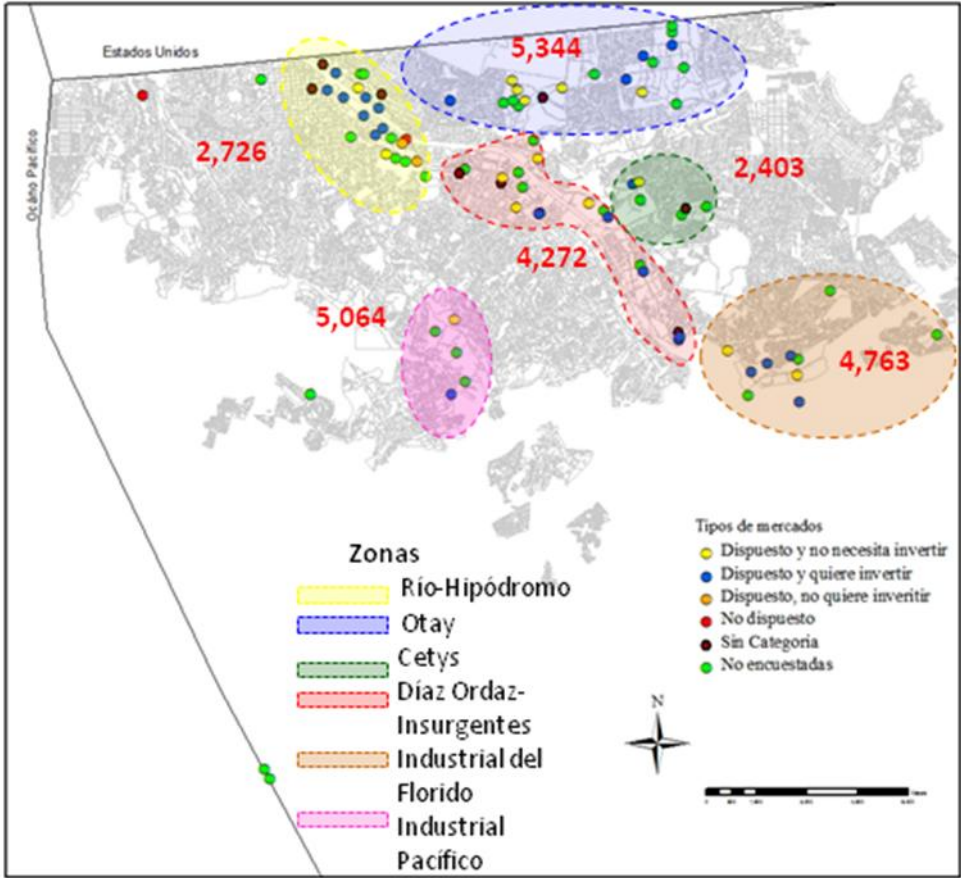
Mapa 5. 2 Ubicación de mercados prioritarios.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta un mapa con los volúmenes promedio mensuales en m³ de cada zona. Este promedio se obtuvo utilizando la información que se encuentra en la base de datos proporcionada por la CESPT. Se tomaron en cuenta a las empresas que se encuentran dentro del área de cada zona sin considerar su disposición al uso del agua tratada.

Mapa 5.3 Volumen promedio demandado por zona.

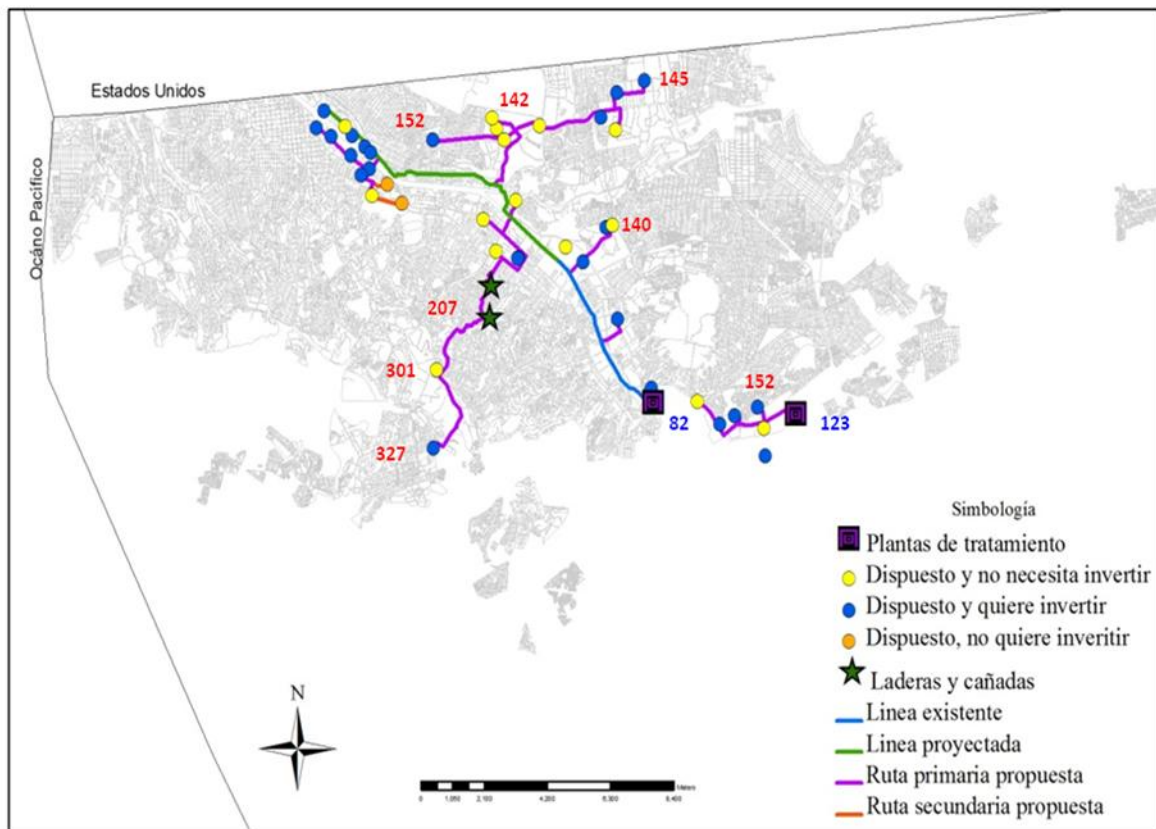


Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente mapa se presenta la propuesta del tendido de la línea morada con base en el resultado del análisis de las respuestas de los cuestionarios. Se muestra la línea que conduce agua residual tratada existente a la fecha, que va de la Planta de Tratamiento Arturo Herrera hasta el parque Morelos y la línea proyectada que llevará agua tratada hasta el zócalo 11 de julio. A partir de estas líneas se construyó la propuesta del tendido de la línea morada que en este trabajo se presenta, la cual consta de una red de 37,819.34 metros de longitud total. Estos

metros corresponden exclusivamente a la red primaria propuesta que en el mapa aparece de color morado. Se propone una pequeña ruta secundaria que dará servicio al mercado constituido por aquellos usuarios que están dispuestos a usar agua morada pero no están dispuestos a invertir en la compra de filtros adicionales de purificación, por lo tanto se propone que esta línea se tienda en el futuro.

Mapa 5. 4 Rutas propuestas para la línea morada.



Los números en rojo indican la altura en metros sobre el nivel del mar de las empresas que se ubican a mayor altitud. Los números en azul indican la altitud a la que se encuentran las plantas de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Se propone que el tendido de la línea morada se empiece por las inmediaciones de la zona Río-Hipódromo, principalmente porque ya está proyectado tender la tubería en esta zona y solo restaría extender la línea morada hacia cada usuario, también porque los usuarios se encuentran cerca unos de otros y porque esta es la zona de mayor plusvalía de la ciudad. Así

mismo se propone que se empiece por la zona Industrial del Florido dada la cercanía de las empresas entre sí, la importancia del volumen de agua que demandan y la cercanía de las empresas a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

5.3.1 Costos de la red de distribución

El costo de la red de distribución de agua morada se calculó con base en el costo de la red de distribución para la propuesta de reúso de agua tratada que se encuentra en el Plan Hídrico 2010-2013. La propuesta presentada en el Plan Hídrico 2010-2030 consistía en un sistema de distribución por gravedad conformada por una red de distribución de 197,276 metros de longitud a la que se le calculó un costo de instalación de 663,602,263 pesos (CESPT, 2011a). Con base en ese costo se calculó el monto que tendría la propuesta presentada en este estudio la cual tiene un longitud de 37,819.34 metros, lo que dio un resultado de 127,217,703.16 pesos por concepto de instalación de la ruta morada propuesta en el presente estudio. Cabe aclarar que este monto corresponde únicamente al tendido de la línea propuesta primaria sin incluir la línea propuesta secundaria presentada en este estudio.

Los costos por operación en cuanto a energía eléctrica para lograr que la línea morada funcione se calcularon a partir de la información con la que se cuenta correspondiente al pago que realiza la CESPT por generar un volumen de 110,131,468 m³ al mes de agua potable, el cual es de 52,218,908 pesos (CEA,2012). Con base en lo anterior se sacó una relación de cuánto se pagaría por consumo de electricidad al generar un volumen de 131,418 m³ al mes que corresponde únicamente a los mercados tipo 1 y 3 nombrados “Dispuesto y no necesita invertir” y “Dispuesto y quiere invertir” menos el volumen de tres empresas que se sitúan justo por donde pasará la línea proyectada hacia el zócalo 11 de julio, obteniendo como resultado un costo de energía eléctrica de 62,312 pesos por mes.

Tabla 5. 5 Costos y beneficios económicos del Organismo Operador.

Costo del tendido de la línea propuesta	Volumen en m³ de agua tratada	Costos por consumo de electricidad al mes	Ingreso por pago del servicio de la línea morada al mes	Ingreso neto mensual (Ingreso por pago del servicio menos costos de electricidad)
\$127,217,703.16	138,216	\$62,312	\$ 3,192,790	\$3,130,478

Los usuarios potenciales se agruparon en cuatro tipos de mercados potenciales, su ubicación en un mapa sirvió como base para crear la línea morada hacia los mercados identificados. La línea propuesta tiene una longitud de 37,819.34 metros y tendría un costo aproximado de 127,217,703.16 pesos por concepto de instalación. Se encontró que los usuarios potenciales podrían recuperar en un mes la inversión realizada por adquirir un sistema de purificación de agua. En el siguiente capítulo se hace un análisis de los resultados y se explica cuáles son las zonas por donde se debe empezar a tender la línea morada. Se discute sobre los costos y los beneficios económicos en que incurrirían los usuarios potenciales por implementar el reúso del agua así como los beneficios sociales y ambientales de los que gozaría la ciudad.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1 Los mercados potenciales

En los resultados de la categorización de los mercados potenciales se observa que la mayoría de los usuarios caen dentro de los mercados tipo uno y tres, este último es el mercado en el que el usuario tiene que invertir en procesos adicionales de purificación, sin embargo, considerando los beneficios económicos, derivados del ahorro en dinero que implica el uso de agua morada, adoptar la medida de reutilización es factible para las empresas. Particularmente las del sector industrial, que es el sector con mayor número de usuarios dispuestos a invertir en procesos adicionales de purificación.

