

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**



**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

***ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL***

**“ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE LAS AGUAS TRATADAS:  
CASO DE ESTUDIO CIUDAD DE ENSENADA, AGUA CON FINES DE RIEGO  
AL VALLE DE GUADALUPE”**

**Trabajo Terminal  
Que para obtener el diploma de  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presenta  
EDMUNDO SOLIS LOPEZ**

**ENSENADA, B.C., Junio del 2013**

## Votos



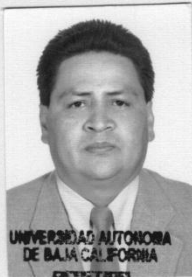
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS  
*Especialidad en Gestión Ambiental*  
ÁREA DE ENFASIS: MANEJO DE RECURSOS NATURALES



"Análisis de la factibilidad del uso de las aguas tratadas: caso de estudio Ciudad de Ensenada, agua con fines de riego al Valle de Guadalupe"

### ACTA DE EVALUACION DE TRABAJO TERMINAL

En la ciudad de Ensenada, Baja California a las 10:00 a.m. del día 14 de Junio del 2013, se reunieron en la Facultad de Ciencias Marinas, los señores profesores:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



Dr. José Luis Fermán Almada  
Lic. Jesús Antonio Franco Ruíz  
M.C. Marisa Reyes Orta

Para proceder a la Evaluación del Trabajo Terminal del

**C. Edmundo Solís López**

Conforme a lo estipulado en el Artículo 107 del Estatuto Escolar y Artículo 45 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma De Baja California y al Plan de Estudios correspondiente.

Hecha la Evaluación del trabajo, los profesores resolvieron:

**Aprobarlo**

Director de Tesina

Dr. José Luis Fermán Almada

Sinodal

Lic. Jesús Antonio Franco Ruíz

Sinodal

M.C. Marisa Reyes Orta

Sustentante

Edmundo Solís López

## Resumen

La escasez del agua es un problema global, que se configura en las distintas localidades y regiones del mundo. En la actualidad el estado de Baja California tiene un déficit de abastecimiento de agua para lo cual es necesario el análisis de fuentes alternas de abastecimiento y la implementación de una gestión integral del recurso que sustente el desarrollo para los diversos sectores de la sociedad. La presente investigación tiene como objetivo; El análisis de factibilidad del reúso de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada con fines de riego en el Valle de Guadalupe, la identificación de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Ensenada, el análisis de los sistemas de tratamiento de Aguas de la Ciudad de Ensenada y el destino de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada.

Para el logro de los objetivos se construyó una base de datos con información de las principales fuentes de abastecimiento de la Ciudad y se recopiló información técnica sobre el tipo y operación de las plantas de tratamiento en la ciudad y la calidad de los efluentes de las diversas plantas de tratamiento. Se localizaron las zonas de cultivo de la vid en el Valle de Guadalupe, realizándose sobre estas zonas-base una propuesta sobre una línea de conducción de aguas tratadas al Valle de Guadalupe además de la posible área de riego con las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada.

En el resultado derivado del presente trabajo se demuestra que como consecuencia de esta práctica son desechados grandes volúmenes de agua tratada al océano pacífico sin ningún uso lo que se traduce en una pérdida de agua dulce y recursos económicos. De lo anterior se concluye que no hay una estrategia por parte de la comisión operadora del agua que se traduzca en un manejo del agua tratada que considere a este recurso como parte de un plan global e integral de los recursos hídricos de la región.

Este plan de manejo integral del agua deberá incluir las aguas que se producen en las plantas de tratamiento de la ciudad como una fuente alterna de abastecimiento las cuales brindan una calidad de agua que de acuerdo a la normatividad vigente pueden ser calificadas como una agua dulce con un alto potencial de fuente de abastecimiento diverso al de consumo humano. Igualmente se concluye que de seguir la tendencia actual en el manejo del agua en Ensenada se acelera el abatimiento y degradación de las fuentes de abastecimiento lo que puede agudizar aun más la escasez de este vital recurso natural.

Palabras clave: Plantas de Tratamiento,  
Fuentes de abastecimiento,  
Reusó de aguas.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, que estuvo siempre presente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de la beca, y hacer posible este logro.

A la Universidad Autónoma Baja California (UABC) por la oportunidad que me brindo y a todos sus catedráticos comprometidos en formar excelentes investigadores.

A la Dra. María Concepción Arredondo García, Coordinadora de la Especialidad en Gestión Ambiental, por su apoyo y confianza.

A mi tutor de tesis, Dr. José Luis Ferman Almada muchas gracias por sus valiosos consejos y aportación al presente trabajo.

A mis tutores, M.C. Marisa Reyes Orta a quien agradezco sus comentarios para mejorar el trabajo de investigación. Al Lic. Jesús Antonio Franco Ruiz por su apoyo en la lectura y revisión del presente trabajo.

A la Lic. Maribel Campos Muñuzuri, Productora de UABC Radio por su apoyo para la realización de las estancias profesionales en la radio universitaria.

Finalmente, agradezco a mi familia y compañeros de la especialidad que han estado conmigo durante todo este trayecto. Gracias!!

# INDICE

I.- INTRODUCCION .....	2
II.- ANTECEDENTES.....	4
III.- CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA .....	5
IV.- OBJETIVOS.....	11
V.- CONCEPTOS BASICOS.....	12
VI.- METODOLOGIA.....	14
VII.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE ENSENADA .....	16
VIII.-DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
IX.-PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE ENSENADA .....	24
X.- MARCO JURIDICO.....	33
XI.- RESULTADOS.....	36
XII.- CONCLUSIONES Y DISCUSION .....	42
XIII.- REFERENCIAS .....	44

## I.- INTRODUCCION

“De Agua nos engendraron a todos, y de Tierra.  
Y de Tierra y Agua son todas las cosas que nacen  
y se engendran”. Jenófanes.

El hombre siempre ha necesitado de agua para vivir y el mismo en un gran porcentaje está compuesto por agua. Todas las antiguas civilizaciones florecieron alrededor de grandes abastecimientos y constantes corrientes de aguas.

En los antiguos pueblos que habitaron la zona que hoy conocemos como Mesoamérica se desarrollaron sociedades gracias a la utilización de los recursos naturales presentes en la región; el perfeccionamiento de la agricultura se logro con el conocimiento de técnicas para la siembra, la construcción de embalses artificiales y canales para la irrigación que facilitaban la disposición y control del agua. Estos antecedentes históricos nos demuestran que el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales tienen un impacto directo en el bienestar de las sociedades. (Rabiela, 2009)

En la actualidad el agua continúa siendo una de las necesidades más básicas de la humanidad y un componente fundamental de nuestro sistema económico, social y ambiental. Las fuentes principales de abastecimiento de agua para consumo humano son los arroyos, ríos, lagos, lagunas y mantos acuíferos de donde son extraídos los volúmenes de agua para cubrir las necesidades que requieren las comunidades humanas. Gracias a esta disposición y manejo del agua se contribuyo de forma indirecta al aumento en la población, a la diversificaron y especialización de las actividades de producción, prospero la economía y se accedió a grados más elevados de desarrollo y bienestar general.

Si bien en el discurso las autoridades intentan proyectar una imagen de uso y distribución adecuados en el manejo del recurso agua, en la realidad el tipo de manejo de los recursos hídricos ha generado graves problemas sociales, económicos y ambientales en los ámbitos locales, nacionales e internacionales a corto y largo plazo. Dentro de la múltiple

problemática de los recursos hídricos el fenómeno de la escasez se presenta como una amenaza cada vez más presente para las comunidades humanas. (Tortajada Cecilia, 2004)