Las 15 empresas que pertenecen al mercado tipo uno, que son todos aquellos usuarios que están dispuestos a usar el agua morada y no necesitan invertir en procesos adicionales de purificación y las 26 que pertenecen al mercado tipo tres, es decir los que están dispuestos a usar agua morada y también a invertir son las 41 empresas que se utilizan como base para elaborar el tendido de la línea morada que se propone en este trabajo de investigación. Ya que estas empresas son las que tienen mayor posibilidad de implementar el uso del agua morada de manera inmediata, en comparación con las dos empresas que pertenecen al mercado tipo cuatro, que son las que tienen disposición a usar agua tratada, sin embargo no desean invertir en procesos adicionales de purificación, lo que hace menos probable que estos usuarios adopten esta medida de manera inmediata.

Las empresas que conforman el mercado tipo cinco no están dispuestas a usar agua del Proyecto Morado y tampoco están dispuestas a hacer una inversión para adquirir algún tipo de proceso adicional de purificación. Este tipo de empresas podrían llegar usar el agua del Proyecto Morado cuando tengan conocimiento de los beneficios económicos que provienen del reúso del agua, ya sea por medio de la difusión que la misma CESPT realice o por medio del ejemplo que den las primeras empresas en usar este tipo de agua. De tal manera que toda información que adquieran los posibles usuarios sobre el Proyecto Morado, jugará un rol importante en la aceptación y adopción del uso del agua tratada.

Como se muestra en los resultados, el sector industrial es el que está mejor informado en cuanto a la existencia del Proyecto Morado, seguido del sector de servicios y el sector comercial es el que está menos enterado de la existencia del Proyecto Morado y por lo tanto es muy probable que tampoco esté enterado de la posibilidad de usar este tipo de agua a un menor precio.

La empresa del sector industrial que no pudo contestar si usaría agua morada manifestó abiertamente que desconoce la calidad del agua y que esa es la razón por la que no puede decidir si la usaría en sus procesos ya que no podría usarla en el riego de áreas verdes porque no cuenta con ellas. En lo que respecta a las dos empresas del sector comercial que condicionaron su uso, formularon sus respuestas bajo supuestos, lo que denota una falta de conocimiento en cuanto a la calidad y precio del agua residual tratada del Proyecto Morado. Por lo tanto un aspecto importante por atender, a fin de impulsar el reúso del agua en la ciudad, es informar a las empresas de la calidad del agua, el tipo de actividades en las que pueden usarla y los beneficios económicos de los que pueden gozar por implementar esta medida.

La importancia de informar a la sociedad sobre el tipo de actividades en las que se puede usar el agua tratada sin riesgos para la salud consiste en que al estar la sociedad más informada respecto al tema, habrá mayores posibilidades de aceptación y adopción de esta práctica. Se hace hincapié en el hecho de informar y educar no sólo a las empresas sino a la sociedad en general ya que los beneficios ambientales recaerán directamente sobre ésta. Por lo que es importante crear programas de información y educación en cuanto al agua morada. Estos programas no deben quedar restringidos únicamente a los sectores industrial, comercial y de servicios, sino que también deberán dirigirse a la sociedad en general, con el fin de difundir la aceptación del reúso del agua entre el sector residencial, como una medida que asegure el reúso del agua por parte de este sector en el futuro.

Las fuerzas del mercado regidas por la oferta y la demanda son factores que determinan qué tanto pueden ampliarse los mercados para el agua tratada. Particularmente, la demanda de un producto está regida por el precio que éste tenga en el mercado, la capacidad de pago de los consumidores y el deseo que éstos tengan de adquirir el producto (Samuelson y Nordhause, 2006). Para el caso de Tijuana hay un exceso de agua tratada que no ha sido ofertada, en

primera porque existe un desconocimiento en general del precio del agua morada en el mercado, ya que ninguno de los encuestados mencionó saber el precio del agua tratada cuando se le preguntó qué tarifa estarían dispuestos a pagar por el agua del Proyecto Morado. Y en segunda, porque al menos, con base en los resultados de la encuesta, el 19 por ciento no dieron una respuesta a favor del uso de agua residual tratada. Lo anterior se puede atribuir, posiblemente, al desconocimiento de los beneficios económicos que se pueden gozar por implementar el uso de agua morada. Además de la falta de conocimiento por parte de la sociedad en cuanto a los beneficios ambientales que se puede disfrutar por usar el agua tratada para crear áreas verdes y sitios de recreación. Por tanto si no están informados de los beneficios económicos, ambientales y sociales no existirá el deseo por parte de los posibles usuarios de adquirir agua morada.

Cabe señalar que en el cuestionario no se contempló medir “el factor de confiabilidad del suministro de agua”; este factor se refiere tanto a la constancia en la calidad como en la cantidad del agua suministrada por el Proyecto Morado. A pesar de que este tema no se incluyó en el cuestionario se tiene el registro de tres empresas del sector industrial que hicieron mención de esto. Por tanto, para algunas empresas el costo del agua probablemente no es una preocupación significativa, sin embargo la confiabilidad de la oferta en cuanto a calidad y volumen sí sea importante. El asegurar suministros de agua tratada en calidad y cantidad constantes sería un factor adicional que serviría para alentar a las empresas a utilizar el agua morada.

6.2 La línea morada

6.2.1 Localización espacial de los mercados potenciales

Como se mencionó en los resultados se distinguen seis zonas en donde se distribuyen las empresas que manifestaron estar dispuestas a usar agua tratada. Para poder tender la línea morada no basta con conocer la localización de las empresas que están dispuestas a usarla y de las que no están dispuestas. Si se contara únicamente con esa información se tendría que hacer toda la inversión para el tendido de la línea morada de una sola vez, porque el saber quién está dispuesto a usar esta agua y quién no, no permite saber cuál es el sitio más indicado por dónde empezar a tender la línea morada; ya que no se contaría con los criterios que indiquen cuál es

el sitio más adecuado para empezar a tenderla. Tampoco se podría saber cuáles son los sitios a los que se les llevaría agua morada en el futuro que permitiera tener un proyecto para el tendido de las líneas o ramales secundarios.

Sin embargo la metodología usada en este trabajo de investigación permite distinguir cuáles son los sitios más recomendables para empezar a tender la línea morada, basado en los resultados de la matriz de frecuencia de tipos de mercado.

Las rutas propuestas están en función de la disposición de los usuarios potenciales al uso del agua tratada y a su disposición a invertir en procesos adicionales de purificación. Este es el principal criterio para establecer la ruta morada. La factibilidad económica no es un criterio que permita discernir por dónde empezar a tender la línea morada ya que económicamente es factible puesto que es más barata que el agua de primer uso, incluso como ya se mencionó, en el caso que compraran filtros adicionales para hacer que el agua morada llegue a ser potable. Puesto que para todos es económicamente factible. El volumen consumido tampoco es un criterio que permita discernir por dónde empezar a tender la línea morada porque puede existir una zona donde haya varios usuarios con consumos importantes pero que no estén dispuestos a usarla o podrían estar dispuestos a usarla cuando estén mejor informados o bien, cuando tengan la capacidad de invertir en las adecuaciones internas para implementar el uso del agua morada o incluso, cuando tengan la capacidad de invertir en procesos adicionales de purificación dependiendo el tipo de actividades en que la usarían.

Otra razón es que los volúmenes pueden ser importantes en una zona, pero si las empresas están muy dispersas en la zona eso hace que el tendido de la línea morada se haga más caro. Entonces el principal criterio que rige la decisión por dónde empezar a tender la línea morada es la conjunción de tres variables: la disposición a usarla, la disposición a invertir y la cercanía entre las empresas. La zona Río tiene las tres variables a su favor, por esa razón es que se sugiere que el tendido de la línea morada empiece por esa zona.

6.2.2 Rutas propuestas para la línea morada.

Como se mencionó en los resultados, el mapa 5.4 muestra la línea morada existente y la línea proyectada que llevará agua tratada hasta el zócalo 11 de julio. A partir de estas líneas, se construyó la propuesta que en este trabajo se hace para el tendido de la red morada hacia los mercados identificados.

Los mercados que se deben atender de manera inmediata son el mercado que está dispuesto a usar agua tratada y no necesita invertir ya que, debido al tipo de uso que estos usuarios le darían al agua, no necesitan invertir en procesos adicionales de purificación y el mercado dispuesto al uso del agua morada y a invertir en filtros de purificación para poder usar el agua tratada.

Si la decisión para llevar el agua tratada se basara en los resultados crudos de la información obtenida en los cuestionarios, se podría llegar a pensar que el sector comercial es el que menos posibilidades tiene de implementar el reúso del agua proveniente del Proyecto Morado; ya que de los tres sectores que se analizaron, éste es el que tiene el menor número de empresas dispuestas a usar el agua tratada, además es el sector con el menor número de empresas dispuestas a invertir en procesos adicionales de purificación y el que menos conocimiento tiene de la existencia del Proyecto Morado. Sin embargo, una vez que se hizo el análisis de las respuestas y la visualización en el mapa de la ubicación de las empresas pertenecientes a los mercados tipo uno y dos, se pudo ver que la zona Río-Hipódromo es la zona más factible para implementar el reúso del agua; lo anterior por la cercanía de la línea proyectada hacia el nuevo zócalo y por la cercanía entre las empresas que están dispuestas a usar agua tratada. Además, dadas las características socioeconómicas de la zona Río-Hipódromo en la que convergen empresas de importancia económica y con poder adquisitivo superior a la media.

Lo anterior sería una medida táctica, ya que para aumentar la aceptación del uso de una nueva tecnología se recomienda que se implemente entre los habitantes de mayor poder adquisitivo y estatus socioeconómico, pues al asociarse una nueva tecnología con el estatus social favorece la aceptación de dicha medida por el resto de usuarios potenciales (Córdova y Knuth, 2005).

Para conducir el agua tratada hacia las zonas Río-Hipódromo, Otay y Boulevard Díaz Ordaz-Insurgentes la red morada se extiende por avenidas principales, esto se hizo así porque en dichas avenidas existe una serie importante de comercios que en un futuro podrían llegar a ser usuarios del agua morada. Para el caso de la zona del Pacífico la avenida principal, que va desde donde se encuentra la red proyectada hacia la zona industrial Pacífico, no está conformada por empresas importantes que pudieran llegar a ser usuarios potenciales, por tal motivo el tendido se hizo pasando por las colonias en donde existen laderas y cañadas que pueden permanecer siempre verdes con el riego de agua tratada.

6.3 Los costos y los beneficios de los mercados potenciales

Los costos en que incurrirían los usuarios potenciales por implementar el uso de agua morada en sus empresas corresponden a la adquisición de un sistema adicional de purificación que les permita usar el agua tratada en las actividades que ellos requieran. Aun en el caso de que pagaran a 23.1 pesos el metro cúbico de agua morada, además de comprar un filtro de carbón activado, las empresas estarían recuperando la inversión hecha por adquirir el filtro, aproximadamente en un mes. En cuanto a los beneficios que gozarían las empresas al usar agua morada, en primera instancia corresponderían al ahorro económico permanente al usar agua con menor precio. Cabe hacer énfasis que todas las empresas involucradas en el estudio recibirían beneficios económicos significativos por implementar el reúso, lo que las haría más competitivas por el aumento de su eficiencia empresarial, la cual está dada cuando la relación de una empresa con el medio ambiente es favorable, haciéndolas más competitivas (Cruz, 2004).

6.4 Los costos y los beneficios del Organismo Operador

La línea morada propuesta en este trabajo tiene una longitud de 37,819.34 metros. El costo por tenderla, asciende a 127,217,703.16 pesos, además de los costos por consumo de energía eléctrica que de acuerdo a este trabajo se calculó en 62,312 pesos por mes y además los otros gastos correspondientes a la operación y mantenimiento de la línea morada que no se incluyen en esta investigación. Dados los costos económicos de la instalación de la línea morada, se deben tener en claro los criterios bajo los cuales se decidirá por dónde empezar a tenderla.

6.5 El agua residual tratada y la sustentabilidad urbana de Tijuana

Los usuarios con consumos de más de 500 m³ por mes demandan un volumen total de 816,161 m³ que representa el 9.7 por ciento del consumo total de agua en Tijuana. En caso de que estos usuarios sustituyeran toda el agua potable por agua morada estarían usando 12.4 por ciento del agua residual que se trata en la ciudad. Si a eso se le suma el 4.8 que se reusa en la actualidad se estaría reutilizando un total de 17.2 por ciento. Por lo que existe un excedente de 82.8 por ciento de agua residual tratada que no tendría un uso.

La NOM-003-SEMARNAT-1997 divide el uso del agua tratada en dos categorías; la primera se refiere a aquellos usos en los que el agua tratada tiene contacto directo con el público y la segunda a los que tiene contacto indirecto u ocasional con el público. En la primera únicamente se enlistan cuatro actividades y en la segunda siete actividades repitiéndose el uso para “fuentes de ornato” en ambas categorías; por lo que el uso de agua residual tratada que cumple con esta Norma queda acotado a 10 actividades. De esas 10 actividades, seis coinciden con las respuestas que dieron las empresas encuestadas y mencionaron nueve usos más que no se encuentran enlistados en la NOM-003-SEMARNAT-1997, lo que demuestra la falta de conocimiento, por parte de los usuarios potenciales con respecto a los usos, que según las especificaciones de la NOM-03-SEMARNAT-1997, se le puede dar al agua tratada.

En caso de que las empresas usaran el agua tratada en aquellas actividades que no se encuentran incluidas en la NOM-003-SEMARNAT-1997, implicaría para éstas la necesidad de invertir en procesos adicionales de purificación; por tal motivo, la disposición que las empresas tengan a invertir en dichos procesos es una variable que determina la factibilidad del uso de este tipo de agua. Es por ello que se eligió esta variable para conformar la matriz de frecuencia de tipos de mercado. Ver tabla 5.6 sobre los tipos de mercado.

Ahora bien, considerando el volumen excedente de agua tratada que hay en la ciudad, el limitado número de actividades en que se puede usar esta agua y las necesidades ambientales de Tijuana, a fin de incrementar la posibilidad de uso y la cantidad de agua tratada a reusar, se hace evidente la necesidad de considerar aquellos usos en los que no se requiere hacer una inversión extra y que además estén autorizados por la NOM-003-SEMARNAT-1997 como lo son:

- a) Riego de jardines en la ciudad
- b) Riego de camellones en avenidas
- c) En panteones municipales y privados

Y a pesar de que no estén mencionados en la NOM-003-SEMARNAT-1997 en Tijuana el agua tratada puede usarse en:

- d) Riego de laderas y cañadas
- e) Riego de parques públicos y privados

Las laderas y cañadas que la mayoría del año se encuentran con escasa vegetación podrían reforestarse y convertirse en sitios que la misma sociedad adopte y cuide a fin de evitar que se conviertan en sitios de tiraderos clandestinos y lograr que la insuficiente proporción de áreas verdes por habitante en la ciudad (Ojeda y Álvarez, 2000) aumente convirtiéndose en sitios de recreación y esparcimiento contribuyendo al bienestar social. El riego de parques con agua tratada puede mejorar la calidad de los parques aumentando la cobertura vegetal que en ellos hay.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, “que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales” se mencionan otras actividades que pudieran aplicarse en Tijuana como son:

- f) Descargas en embalses naturales y artificiales
- g) Descargas en suelo para uso en riego agrícola

Otra medida pertinente para el caso de Tijuana es crear reservorios artificiales de agua con base en estudios sobre la cuenca del Río Tijuana y aprovechando la topografía del lugar y tomando en cuenta dónde están las zonas de recarga de los mantos acuíferos. Esta medida permitiría que el agua se infiltrara hacia los mantos acuíferos (Dillon, 2005). Con dichas medidas se estaría llevando a cabo un manejo más sustentable de la cuenca del Río Tijuana trayendo como consecuencia el aumento en la producción local de agua.

La Norma Oficial Mexicana, NOM-014-CONAGUA-2003, que establece los “Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada”. Menciona:

- a) La recarga superficial/subsuperficial
- b) La recarga artificial

La recarga artificial de los acuíferos es una práctica en todo el mundo en climas similares, por ejemplo en el condado de Orange al norte del Condado de San Diego en California se recargan anualmente aproximadamente 250 millones de metros cúbicos de agua en el manto acuífero (Clark *et al.*, 2004). En Santiuste, Segovia la recarga artificial se hace a través de lagunas en cascada con una gran efectividad (Fernández, 2005) y al sureste de Inglaterra en la parte más seca del país donde crearon un reservorio artificial para contener las aguas tratadas fue el primer proyecto de reúso potable indirecto en Europa en 1972 (Lazarova *et al.*, 2001). En este sentido Tijuana puso en marcha el “Proyecto Piloto de Infiltración de agua residual tratada en Valle de las Palmas” con resultados positivos en cuanto la calidad del agua que se obtiene (Frontera, 2012).

Dado el exceso de agua residual tratada en la ciudad de Tijuana, es importante considerar actividades en las que se use en mayores cantidades, ya que entre más agua se reúse, más aumentará la disponibilidad de agua potable para el uso residencial. Con esta medida, se disminuirá el grado de presión que se tiene sobre el recurso agua y disminuirá la dependencia de las aportaciones del Río Colorado para proveer de agua a la ciudad de Tijuana (CNA, 2011).

En Tijuana, en cuanto a la superficie de áreas verdes se refiere, no ha aumentado en los últimos siete años, al contrario ha disminuido con respecto al incremento del número de habitantes. La carencia de vegetación en la ciudad es debido a la escasez del recurso agua y por falta de abastecimiento del líquido (Ojeda y Álvarez, 2000). De acuerdo con lo anterior, dadas las condiciones semiáridas de Tijuana, la presencia de pendientes que no son susceptibles a ser habitadas y que se encuentran distribuidas en gran parte de la ciudad, además del tipo de suelo característico de derrumbes, y ante la disminución de los espacios verdes per cápita, consecuencia de la escasez y falta de abastecimiento de agua en la ciudad para crearlas; se propone incrementar los espacios verdes en la ciudad de Tijuana utilizando el excedente de aguas residuales tratadas provenientes de las plantas de tratamiento de la CESPT.

Bajo esta perspectiva, si en Tijuana, las laderas y cañadas se regaran con agua tratada a fin de conservarlas como áreas verdes durante todo el año, además de reducir los riesgos por deslizamientos y derrumbes de los que son víctimas los pobladores, se mejoraría la calidad del aire, disminuirían las escorrentías así como el riesgo por inundaciones, reduciría el efecto de isla de calor y los mantos freáticos se recargarían en mayor medida

Los beneficios ambientales y sociales en la ciudad de Tijuana, se verían incrementados significativamente con tan solo la implementación del reúso del agua en la ciudad. En primera instancia aumentaría la disponibilidad del recurso asegurando el suministro de agua no solo para la sociedad actual sino también para la futura. Con suficiente agua disponible se podrían crear y conservar más áreas verdes y de recreación propiciando un ambiente más sano para habitar, no solo en lo que se refiere a la apariencia de la ciudad que provoca una sensación de bienestar en la sociedad; sino también en lo que representa en términos de salud al disminuir los casos de enfermedades respiratorias provocadas por partículas desprendidas derivadas de la erosión del terreno. Más aún, el ahorro que se representaría al disminuir los casos de enfermedades respiratorias, ya que atenderlos conlleva altos costos (Torillo, 2008).

Los usos podrían ampliarse a otros sectores como el agrícola de la región ya sea para mantener el que ya existe o impulsar el desarrollo de este sector lo que traería como consecuencia más fuentes de trabajo, (CESPT y COCEF, 2007), abaratar los alimentos por su cercanía y la sociedad disfrute de éstos con una mejor calidad. Otra opción de uso es la recarga directa o indirecta a los mantos acuíferos de la región.

Aprovechar el excedente de agua residual tratada, traerá como resultado no sólo beneficios sociales sino también ambientales, ya que permitirá reincorporar al sistema natural los nutrientes presentes en este tipo de aguas dado que éstos pueden ser aprovechados por las plantas. De no ser así, dichos nutrientes llegan hasta el mar eutrofizando el sistema marino, repercutiendo en contaminación de las costas y en eventos de mareas rojas.