La migración de la población es un fenómeno constante en la actualidad, pero existen múltiples factores sociales y económicos que inciden y que hacen que este fenómeno presente en México peculiares características. A causa de la migración interna existe una cantidad considerable de personas que se dirigen hacia las regiones semiáridas y áridas del noroeste y norte de México. Estas regiones tienen una dinámica económica y social importante a nivel nacional, es así como se vuelve más complejo la conjunción de fenómenos de índole diversa (social, económico, ambiental) y aumentan en consecuencia, las necesidades básicas para satisfacer a esta población en movimiento y crecimiento, movimiento que presiona a su vez a los recursos naturales disponibles en la región. (Alejandro Bautista, 2000)

En regiones áridas y semiáridas la problemática de los recursos hídricos se vuelve especialmente importante sobre todo en cuanto al tema de calidad y cantidad. Debido a las condiciones climáticas y geográficas inherentes a las regiones áridas y semiáridas la disponibilidad del agua resulta insuficiente para satisfacer la demanda requerida por los diversos sectores de la población. (Tortajada Cecilia, 2004)

En zonas áridas o semiáridas como es el caso del noroeste de México y donde los recursos hídricos son insuficiente y la demanda aumenta por encima de la oferta, las aguas tratadas pueden ser un medio adicional para contribuir a superar el déficit hídrico, pudiendo ser reutilizadas una vez que han sido debidamente tratadas en diversas actividades como la industria, el riego de áreas verdes y parques, la recarga de acuíferos y la agricultura. El agua residual cuando se trata apropiadamente puede ser reusada y es una alternativa que no ha sido considerada en todo el potencial que representa por autoridades y organismos operadores. El reusó constituye parte del cierre del ciclo de una gestión integral y sustentable que puede ser parte importante de la solución a los problemas de los recursos hídricos en la región. (Ramon de Jesus Ramirez Acosta, 2005)

## II.- ANTECEDENTES

Las aguas subterráneas son de un carácter estratégico en la zona noroeste y norte de México ya que de estas fuentes se abastecen en su mayoría las ciudades localizadas en esta zona geográfica, además de que se utilizan para la realización de actividades agrícolas e industriales motivo por el cual son consideradas de una relevancia económica y social prioritarias. (Rodríguez, 2004)

Actualmente debido a un manejo inadecuado del recurso existe en la región un estrés hídrico que conforme pasa el tiempo se agudiza cada vez más. Los antecedentes de esta situación es una sobreexplotación creciente para extraer el líquido mediante pozos de bombeo, esta práctica origina diversos impactos negativos, como la reducción en la recarga natural del acuífero, la salinización, el incremento en el costo de producción, la reducción de los volúmenes, el otorgamiento de nuevas concesiones, el deterioro en la calidad del agua, impactos de tipo socio-económico, además de la reducción y degradación de ecosistemas. (CNA, 2011)

La ciudad de Ensenada utiliza en sus diversas actividades el agua que es extraída de diferentes fuentes las cuales son: la Cuenca del valle de Guadalupe, de la Misión, de pozos en Maneadero y pozos de la ciudad. (Ramon de Jesus Ramirez Acosta, 2005). Después de ser usada en las diferentes actividades el agua es recolectada a través del sistema de drenaje municipal y conducida a las diferentes plantas de tratamiento con que cuenta la ciudad para ser sometida a un tratamiento de remoción de contaminantes que puedan constituir un peligro para las personas y otras formas de vida como son la flora y fauna.

Después de que han sido removidas las sustancias contaminantes en las diferentes plantas de tratamiento ubicadas en la ciudad, el volumen de aguas tratadas es conducido y descargado en la costa, dicha práctica es considerada insustentable debido a la inversión económica utilizada para su tratamiento resulta costoso y al desperdicio de agua dulce de calidad que es vertida en la costa sin ningún uso.

### III.- CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA

La problemática de la gestión del agua es compleja y presenta múltiples aspectos, tanto sociales, económicos como ambientales que son interdependientes y que se afectan unos a otros. La situación se vuelve aun más compleja cuando las comunidades crecen y se asientan en regiones áridas o semiáridas con escasos porcentaje de precipitación pluvial y sin fuentes de abastecimiento superficiales dependiendo para su desarrollo únicamente de las aguas provenientes del subsuelo para abastecer las actividades productivas y a una población en constante crecimiento demandante de servicios y alimentos.

De acuerdo con los objetivos acordados internacionalmente en el plan de las Naciones Unidas para el Desarrollo: Objetivos de desarrollo del Milenio. Hay un aumento en el abastecimiento de agua potable a un mayor número de personas. Así en 2010, el 89% de la población mundial estaba utilizando ya fuentes de agua potable mejoradas, cuando en 1990 era del 76%. La cantidad de personas que disponían de fuentes de agua potable mejoradas llegó a 6.100 millones en 2010, es decir, 2.000 millones más que en 1990. La población atendida en China y e India contribuyó a elevar la cantidad casi a la mitad, con 457 millones y 522 millones de personas, respectivamente. Se han logrado avances a nivel global, pero no son suficientes para lograr la cobertura universal de acceso a saneamiento y agua potable. (Organizacion de las Naciones Unidas, 2012)

Aun queda por resolver que un 11% de la población mundial (783 millones de personas) tenga acceso a una fuente de agua potable mejorada, y de seguir la tendencial actual, 605 millones de personas seguirán sin ese servicio en 2015. (Organizacion de las Naciones Unidas, 2012)

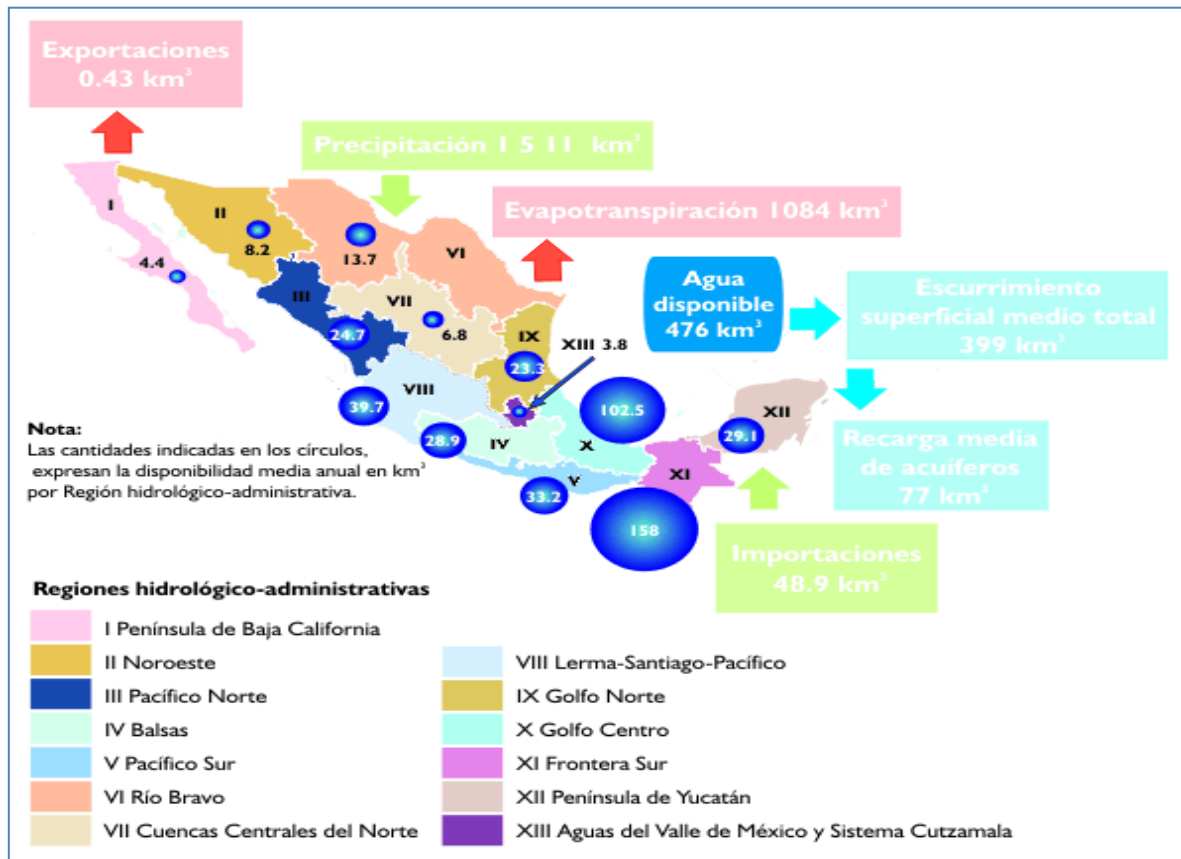
En México se han logrado avances significativos en la cobertura del vital líquido y saneamiento. De acuerdo a la información proporcionada por la CNA en la agenda del agua 2030. En 2010, se cuenta con una cobertura de agua potable de 91.3% y 89.9% de alcantarillado. Para lograr cobertura universal de agua potable es necesario asegurar el servicio a 36.8 millones de habitantes al 2030. Y más adelante menciona que las entidades federativas con mayores retos en el suministro de los servicios de agua potable y