Con proyecciones de cambio climático para la cuenca del Colorado, es probable que todos los usuarios, incluyendo a Tijuana, tuvieran una asignación reducida de agua, lo que ocasionaría que Tijuana se viera en la necesidad de tomar medidas al respecto. En la cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático se

especifica que algunos de los efectos directos del cambio climático en la agricultura de México podrían presentarse de manera diferenciada en algunas regiones, de acuerdo a sus condiciones particulares, como son: Reducción en la precipitación y aumento en la temperatura que limitará la producción, en el ciclo primavera-verano en los distritos de riego localizados en las zonas áridas y semiáridas de México (INE-SEMARNAT, 2009:145). Ante la posibilidad de reducción de la cuota de agua proveniente del Río Colorado debido a las condiciones de cambio climático, el reúso de agua en la ciudad de Tijuana podría resolver en cierto grado la falta del recurso, principalmente en los sectores; industrial, comercial y de servicios a fin de dejar el agua potable para uso doméstico. El volumen de agua reutilizada podría aumentar si para ese entonces las empresas ya hubieran adquirido sistemas de purificación adicional, así también si para ese entonces la ciudad ya cuenta con la infraestructura del tendido de la línea morada por la ciudad. Ciertamente iniciar con la implementación del uso del agua tratada es una medida preventiva para enfrentar las condiciones de sequía pronosticadas para la región ante las condiciones de cambio climático.

6.6 Los costos y los beneficios globales

Tabla 6. 1 Los costos y los beneficios globales.

	Costos	Beneficios
Usuarios potenciales	Entre \$10,766.0 a 291,651.4 pesos. Dependiendo de la capacidad instalada del equipo que adquieran (una sola emisión por inversión en equipo).	De \$26,672.2 a 704,260.4 pesos mensuales. Dependiendo del volumen de agua demandada por mes.
CESPT	\$127,217,703.16 pesos por tendido de la línea morada propuesta. \$62,312 por concepto de gasto energético mensual.	\$3,130,478 pesos mensuales (Por pago del servicio menos los costos de electricidad). Disponibilidad de agua de primer uso para consumo residencial.

A pesar de que en este trabajo de investigación no se hace un cálculo de los servicios ambientales que resultarían por reúso del agua, sí se mencionan cuáles serían los beneficios ambientales que gozaría la sociedad, por lo que con base en lo planteado en este trabajo podría llevarse a cabo un análisis costo beneficio de la implementación del uso del agua morada en la ciudad de Tijuana comparando los costos de instalación operación y mantenimiento de la red morada con los beneficios ambientales y sociales que se obtendrían por implementar dicha medida.

En caso de que los 91 usuarios identificados en este estudio sustituyeran toda el agua que demandan a la CESPT por agua residual tratada todavía habría un excedente de agua tratada que no se estaría aprovechando. Los beneficios económicos no son la mejor forma de

identificar los mercados potenciales debido a que el reúso del agua favorece, en términos monetarios, aproximadamente en la misma medida a los usuarios más importantes de agua en los sectores industrial, comercial y de servicio debido que todos recuperan la inversión por adquirir un sistema adicional de purificación en un mes. A continuación se presentan las conclusiones y se hace una serie de recomendaciones que si ponen en práctica se podría lograr un manejo más sustentable del recurso agua.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio permiten establecer las bases para la implementación del reúso del agua en la ciudad de Tijuana. La metodología planteada en este estudio establece las bases para hacer un estudio de mercado a profundidad y obtener un número mayor de cuestionarios realizados. Esta misma metodología puede usarse en otras ciudades de la República o del mundo a fin de conocer cuáles son los sitios por dónde deberá empezar a tenderse la línea morada, así también permitirá saber por dónde se pueden tender las redes secundarias planeadas a futuro.

La propuesta de la línea morada que se hace en este estudio es una propuesta preliminar puesto que con un mayor número de muestra se podría tener una mayor cantidad de usuarios dispuestos a usar el agua morada lo que originaría algunas modificaciones a la propuesta planteada en este estudio.

Las empresas que inviertan en procesos adicionales de purificación podrán recuperar su inversión en términos de un mes, aun pagando 23.1 pesos por metro cúbico de agua tratada, con la ventaja de disfrutar de los beneficios económicos en lo futuro. Puesto que el reúso del agua favorece económicamente a todas las empresas que participaron en este estudio se concluye que los beneficios económicos no es la mejor manera de identificar los mercados potenciales para el uso de agua residual tratada.

Considerando el volumen de agua demandada por los usuarios con consumos mayores a los 500 m³ por mes, en caso de que éstos sustituyeran toda su agua por agua tratada, solamente se estaría usando el 17.2 por ciento del agua residual que se trata en la ciudad. Por lo tanto hay un excedente de agua que no se estaría aprovechando; por lo que se hace necesario ampliar las posibilidades de reúso del agua hacia otras actividades y evitar que el agua tratada, dado que no es de calidad potable, contamine las costas. Algunas opciones de reúso pueden ser el riego de laderas y cañadas que abundan en la ciudad de Tijuana, riego de camellones y parques tanto públicos como privados mejorando la calidad de éstos y riego de las áreas verdes. Dadas las condiciones ambientales de la ciudad de Tijuana, la reforestación de la zona urbana es una medida que traería tanto beneficios ambientales como sociales, por ejemplo, la disminución

del efecto de “isla de calor”, evitar los deslizamientos de tierra y mejorar la apariencia de la ciudad, beneficios de los cuales a la fecha, la sociedad ha perdido la oportunidad de disfrutar de ellos.

Como beneficios ambientales y sociales para Tijuana se pueden mencionar; contrarrestar el efecto de isla de calor al disminuir la temperatura como resultado del aumento de espacios verdes en la ciudad. La misma cubierta vegetal reduciría la escorrentía y las inundaciones tan comunes en épocas de lluvia, así como disminuir la erosión del suelo, derrumbes y deslaves que finalmente repercutiría en la mejora de la calidad del aire. Con la recarga de los mantos acuíferos con agua tratada se estaría conservando el recurso y disminuyendo el grado de presión sobre el mismo. Todo lo anterior significaría que Tijuana sería una ciudad más sustentable en términos del manejo del agua.

Existen otras opciones de uso para el agua tratada como el riego agrícola en Valle de las Palmas como ya se ha propuesto en estudios previos como en el “Plan hídrico 2010-2030” y en el “Estudio de mercado para el aprovechamiento sustentable de las aguas residuales tratadas en el estado de Baja California”. Esta medida traería beneficios sociales al crear fuentes de empleo e impulsar la economía de ese sector en la región; o bien la reinyección directa e indirecta en acuíferos. Estas medidas implicarían el aumento en la disponibilidad del recurso para uso doméstico o residencial y como consecuencia mayor bienestar social, así como disminución en el grado de estrés sobre el recurso.

Aunque los resultados de esta investigación sean de unos pocos usuarios el impulso que pueden generar éstos, con el inicio de la adopción de esta práctica dentro de la ciudad, puede ser un detonante para propagar su aceptación y adopción con el paso del tiempo. Esto puede lograrse por medio de la difusión entre la sociedad, de todos los beneficios que gozan las primeras empresas que adopten esta medida.

En los tres sectores existe desconocimiento en cuanto al Proyecto Morado, principalmente en cuanto a la calidad del agua que este proyecto proporciona, al precio del agua proveniente de las plantas de tratamiento de la CESPT y en cuanto a los usos sin riesgo para este tipo de agua. El sector comercial es el que más necesita información respecto al tema, pues el 60 por ciento de las empresas que participaron de dicho sector desconocen por completo de la existencia del

Proyecto Morado. Por lo que en este sector existe un mercado potencial para el reúso del agua, que no se ha evidenciado, por falta de información referente al tema.

El uso del agua tratada puede aumentar y la línea morada se podría ampliar en lo futuro si se oferta de manera adecuada; fijando un precio y difundiéndolo, conociendo la capacidad de pago de los posibles usuarios e informando y educando a la sociedad, en cuanto a la calidad del agua, los usos y actividades en las que se puede aprovechar, a fin de aumentar el deseo en los usuarios potenciales por adquirirla. Por lo que se recomienda crear programas que informen a la población sobre los beneficios del reúso del agua tratada, pues se considera que entre más informada esté la ciudadanía los mercados para uso de agua residual tratada pueden expandirse.

En cuanto a la tarifa que las empresas pagarían por metro cúbico de agua tratada se encontró que en promedio los tres sectores pagarían hasta un 48 por ciento de la tarifa más alta que cobra la CESPT por m³ consumido de agua potable. En términos monetarios este porcentaje correspondió a 23.1 pesos por m³ de agua morada.

Se recomienda que para la ciudad de Tijuana, la línea morada comience a tenderse en la zona Río-Hipódromo debido a que ahí se encuentran los mercados que más posibilidades tienen de implementar el reúso del agua de una manera inmediata, además de que estas son las zonas de mayor importancia económica, de poder adquisitivo superior a la media. Otra de las razones es porque los usuarios se encuentran cercanos unos de otros a diferencia de los usuarios del sector industrial que se encuentran dispersos aun dentro de las mismas zonas. Otra zona por la que también debería comenzar el tendido de la red morada es la del Florido por la cercanía que tiene a la planta de tratamiento La Morita y dada la importancia de los volúmenes de agua demandados en esa zona.

El tendido de la línea morada hacia la zona industrial del Pacífico a diferencia del tendido hacia las otras zonas, no pasa por avenidas principales y se extiende por sitios de laderas y cañadas que pudieran ser enverdecidas con el riego de agua tratada, creando más áreas verdes en donde los ciudadanos puedan disfrutar de un ambiente más sano y agradable, incluso convertirse en sitios de recreación y esparcimiento, favoreciendo la sustentabilidad urbana de Tijuana.

El reúso del agua es una medida que favorece económicamente a todos los usuarios potenciales involucrados en esta investigación casi en la misma proporción, por tal motivo los beneficios económicos no es la mejor forma de identificar a los mercados potenciales. Se encontró que es por el sector comercial por donde debe de empezar a implementarse el reúso del agua, específicamente en la Zona Río seguida inmediatamente de la zona del Florido. Puesto que el cálculo de los costos relacionados con el tendido de la línea propuesta en este estudio es aproximado, se recomienda hacer un estudio más detallado de éstos y de los costos de operación y mantenimiento a fin de que junto con los beneficios ambientales que se identificaron en este trabajo se pueda llegar a hacer un análisis costo-beneficio de la implementación del reúso de agua en la ciudad de Tijuana. Además resta hacer estudios detallados para identificar las laderas y cañadas existentes en la ciudad que pueden ser susceptibles a mantener con vegetación usando el agua residual tratada para su riego; lo que incrementaría el número de áreas verdes, además de otorgar a la ciudad y a la sociedad los beneficios ambientales que de ellas se obtienen. El tema queda abierto, ya que este estudio solo ha establecido las bases para orientar, lo que será, la implementación del reúso del agua en la ciudad de Tijuana.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera Klink, Federico y Vicent Alcántara, 1994, “De la economía ambiental a la economía ecológica”, en Aguilera Klink, Federico y Vicent Alcántara, *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Madrid, edit. FUHEM.