alcantarillado son Baja California, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo y Veracruz. (CNA, Agenda del Agua 2030, 2011)

En contraste con la información señalada la Comisión Nacional del Agua estima que existe una sobreexplotación de 100 sus 653 acuíferos, correspondientes a más de la mitad de la extracción de agua subterránea en el país. La comisión nacional del agua estima que la sobre extracción del agua subterránea serán por lo menos el -40% del total del uso del agua subterránea. Únicamente la producción agrícola el Valor de esta sobre extracción se estima en más del 1.2000 millones de dólares o 0.2 del PIB. (CNA, Estadísticas del agua en Mexico, edicion 2011, 2011)

En los datos oficiales recabados se observa que existe una distorsión entre la disponibilidad del agua y las poblaciones con un crecimiento acelerado. Actualmente en México casi el 80% de la población se encuentra concentrada en las áreas del centro y norte de México. Esta concentración hace que se incrementen las actividades en múltiples sectores como el industrial, el sector agrícola, el sector de servicios turísticos y municipales, con el consecuente aumento en la presión sobre los recursos hídricos. Es aquí donde también se genera más del 80% del PIB nacional, pero sólo cuenta con una disponibilidad de agua equivalente al 30% de la totalidad aprovechable para el país ver figura 3.1

Figura 3.1



En la figura se observa la división por regiones hidrológico-administrativa y su disponibilidad media anual. Observándose la diferencia en la disponibilidad entre la zona norte, donde la disponibilidad es menor y la zona sur del país que cuenta con una mayor disponibilidad de recursos hídricos.

Fuente: SEMARNAT (2011).

Es importante señalar que las regiones hidrológicas-administrativas que se encuentran con menor disponibilidad de agua y una presión creciente sobre los recursos hídricos se encuentra en la frontera norte de México. El aumento en la población debido a una inmigración del sur de México hacia el norte ha tenido como efecto un aumento en la población de la actividad económica lo que ha provocado, el aumento en la presión sobre los recursos naturales existentes en la zona norte de México. (ver gráfica 3.2).

Figura 3.2



En la figura se observa entre paréntesis el grado de presión sobre los recursos hídricos en la región. Destacándose en la figura una presión fuerte en un 70% del país, y en el norte en las regiones I, II, III con un alto índice de escasez.

Fuente: SEMARNAT (2011).

Los logros en instituciones modernas, en autoridades competentes y legislaciones para uso y protección del recurso hídrico en el país no han sido menores pero presenta una distorsión con lo alcanzado en la realidad, hay un desfase entre las políticas ejercidas, la legislación y la dinámica real del uso del agua. Quedando aun pendientes de resolver los problemas de equidad, la viabilidad económica y la equidad en la distribución del recurso.

La sostenibilidad aun es un asunto que está pendiente en la agenda que queremos como país. Esto se refleja en la sobreexplotación continua de los recursos hídricos y en una contaminación que afecta a las diferentes fuentes de abastecimiento de agua y que un efecto de onda expansiva terminó impactando a otros elementos que integran los ecosistemas: el suelo, la flora y fauna, los ecosistemas es decir en conjunto a la biodiversidad que depende para su equilibrio de la disposición de agua.

La baja en la disponibilidad de agua ha tenido como consecuencia que se implementen, sobre todo en la zona norte del país racionamientos no regulados y discrecionales donde resultan afectadas las zonas marginales de las comunidades lo que provoca una mayor inequidad en la distribución del agua. Por otra parte debido al subsidio a los precios de la electricidad se provoca el espejismo de que el recurso es aún abundante, la consecuencia de estas medidas es que se produzca un sobre bombeo de las aguas subterráneas, disminuyendo los niveles de líquido y ocasionando con esta práctica la intrusión salina.

Para México, la disponibilidad per cápita en 2009 fue de 4 263 metros cúbicos, y se calcula podría reducirse en 2030 a tan sólo 3 800 metros cúbicos por habitante por año (Conagua, 2011). A nivel regional, en 2009 los habitantes de cinco regiones hidrológico-administrativas presentaron una disponibilidad per cápita clasificada como muy baja, y la región Aguas del Valle de México se encontraba en la categoría de extremadamente baja. Para el año 2030, considerando que la disponibilidad natural se mantendrá constante, los pronósticos señalan que dos regiones más, las de la Península de Baja California y Río Bravo se integrarán a la lista de las regiones con categoría de disponibilidad extremadamente baja (ver figura 3.3).

Figura 3.3

Proyección de la disponibilidad de agua per cápita nacional a 2030		Tabla a	
Región hidrológico-administrativa		Disponibilidad natural por habitante en 2030 (m <sup>3</sup> /hab/año) <sup>1</sup>	Categoría de disponibilidad en 2030
I	Península de Baja California	780	Extremadamente baja
II	Noroeste	2 819	Baja
III	Pacífico Norte	6 753	Media
IV	Balsas	1 946	Muy baja
V	Pacífico Sur	8 154	Media
VI	Río Bravo	907	Extremadamente baja
VII	Cuencas Centrales del Norte	1 703	Muy baja
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	1 448	Muy baja
IX	Golfo Norte	5 001	Media
X	Golfo Centro	9 618	Media
XI	Frontera Sur	21 039	Muy alta
XII	Península de Yucatán	5 105	Media
XIII	Aguas del Valle de México	127	Extremadamente baja
Nacional		3 783	Baja

**Nota:**  
<sup>1</sup>Cálculo basado en la proyección de la población a 2030 del Conapo.

**Fuentes:**  
 Elaboración propia con datos de:  
 Conagua, Semarnat. *Estadísticas del Agua en México*. Edición 2008. México. 2008.  
 Conapo. *Proyecciones de la Población de México 2005-2050*. México. 2006.

En la figura se observa las proyecciones por regiones y a futuro de la disponibilidad del agua en el país, donde se señala que la península de Baja California para el año de 2030 la disponibilidad del agua tendrá una categoría de extremadamente baja.

Fuente: SEMARNAT (2011).

## **IV.- OBJETIVOS**

El propósito de este trabajo es analizar la factibilidad para el reusó de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada en el Valle de Guadalupe. Y como estas aguas son un potencial recurso que puede constituirse como parte de la solución a la escasez y déficit de agua que se padece en la región, donde existe una sobreexplotación de los mantos acuíferos que abastecen del vital líquido a la zona y que como consecuencia de esta práctica en un futuro próximo resultaran insuficiente para abastecer en su totalidad a los requerimientos hídricos de la ciudad de Ensenada.

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un análisis de factibilidad del reuso de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada con fines de riego en el Valle de Guadalupe (Zona San Antonio de las Minas).

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Identificar las principales fuentes de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Ensenada.

Identificar los sistemas de tratamiento de aguas de la Ciudad de Ensenada y el destino de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada.

Identificar el marco jurídico aplicable.