Azqueta Oyarzun, Diego, 1994, *Valoración económica de la calidad ambiental*” España, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.

Bolund, P. y S. Hunhammar, 1999, “Ecosystem services in urban areas”, *Ecological Economics*, vol. XXIX, núm. 2, pp. 293–301.

Castro Bonaño, D.J. Marcos [tesis doctoral], 2002, “Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía”, Málaga, España, Universidad de Málaga.

Chang, M.Y., 2001, “La economía ambiental” en Naína Pierri y Guillermo Foladori, eds., *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Montevideo, Uruguay, pp. 165-178.

Clark *et al.*, 2004, “Geochemical imaging of flow near an artificial recharge facility”, Orange County, California, *Ground Water*, vol. 42, núm. 2, pp. 167-174.

Clarke, Keith C., 2003, *Getting started with geographic information systems*, 4^a ed., United States of America, Pearson Education.

Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA), 2012, “Informe mensual de la CEA marzo 2012”, en <<http://www.cea.gob.mx/Indicadores.htm>>, consultado el 24 de julio de 2012.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) y La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) [disco compacto], 2007, *Estudio de factibilidad para el reúso del agua residual tratada dentro de la zona urbana de Tijuana B.C.*, Tijuana Baja California, Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) y La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), 2006, “Historia de los acueductos en Tijuana y Playas de Rosarito”, en <<http://www.cespt.gob.mx/cultura/artacueductos.html>>, consultado el 27 de mayo de 2012.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) [disco compacto], 2011 (a), “Plan hídrico 2010-2030 planeación integral de agua potable para la zona urbana de Tijuana y Playas de Rosarito”

California.

Fernández Escalante, E., 2005, “Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia)”, *Ecosistemas*, vol. XIV, núm. 3, pp. 140 – 147.

Field, Barry C., 1994, *Environmental economics an introduction*, Estados Unidos, McGraw-Hill.

Freeman, Myrick A., 1993, *The measurement of Environmental and resource values: theory and methods*, Washington, D.C., Resources for the future.

Frontera, 2012, “Destaca resultados de proyecto piloto Cespt”, *Frontera*, en Sección General, Tijuana, B. C., lunes 23 de julio, en <<http://www.frontera.info/EdicionDigital2011/>>, consultado el 23 de julio 2012.

Gasca Zamora, José y Felipe Torres Torres, 2012, *La ciudad en los procesos de desarrollo económico global*, en Martínez River, Sergio E. y Yolanda Trápaga Delfín, coord., “Cosntruyendo ciudades sustentables: experiencias de Pekin y la Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Centro de Estudios China México

Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R., Pauleit, S., 2007. “Adapting cities to climate change: the role of the green infrastructure”, *Built Environ*, vol. XXXIII, núm. 1, pp. 115–133.

Gómez Tagle López, Erick, 2004, “Ambientalismo, sustentabilidad urbana y desarrollo regional” *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, vol. XLVI, núm. 192, pp. 113-140.

Gwartney, James D., Stroup, Richard L. y Russell S. Sobel, 2000, *Economics Private and Public Choice*, 9ª ed., USA, The Dryden press a division of Harcourt College Publishers.

Hernández Moreno, Silverio, 2008,” Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo” *Espacios Públicos*, Vol. XI, núm. 23, pp. 298-307.

Hernández Moreno, Silverio y Garduño Hernández, Aldemar, 2010, “Tecnologías actuales aplicadas al desarrollo urbano sustentable”. *Acta Universitaria* [en línea] vol. 20, núm. 1, pp. 25-34, en <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41613084003>. ISSN 0188-6266>, consultado el 16 de julio de 2012.

Hernández, Roberto, Carlos Fernández-Collado y Pilar Baptista, 2006, *Metodología de la investigación*, 4ª ed., México, McGrawHill.

Instituto Municipal de Planeación, IMPLAN, 2010, Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, B.C. (PDUPT 2010-2030).

Instituto Municipal de Planeación, IMPLAN, sin fecha, Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2011-2013.

INE-SEMARNAT, 2009, *México cuarta comunicación ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2009, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tijuana, Baja California, en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/02/02004.pdf>, consultado el 7 de Mayo de 2012.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2011, Censo de población y vivienda 2010, en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=2>, consultada >, consultado el 7 de Mayo de 2012.

Jiménez, Blanca edit., 2004, *El agua en México vista desde la academia*, México, Academia mexicana de ciencias.

Kharrazi, Ali y Yarime Masaru, 2012, “Quantifying the Sustainability of Integrated Urban Waste and Energy Networks: Seeking an Optimal Balance between Network Efficiency and Resilience”, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 13, pp. 1663 – 1667.

Kinney, Thomas C. y James R. Taylor, 1998, *Investigación de mercados un enfoque aplicado*, 5ª ed., Bogotá, Colombia, McGraw-Hill Interamericana, S.A.

Lazarova, V. *et al.*, 2001, “Role of water reuse for enhancing integrated water management in Europe and Mediterranean countries”, *Water Science and Technology*, vol. XLIII, núm. 10, pp. 25–33.

Lee, D. O., 1992, Urban warming? An analysis of recent trends in London’s urban heat island”, *Weather*, vol XLVII, pp.50-56.

Ley de ingresos del Estado de Baja California para el ejercicio fiscal 2012. Publicada en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 31 de diciembre de 2011, en <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/legislacion/periodico/2011/diciembre/UM-ESP-SECC-I-31-12-2011.pdf>, consultado el 14 de junio de 2012.

Lezama, José Luis y Judith Domínguez, 2006, “Medio ambiente y sustentabilidad urbana”, *Papeles de Población*, julio-septiembre, núm. XLIX, pp. 154-176.

López Bernal, Oswaldo, 2004, “La sustentabilidad urbana”, *Revista Bitácora Urbano Territorial*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, año/vol. 1, núm. 008, enero-diciembre, pp. 8-14.

Mendoza Garcilazo, Luis H., Sergio Vázquez Hernández y Antonio Rosquillas Navarro, 2007, *Movimientos de ladera o de masa de terreno en Tijuana, B.C. sus causas y prevenciones*, Tijuana, México.

Morató, J. *et al.*, 2006, “Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales”, *Revista Lasallista de investigación*, vol. III, núm. 1, pp.19-29.

Navarro Chaparro, Shirley Karina [tesis de maestría], 2010, “La problemática del agua urbana en la ciudad de Tijuana, Baja California y algunas alternativas para una gestión sustentable”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Administración Integral del Ambiente

Nowak, David J. *et al.*, 1998, “Los beneficios y costos del embellecimiento urbano”, en Krishnsmurthy, L. y José Rente Nascimento, edits., *Áreas verdes y urbanas en Latinoamérica y el Caribe*, México, pp. 17-38.

Nowak, David J. *et al.*, 2007, *Assessing urban forest effects and values*, USA, Forest service.

Ocampo Sámano, José Eliseo, 2007, *Costos y evaluación de proyectos*, 2ª ed., México, Grupo Editorial Patria.

Ojeda Revah, Lina y Guadalupe Álvarez, 2000, “La reforestación de Tijuana, Baja California como un mecanismo de reducción de riesgos naturales”, *Estudios Fronterizos*, México, Universidad Autónoma de Baja California, vol. I, núm. 2, pp. 9-31.

Perroni, Alejandra, 2006, *Disposición de efluentes de Tijuana una solución transfronteriza*, XXX Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental, Uruguay, Asociación interamericana de ingeniería sanitaria y ambiental – AIDIS.

Rabinovitch, Jonas, 1992, “Curitiba: towards sustainable urban development”, *Environment and Urbanization*, vol. IV, núm. 62, pp. 289-303.

Ramírez Acosta, Ramón de Jesús y Leopoldo Guillermo Mendoza Espinosa, 2005, *Economía del agua en Baja California: reúso de aguas residuales tratadas bajo mecanismos de mercado*, Mexicali, Baja California, Universidad de Baja California.

Ramírez Hernández, Jorge, 2006, coord., *Una visión de la problemática ambiental de Mexicali y su valle*, Mexicali, Baja California, Universidad de Baja California.

Saldivar, Antonio V., 2004, “Recursos naturales: ¿crecimiento o desarrollo sustentable?” en Quintero Soto, María Luisa, *Recursos naturales y desarrollo sustentable: reflexiones en torno a su problemática*, México, D.F., Universidad Autónoma de México/Porrúa.

Samuelson, Paul A. y William D. Nordhause, traducción de María Guadalupe Cevallos Almada *et al.*, 2006. *Economía*, México, D. F. McGraw-Hill.

Slocombe, Scott, 1993, “Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development”, *Environmental Management*, vol. XVII, núm. 3, pp. 289-303.

Soto Montes de Oca, Gloria, 2007, *Agua: Tarifas, escasez y sustentabilidad en las megaciudades. ¿Cuánto están dispuestos a pagar los habitantes de la Ciudad de México?*, Estado de México, Litocom S.A. de C.V.

Strohbach, Michael W. y Dagmar Haase, 2012, “Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city”, *Landscape and Urban Planning*, vol. CIV, pp. 95-104.

Swimquip de México S.A de C.V., 2011, en <http://www.swimquip.mx/tratamiento-de-agua/filtros-de-carbon-actiado/carbon-activadoindustrial.html>], consultado el 25 de junio de 2012.

Téllez Valencia, Carlos y Adrián Guillermo Aguilar, 2000, “Aplicación del concepto geomarketing al caso de la microindustria del vestido en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México”, *Investigaciones geográficas*, diciembre,, núm. 043, pp. 122-144.

TodoAgua Powered byAquasoft, 2007, en http://www.todoagua.aquasoft.com.mx/index.php?currency=USD&manufacturers_id=21&sort=2a&filter_id=46&osCsid=4b26372e49f155878f7efd663cb00e0e], consultado el 25 de julio de 2012.

Torillo, Portilla Esmeralda [tesis de maestría], 2008, “Estimación del beneficio económico en materia de salud por reducción de ozono y PM₁₀ en Mexicali: un enfoque de costos evitados”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Economía Aplicada.