Diagnóstico y potencial utilización de las aguas tratadas de la planta el Sauzal bajo los estándares permitidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 para ser utilizados en la zona vitivinícola del Valle de Guadalupe.

## V.- CONCEPTOS BASICOS

### CONCEPTOS BASICOS

Para una exposición comprensiva de los conceptos de factibilidad y manejo integral de los recursos hídricos se presentan algunos de los términos más relacionados con el manejo del agua y que se encuentran establecidos en la Ley de Aguas Nacionales. (CNA, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, 2011)

LNA ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Acuífero:

Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Aguas Residuales:

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Aprovechamiento:

Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma.

Cuenca Hidrológica:

Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien

el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por micro cuencas.

#### Gestión Integrada de los Recursos Hídricos:

Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque.

Reúso: La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento Previo.

#### Desarrollo sustentable

En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

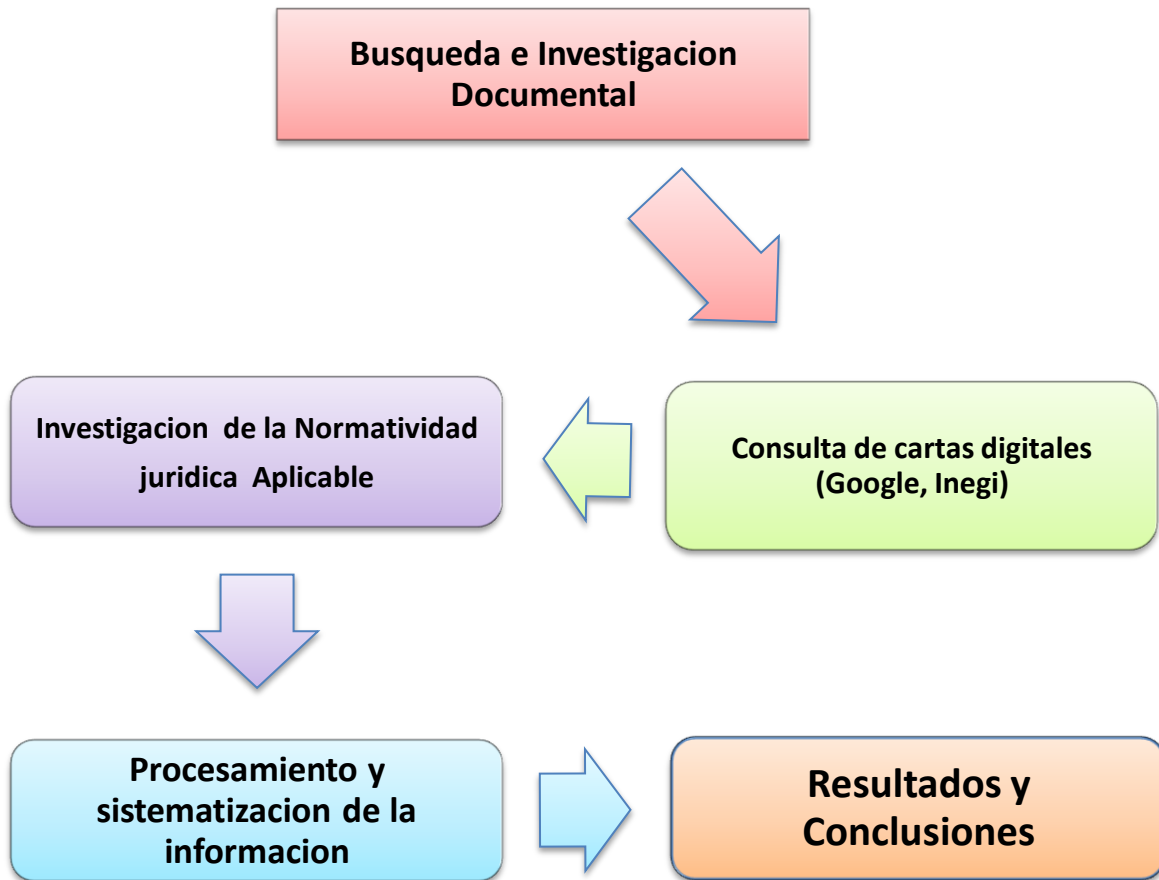
## **VI.- METODOLOGIA**

El procedimiento se realizó bajo esquemas de vinculación de información cualitativa y cuantitativa. Se efectuó una búsqueda y recopilación de información procedente del órgano operador del agua en Ensenada y de otras instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno.