Trujillo, Segura Julio, 2008, “Hacia una nueva naturaleza jurídica del agua: res communis”, en Rabasa, Emilio O. y Carol B. Arriaga García, coords., *Agua: aspectos constitucionales*, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 141-165.

Wilby, R.L., 2003, “Past and projected trends in London’s urban heat island”, *Weather*, vol. LVIII, núm. 7, pp. 251-260.

ANEXOS

Anexo i. Cuestionario dirigido al área administrativa del sector industrial



Maestría en Administración Integral del Ambiente

Encuesta para el sector Industrial

(Administrador)

El presente cuestionario forma parte del trabajo de campo de una tesis de maestría en El Colegio de la Frontera Norte. Este trabajo es apoyado por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) como un ejercicio de investigación que contribuya a establecer los criterios básicos para planear el desarrollo del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana. El Proyecto Morado es una iniciativa de la CESPT, que tiene como propósito establecer una red que permita ofrecer el servicio adicional de agua tratada con calidad terciaria para reúso en usos no potables en la ciudad, a fin de aprovechar este recurso de una mejor manera. *La información que tenga a bien proporcionar será utilizada con fines académicos y será manejada como confidencial.*

Datos generales	
Nombre de la empresa: Haga clic aquí para escribir texto.	Fecha Haga clic aquí para escribir una fecha.
Dirección: Haga clic aquí para escribir texto.	
Tipo de Industria (Maquiladora, construcción, etc.)	Haga clic aquí para escribir texto.
Actividad que realiza: Haga clic aquí para escribir texto.	
Persona encuestada: Haga clic aquí para escribir texto.	
Cargo: Haga clic aquí para escribir texto.	

Datos de consumo	
1. Volumen promedio mensual de agua demandada por la planta industrial. Especificar en m³/mes.	Haga clic aquí para escribir texto.
2. ¿Cuántos Números de Cuenta tienen?	Haga clic aquí para escribir texto.
3. Superficie de áreas verdes con las que cuenta actualmente. Especificar en m².	Haga clic aquí para escribir texto.
4. En caso de disponer con suficiente agua ¿aumentaría la superficie de áreas verdes?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto más? Haga clic aquí para escribir texto. m ² .
<input type="checkbox"/> NO	
5. ¿Su empresa utiliza agua de mayor calidad a la proporcionada por la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
6. ¿Ha oído hablar del Proyecto Morado?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Qué ha oído? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	

Disposición a uso	
El Proyecto Morado entregará agua residual tratada que cumple con la NOM-003-ECOL-1997, apta para contacto humano (para aseo personal, no recomendable para beberse).	
7. En caso de que la CESPT les proporcionara el servicio de agua residual tratada a un precio accesible ¿estaría dispuesto a sustituir, el agua que utiliza en las actividades que no necesiten de calidad potable , por agua residual tratada?	
<input type="checkbox"/> SI	Especificar en qué actividades y procesos la usaría Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué No? Haga clic aquí para escribir texto.

8. Si la calidad del agua del Proyecto Morado fuera equivalente a la requerida por su empresa y el precio fuera menor ¿Estaría su empresa dispuesta a usar esa agua?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué? Haga clic aquí para escribir texto.
9. Si para lograr esa calidad equivalente tuviera que hacer una inversión, pero aún así se recuperaría la inversión en poco tiempo, ¿Tendría su empresa condiciones para invertir en la instalación de algún proceso adicional de purificación ?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué? Haga clic aquí para escribir texto.
10. ¿Sabe cuánto costaría instalar algún tipo de sistema adicional de purificación a fin de poder usar el agua del Proyecto Morado?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
11. ¿Sabe cuánto costaría la operación y mantenimiento de estos sistemas?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	

Disposición a pagar

El precio del agua proporcionada por la red municipal está basado en una tarifa escalonada que se presenta a continuación.

Consumo mensual		Tarifa vigente a partir de: 01 marzo 2012 De 6m ³ en adelante: cargo adicional por metro cúbico de consumo de agua	
		DE (m ³)	A (m ³)
6	30	\$45.64	
31	1000	\$47.21	

1001	200000	\$48.13
------	--------	---------

Elaboración propia. Fuente: Sitio oficial CESPT.

12.	De acuerdo a la tabla anterior y a su consumo de agua ¿cuál es la tarifa que paga por m³ de agua? Haga clic aquí para escribir texto.
13.	¿Cuánto es el pago promedio mensual que realiza por consumo de agua? \$ Haga clic aquí para escribir texto.
14.	¿Cuál es la tarifa que su empresa estaría dispuesta a pagar por m³ de agua residual tratada? \$ Haga clic aquí para escribir texto. por m ³ .
Comentarios Haga clic aquí para escribir texto.	

Para cualquier duda o aclaración en cuanto a este cuestionario favor de comunicarse con Rebeca González Solís estudiante de la Maestría en Manejo Integral del Ambiente del Colegio de la Frontera Norte, correo electrónico rebejgs@colef.mx

Anexo ii. Cuestionario dirigido al área de manteniendo o de producción del sector industrial.



Maestría en Administración Integral del Ambiente

Encuesta para el sector Industrial

(Gerente o jefe de Operaciones o de Producción)

El presente cuestionario forma parte del trabajo de campo de una tesis de maestría en El Colegio de la Frontera Norte. Este trabajo es apoyado por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) como un ejercicio de investigación que contribuya a establecer los criterios básicos para planear el desarrollo del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana. El Proyecto Morado es una iniciativa de la CESPT, que tiene como propósito establecer una red que permita ofrecer el servicio adicional de agua tratada con calidad terciaria para reúso en usos no potables en la ciudad, a fin de aprovechar este recurso de una mejor manera. *La información que tenga a bien proporcionar será utilizada con fines académicos y será manejada como confidencial.*

Datos generales	
Nombre de la empresa: Haga clic aquí para escribir texto.	Fecha Haga clic aquí para escribir una fecha.
Dirección: Haga clic aquí para escribir texto.	
Tipo de Industria (Maquiladora, construcción, etc.)	Haga clic aquí para escribir texto.
Actividad que realiza: Haga clic aquí para escribir texto.	
Persona encuestada: Haga clic aquí para escribir texto.	
Cargo: Haga clic aquí para escribir texto.	

Datos de consumo

15. Volumen promedio mensual de agua demandada por la planta industrial. Especificar en m³/mes.	Haga clic aquí para escribir texto.
2. ¿Cuentan con alguna fuente de abastecimiento de agua, diferente a la proporcionada por la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SI ¿Cuál? Haga clic aquí para escribir texto. Volumen por mes Haga clic aquí para escribir texto.	
<input type="checkbox"/> NO	

3. Especifique la calidad requerida y la cantidad de agua en **m³** que se utiliza **mensualmente** para cada actividad.

Actividad	Calidad requerida: Desinfectada, suavizada, desionizada, destilada, calidad de la llave, etc. (especificar en el cuadro)	Cantidad utilizada m³/mes
Como materia prima	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de materia prima	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de productos intermedios o finales	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de maquinaria y equipo	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Para enfriamiento	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Para calentamiento (en calderas)	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Como disolvente	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Descarga de baños (no incluye lavabos)	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Limpieza de las instalaciones	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.

Riego de áreas verdes	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
	Total	Haga clic aquí para escribir texto.

4. ¿Miden la calidad del agua que le proporciona la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SÍ	¿Con qué frecuencia? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
5. ¿Qué métodos utilizan para medir la calidad del agua proporcionada por la red municipal? Haga clic aquí para escribir texto.	
6. ¿Qué parámetros miden? Haga clic aquí para escribir texto.	

Instalaciones	
7. ¿Cuentan en sus instalaciones con algún tipo de proceso adicional de purificación para que el agua proporcionada por la red municipal alcance una mayor calidad?	
<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
8. Marque el tipo de proceso adicional de purificación con el que cuenta y especifique cuál es el gasto máximo o la capacidad máxima instalada para cada proceso adicional de purificación y por último la cantidad de agua de cada proceso que utiliza mensualmente.	

Tipo de proceso adicional	¿Cuál es la capacidad máxima con la que cuenta	¿Qué % utiliza de esa capacidad?
---------------------------	--	----------------------------------

Adsorción con carbón activado	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Cloración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Destilación	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Desionización	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Filtración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Osmosis Inversa	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Exposición a luz ultravioleta	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
		Total Haga clic aquí para escribir texto.

<p>9. ¿Cuenta en sus instalaciones con alguna planta de tratamiento de aguas residuales?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>10. ¿Con qué tipo de tratamiento cuenta?</p> <p><input type="checkbox"/> Primario <input type="checkbox"/> Secundario <input type="checkbox"/> Terciario</p> <p><input type="checkbox"/> Otro (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.</p>
<p>11. Qué porcentaje de las aguas residuales que genera su empresa pasa por la planta de tratamiento? Haga clic aquí para escribir texto.</p>

12. ¿Cuál es el destino del agua residual tratada ? Haga clic aquí para escribir texto.	
13. ¿Qué porcentaje de agua tratada reutilizan en sus procesos de producción? Haga clic aquí para escribir texto.	
14. ¿Ha oído hablar del Proyecto Morado? Haga clic aquí para escribir texto.	
<input type="checkbox"/> SI	¿Qué ha oído? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
15. El Proyecto Morado entregará agua residual tratada que cumple con la NOM-003-ECOL-1997, apta para contacto humano (para aseo personal, no recomendable para beberse). Dado que el precio del agua del Proyecto Morado tendrá un menor precio que la de la red municipal, ¿considera usted factible que el agua del Proyecto Morado sustituya al agua de la red municipal para algunos de los procesos que tiene su empresa?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Para cuáles? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué NO? Haga clic aquí para escribir texto.
Comentarios: Haga clic aquí para escribir texto.	

Para cualquier duda o aclaración en cuanto a este cuestionario favor de comunicarse con Rebeca González Solís estudiante de la Maestría en Manejo Integral del Ambiente del Colegio de la Frontera Norte, correo electrónico rebejgs@colef.mx

Anexo iii. Cuestionario para el sector comercial



Maestría en Administración Integral del Ambiente

Encuesta para el sector Comercial

El presente cuestionario forma parte del trabajo de campo de una tesis de maestría en El Colegio de la Frontera Norte. Este trabajo es apoyado por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) como un ejercicio de investigación que contribuya a establecer los criterios básicos para planear el desarrollo del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana. El Proyecto Morado es una iniciativa de la CESPT, que tiene como propósito establecer una red que permita ofrecer el servicio adicional de agua tratada con calidad terciaria para reúso en usos no potables en la ciudad, a fin de aprovechar este recurso de una mejor manera. *La información que tenga a bien proporcionar será utilizada con fines académicos y será manejada como confidencial.*

Datos generales	
Nombre de la empresa: Haga clic aquí para escribir texto.	Fecha Haga clic aquí para escribir una fecha.
Dirección: Haga clic aquí para escribir texto.	
Actividad que realiza: Haga clic aquí para escribir texto.	
Persona encuestada:Haga clic aquí para escribir texto.	
Cargo: Haga clic aquí para escribir texto.	

Datos de consumo	
16. Consumo promedio mensual de agua. Especificar en	Haga clic aquí para

m³/mes.	escribir texto.
17. ¿Cuántos Números de Cuenta tienen?	Haga clic aquí para escribir texto.
3. ¿Cuentan con alguna fuente de abastecimiento de agua, diferente a la proporcionada por la red municipal? <input type="checkbox"/> SI ¿Cuál? Haga clic aquí para escribir texto. Volumen Haga clic aquí para escribir texto.	
<input type="checkbox"/> NO	

4. Especifique la cantidad de agua en **m³** que se utiliza **mensualmente** para cada actividad.

Actividad	Cantidad aproximada utilizada m³/mes
Riego de áreas verdes	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavandería	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de autos	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de maquinaria y equipo	Haga clic aquí para escribir texto.
Cocina	Haga clic aquí para escribir texto.
Descarga de baños (no incluye lavabos)	Haga clic aquí para escribir texto.
Para aseo personal	Haga clic aquí para escribir texto.
Limpieza de las instalaciones	Haga clic aquí para escribir texto.
Alberca	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para	Haga clic aquí para escribir texto.

escribir texto.	
Total	Haga clic aquí para escribir texto.

Datos de consumo	
5. Superficie de áreas verdes con las que cuentan actualmente. Especificar en m ² .	Haga clic aquí para escribir texto.
6. En caso de disponer con suficiente agua ¿aumentaría la superficie de áreas verdes?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto más? Haga clic aquí para escribir texto. m ² .
<input type="checkbox"/> NO	
7. ¿Conocen la calidad del agua de la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cómo la conocen? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
8. ¿Su empresa utiliza agua de mayor calidad a la proporcionada por la red municipal? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Instalaciones	
9. ¿Cuentan en sus instalaciones con algún tipo de proceso adicional de purificación para que el agua proporcionada por la red municipal alcance una mayor calidad?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
10. Marque el tipo de proceso adicional de purificación con el que cuentan y especifique cuál es el gasto máximo o la capacidad máxima instalada para cada proceso adicional de purificación y por último la cantidad de agua de cada proceso que utiliza mensualmente.	

Tipo de proceso adicional	¿Cuál es la capacidad máxima con la que cuenta	¿Qué % utiliza de esa capacidad?
Adsorción con carbón activado	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Cloración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.

Destilación	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Desionización	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Filtración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Osmosis Inversa	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Exposición a luz ultravioleta	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
		Total Haga clic aquí para escribir texto.

11. ¿Cuentan en sus instalaciones con alguna planta de tratamiento de aguas residuales ?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
12. ¿Con qué tipo de tratamiento cuentan?	
<input type="checkbox"/> Primario <input type="checkbox"/> Secundario <input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Otro (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	
13. ¿Qué porcentaje de las aguas residuales que genera su empresa pasa por la planta de tratamiento ? Haga clic aquí para escribir texto.	
14. ¿Cuál es el destino del agua residual tratada ?	
Haga clic aquí para escribir texto.	
15. ¿Ha oído hablar del Proyecto Morado?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Qué ha oído? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	

Disposición a uso	
<p>El Proyecto Morado entregará agua residual tratada que cumple con la NOM-003-ECOL-1997, apta para contacto humano (para aseo personal, no recomendable para beberse).</p>	
<p>16. Si la calidad del agua del Proyecto Morado fuera equivalente a la requerida por su empresa y el precio fuera menor ¿Estaría su empresa dispuesta a usar esa agua?</p>	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué? Haga clic aquí para escribir texto.
<p>17. Si para lograr esa calidad equivalente tuviera que hacer una inversión, pero aún así se recuperaría la inversión en poco tiempo, ¿Tendría su empresa condiciones para invertir en la instalación de algún proceso adicional de purificación?</p>	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué?
<p>18. ¿Sabe cuánto costaría instalar algún tipo de sistema adicional de purificación a fin de poder usar el agua del Proyecto Morado?</p>	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
<p>19. ¿Sabe cuánto costaría la operación y mantenimiento de estos sistemas?</p>	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
<p>20. Si En caso de que la CESPT les proporcionara el servicio de agua residual tratada a un precio accesible ¿estaría dispuesto a sustituir el agua que utiliza en las actividades que no necesiten de calidad potable por agua residual tratada?</p>	
<input type="checkbox"/> SI	Especificar en qué actividades y procesos la usaría Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué No? Haga clic aquí para escribir texto.

Disposición a pagar

El precio del agua proporcionada por la red municipal está basado en una tarifa escalonada que se presenta a continuación.

Consumo mensual		Tarifa vigente a partir de: 01 marzo 2012 De 6m ³ en adelante: cargo adicional por metro cúbico de consumo de agua
DE (m ³)	A (m ³)	TARIFA por m ³
6	30	\$45.64
31	1000	\$47.21
1001	200000	\$48.13

Elaboración propia.

Fuente: Sitio oficial CESPT.

21.	De acuerdo a la tabla anterior y a su consumo de agua ¿cuál es la tarifa que paga por m³ de agua? Haga clic aquí para escribir texto.	De
22.	es el pago promedio mensual que realiza por consumo de agua? \$ Haga clic aquí para escribir texto.	¿Cuánto
23.	la tarifa que su empresa estaría dispuesta a pagar por m³ de agua residual tratada? \$ Haga clic aquí para escribir texto. por m ³ .	¿Cuál es
Comentarios Haga clic aquí para escribir texto.		

Para cualquier duda o aclaración en cuanto a este cuestionario favor de comunicarse con Rebeca González Solís estudiante de la Maestría en Manejo Integral del Ambiente del Colegio de la Frontera Norte, correo electrónico rebejgs@colef.mx

Anexo iv. Cuestionario para el sector gubernamental o de servicios



Maestría en Administración Integral del Ambiente

Encuesta para el sector de servicios y gubernamental

El presente cuestionario forma parte del trabajo de campo de una tesis de maestría en El Colegio de la Frontera Norte. Este trabajo es apoyado por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) como un ejercicio de investigación que contribuya a establecer los criterios básicos para planear el desarrollo del Proyecto Morado en la ciudad de Tijuana. El Proyecto Morado es una iniciativa de la CESPT, que tiene como propósito establecer una red que permita ofrecer el servicio adicional de agua tratada con calidad terciaria para reúso en usos no potables en la ciudad, a fin de aprovechar este recurso de una mejor manera. *La información que tenga a bien proporcionar será utilizada con fines académicos y será manejada como confidencial.*

Datos generales	
Nombre de la dependencia: Haga clic aquí para escribir texto.	Fecha Haga clic aquí para escribir una fecha.
Dirección: Haga clic aquí para escribir texto.	
Teléfono: Haga clic aquí para escribir texto.	
Actividad que realiza: Haga clic aquí para escribir texto.	
Persona encuestada: Haga clic aquí para escribir texto.	
Cargo: Haga clic aquí para escribir texto.	

Datos de consumo	
18. Consumo promedio mensual de agua. Especificar en m³/mes.	Haga clic aquí para escribir texto.
19. ¿Cuántos Números de Cuenta tienen?	Haga clic aquí para escribir texto.
3. ¿Cuentan con alguna fuente de abastecimiento de agua, diferente a la proporcionada por la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SI ¿Cuál? Haga clic aquí para escribir texto. Volumen Haga clic aquí para escribir texto.	
<input type="checkbox"/> NO	

4. Especifique la cantidad de agua en **m³** que se utiliza **mensualmente** para cada actividad.

Actividad	Cantidad aproximada utilizada m³/mes
Riego de áreas verdes	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavandería	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de autos	Haga clic aquí para escribir texto.
Lavado de maquinaria y equipo	Haga clic aquí para escribir texto.
Cocina	Haga clic aquí para escribir texto.
Descarga de baños (no incluye lavabos)	Haga clic aquí para escribir texto.
Para aseo personal	Haga clic aquí para escribir texto.
Limpieza de las instalaciones	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique)	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.

Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Total	Haga clic aquí para escribir texto.

Datos de consumo	
5. Superficie de áreas verdes con las que cuenta actualmente. Especificar en m ² .	Haga clic aquí para escribir texto.
6. En caso de disponer con suficiente agua ¿aumentaría la superficie de áreas verdes?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cuánto más? Haga clic aquí para escribir texto. m ² .
<input type="checkbox"/> NO	
7. Con respecto a la ciudad de Tijuana ¿Cuál es la principal razón por la que no se crean más áreas verdes en Tijuana?	
<input type="checkbox"/> Porque hay poco agua disponible para poder regarlas <input type="checkbox"/> Sí hay agua disponible, pero el agua cuesta cara para poder regarlas <input type="checkbox"/> Por falta de espacios donde crearlas <input type="checkbox"/> Por falta de presupuesto para crearlas <input type="checkbox"/> Porque no es prioridad por atender <input type="checkbox"/> Otro especifique Haga clic aquí para escribir texto.	
8. ¿En la dependencia donde labora conocen la calidad del agua de la red municipal?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Cómo la conocen? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	
9. ¿La dependencia donde labora utiliza agua de mayor calidad a la proporcionada por la red municipal? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Instalaciones
10. ¿Cuentan en sus instalaciones con algún tipo de proceso adicional de purificación para que el agua proporcionada por la red municipal alcance una mayor calidad?
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

11. Marque el tipo de **proceso adicional de purificación** con el que cuentan y especifique cuál es el gasto máximo o la capacidad máxima instalada para cada proceso adicional de purificación y por último la cantidad de agua de cada proceso que utiliza mensualmente.

Tipo de proceso adicional	¿Cuál es la capacidad máxima con la que cuenta	¿Qué % utiliza de esa capacidad?
Adsorción con carbón activado	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Cloración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Destilación	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Desionización	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Filtración	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Osmosis Inversa	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Exposición a luz ultravioleta	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
Otra (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.	Haga clic aquí para escribir texto.
	Total	Haga clic aquí para escribir texto.

12. ¿Cuentan en sus instalaciones con alguna planta de tratamiento de aguas residuales ?	
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
13. ¿Con qué tipo de tratamiento cuenta?	
<input type="checkbox"/> Primario <input type="checkbox"/> Secundario <input type="checkbox"/> Terciario	
<input type="checkbox"/> Otro (especifique) Haga clic aquí para escribir texto.	
14. ¿Qué porcentaje de las aguas residuales que genera su empresa pasa por la planta de tratamiento ? Haga clic aquí para escribir texto.	
15. ¿Cuál es el destino del agua residual tratada ?	
Haga clic aquí para escribir texto.	
16. ¿Ha oído hablar del Proyecto Morado?	
<input type="checkbox"/> SI	¿Qué ha oído? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	

Disposición a uso	
El Proyecto Morado entregará agua residual tratada que cumple con la NOM-003-ECOL-1997, apta para contacto humano (para aseo personal, no recomendable para beberse).	
17. En caso de que la CESPT les proporcionara el servicio de agua residual tratada a un precio accesible ¿estaría dispuesto a sustituir, el agua que utiliza en las actividades que no necesiten de calidad potable , por agua residual tratada?	
<input type="checkbox"/> SI	Especificar en qué actividades y procesos la usaría Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué No? Haga clic aquí para escribir texto.
18. Si la calidad del agua del Proyecto Morado fuera equivalente a la requerida por la dependencia donde labora y el precio fuera menor ¿Estaría la dependencia donde labora dispuesta a usar esa agua?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué? Haga clic aquí para escribir texto.

19. Si para lograr esa calidad equivalente tuviera que hacer una inversión, pero aún así se recuperaría la inversión en poco tiempo, ¿Tendría la dependencia condiciones para invertir en la instalación de algún proceso adicional de purificación ?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Por qué? Haga clic aquí para escribir texto.
20. ¿Sabe cuánto costaría instalar algún tipo de sistema adicional de purificación a fin de poder usar el agua del Proyecto Morado?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
21. ¿Sabe cuánto costaría la operación y mantenimiento de estos sistemas?	
<input type="checkbox"/> SI	
<input type="checkbox"/> NO	¿Cuánto? Haga clic aquí para escribir texto.
<input type="checkbox"/> NO	

Disposición a pagar

El precio del agua proporcionada por la red municipal está basado en una tarifa escalonada que se presenta a continuación.

Consumo mensual		Tarifa vigente a partir de: 01 marzo 2012
		De 6m ³ en adelante: cargo adicional por metro cúbico de consumo de agua
DE (m ³)	A (m ³)	TARIFA por m ³
6	30	\$45.64
31	1000	\$47.21
1001	200000	\$48.13

Elaboración propia.

Fuente: Sitio oficial CESPT.

22.	De acuerdo a la tabla anterior y a su consumo de agua ¿cuál es la tarifa que paga por m³ de agua? Haga clic aquí para escribir texto.
23.	¿Cuánto es el pago promedio mensual que realiza por consumo de agua? \$ Haga clic aquí para escribir texto.
24.	¿Cuál es la tarifa que la dependencia donde labora estaría dispuesta a pagar por m³ de agua residual tratada? \$ Haga clic aquí para escribir texto. por m ³ .
Comentarios Haga clic aquí para escribir texto.	

Para cualquier duda o aclaración en cuanto a este cuestionario favor de comunicarse con Rebeca González Solís estudiante de la Maestría en Manejo Integral del Ambiente del Colegio de la Frontera Norte, correo electrónico rebejgs@colef.mx

Anexo v. Tarjeta de invitación electrónica.

Favor de dirigirlo a la persona encargada del área administrativa y a la persona encargada de operaciones

El Colegio de la Frontera Norte
en colaboración con la Comisión Estatal de Servicios Públicos de
Tijuana está realizando un estudio
para desarrollar una estrategia para el
reúso del agua en Tijuana.

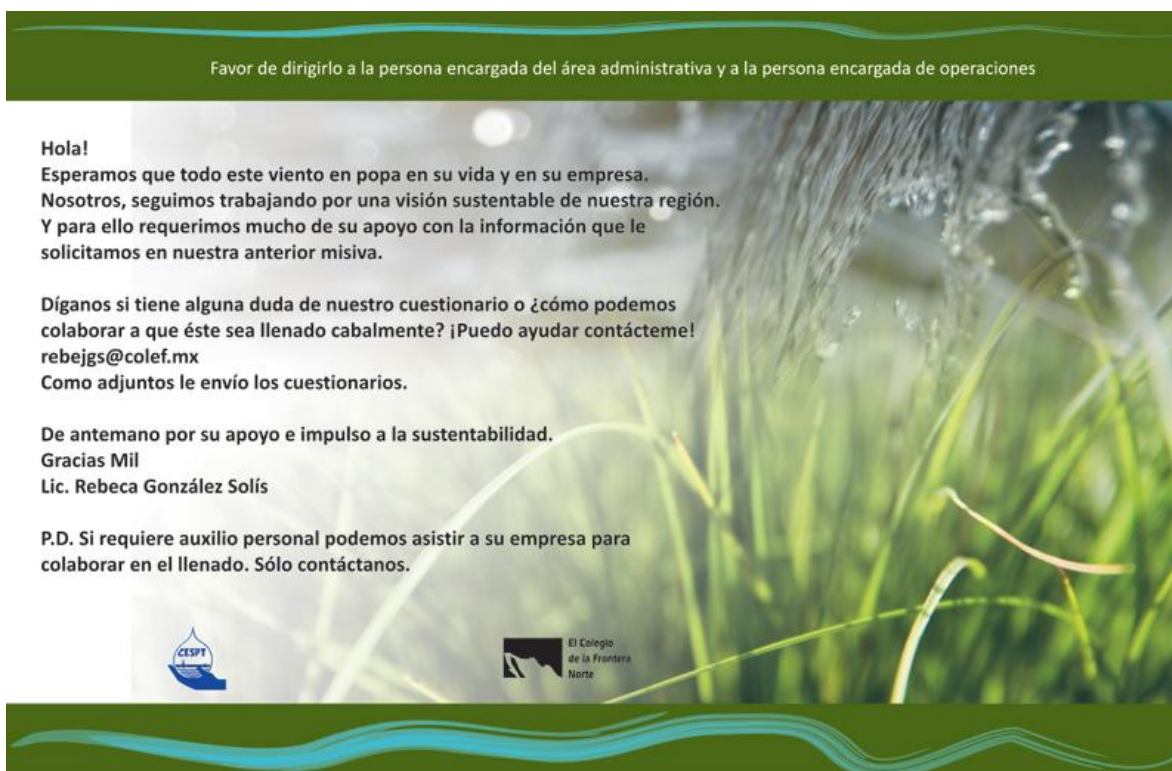
Su empresa ha sido seleccionada para participar y contribuir en
este valioso estudio contestando un breve cuestionario. Los
datos vertidos serán de estricta confidencialidad. En breve la Lic.
Rebeca González se estará comunicando para darles mayor
información.

Favor de notificar de recibido

Nuestro más sincero agradecimiento de antemano
por sus atenciones.



Anexo vi. Tarjeta de seguimiento electrónica.



Anexo vii. Tabla de cálculo de ahorro (simulador en Excel)

TABLA DE CÁLCULO DE AHORROS E INVERSION PARA EL USO DE AGUA MORADA Sólo modifique las columnas A, C y D. A es su consumo en M3 de agua. C es su propuesta de costo por M3 de agua morada. D es su inversión en adecuaciones para el uso idóneo del agua morada en sus procesos. Las columnas E,F,G y H le darán excelente información de ahorros con sustentabilidad							
A SU CONSUMO MENSUAL M3	B SU TARIFA ACTUAL	C PROP. \$ M3 AGUA MORADA	D MONTO INVERSION P/USO AGUA MORADA	AHORRO MENSUAL	E MESES DE AMORTIZACION	F AHORROS EN EL PRIMER AÑO	G AHORRO ANUAL PERPETUO
0	\$ 45.64	\$ 0	\$ 0	\$ 0	0	\$ 0	\$ 0
Apoyando el ahorro en las empresas AYUDENOS CON EL LLENADO DE SU ENCUESTA							

Anexo viii. Listado de las empresas que participaron en el estudio por tipo de mercado

Mercado tipo 1 “Dispuesto y no necesita invertir”

1. POWER SONIC SA DE CV
2. ESPECIALIDADES MEDICAS KENMEX SA CV (OTAY)
3. CIA EMBOTELLADORA DEL FUERTE
4. INTERAMERICA PORTAFOLIOS S DE RL
5. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL CLINICA 20
6. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL CLINICA 7
7. CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO
8. H. AYUNTAMIENTO DE TIJUANA
9. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
10. DELEGACION LA MESA
11. INSTITUTO EDUCATIVO DEL NOROESTE
12. PARQUE MORELOS
13. UNIVERSIDAD XOCHICALCO
14. CIRCUITO FLORIDO
15. CIRCUITO CENTENARIO

Mercado tipo 3 “Dispuesto y quiere invertir”

1. ESPECIALIDADES MEDICAS KENMEX SA CV (INSURGENTES)
2. INSTITUTO TECNOLOGICO DE TIJUANA (CAMPUS 1)
3. DJ ORTHOPEDICS
4. MECALUX MEXICO SA DE CV
5. SANYO NORTH AMERICA CORPORATION
6. PRODUCTOS MEDICOS MEDTRONIC
7. NORDIKA INDUSTRIAL PARK
8. SSD PLASTICOS MEXICANA SA DE CV
9. R-FOAM ESPUMAS DEL AGUILA SA DE CV
10. COMEX PLATECH, SA DE CV (PLANTA 1)
11. COMEX PLATECH, SA DE CV (PLANTA 2)
12. PLATINADORA BAJA SA DE CV
13. DE LA VEGA HOTELERA S A DE C V
14. TIJUANA BAJA TUR SA DE CV
15. CIA HOTELERA LA MESA
16. HOTELEROS CAL SA CV

17. INMOBILIARIA COSTCO DE MEXICALI SA
18. INMB Y HOTELERO SA
19. TIENDA DE DESCUENTO NAZAS
20. INMOB GRUPO NUEVA ERA SA DE CV
21. CENTRO COMERCIAL PLAZA CARRUSEL
22. CIA. OP. DEL CTRO CULT Y TUR DE TIJ.
23. GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA
24. INSTITUTO MUNICIPAL DEL DEPORTE DE TIJUANA
25. ISESALUD
26. INSTITUTO TECNOLOGICO DE TIJUANA (CAMPUS 2)

Mercado tipo 4 “Dispuesto, no quiere invertir”

1. ESC. PREP. FED. LAZARO CARDENAS
2. HOTEL MARRIOT

Mercado tipo 5 “No dispuesto”

1. ISSSTECALI
2. HOTEL HLIDAY INN