A fin de complementar y obtener la información de manera directa, se efectuó el trabajo de campo, el cual consistió en la visita a las principales Planta de Tratamiento de la ciudad así como la obtención y recopilación de información sobre el tipo de tratamiento utilizado en cada una de ellas y la eficacia en los procesos de tratamiento. Se realizó el análisis del marco jurídico vigente aplicable al tema propuesto en el presente trabajo.

En la siguiente etapa de investigación se hizo un ordenamiento y procesamiento de los datos obtenidos, y su análisis e interpretación que fueron utilizados para la construcción de las propuestas y conclusiones presentadas en el presente trabajo.

## DIAGRAMA DE FLUJO METODOLOGIA



## VII.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE ENSENADA

La ciudad de Ensenada es uno de los cinco municipios en que se encuentra dividido el estado de Baja California. Ensenada está ubicada en una bahía natural de nombre "Bahía de Todos Los Santos" en el estado de Baja California México, a  $31^{\circ} 52'$  de latitud norte y a  $116^{\circ} 37'$  de longitud oeste. Por su extensión (51,952.3 km<sup>2</sup>) es el municipio más grande del estado y de la república mexicana. A una distancia de 110 kilómetros (75 millas) al sur de la frontera con Estados Unidos.

En el municipio de Ensenada se presentan dos tipos de climas: uno ubicado al noroeste, con un clima mediterráneo con temperaturas templadas la mayor parte del año y con presencia de lluvias en invierno y la otra con un clima semiárido y pocas precipitaciones durante la mayor parte del año.

De acuerdo a la información que registra el censo de Población y vivienda del año 2010. El centro de población de Ensenada tenía ese año 279,765 habitantes, lo cual representa el 70.3 de la población total del municipio, y en total el número de sus habitantes en el municipio es 466,814 habitantes (INEGI 2010). Debido a su cercanía con la frontera estadounidense no ha sido ajena a flujos migratorios del centro y sur de la república quienes han configurado el comportamiento de la dinámica demográfica de la entidad, siendo este componente un factor determinante en el volumen de habitantes en la región.

Este aumento en la población incide en la problemática que actualmente presenta la gestión del agua en la región debido de manera relevante a una concentración mayoritaria de personas en la ciudad de Ensenada (70.3 %). Otros factores que presionan el recurso del agua son la agricultura y la creciente industria, quienes demandan importantes volúmenes de agua para su sostenimiento y operación.

Debido a las pocas lluvias en la región con un promedio de 200 mm de precipitación total anual, a las condiciones climáticas y aunadas a esto la ausencia de ríos en la región; los centros de población y de manera relevante la ciudad de Ensenada debe satisfacer su

demanda de agua del subsuelo. Esto ha provocado una excesiva carga en los recursos hídricos disponibles, por un lado limitando la recarga natural de los acuíferos y por otro aumentando la intrusión salina en estas fuentes de abastecimiento. Bajo estas condiciones que causan un verdadero estrés hídrico se genera un potencial límite al desarrollo y al bienestar social.

La ciudad de Ensenada para proveerse del vital líquido recurre a las aguas subterráneas; las cuales son obtenidas en un mayor volumen de los mantos acuíferos ubicados en el Valle de Guadalupe, pozos de La Misión, seguidas en proporción de las aguas extraídas en Maneadero y en un volumen reducido de algunos pozos ubicados en la ciudad de Ensenada. Sin embargo estas fuentes de abastecimientos en la actualidad presentan un elevado rango de estrés hídrico debido a la al aumento del proceso de salinización y sobreexplotación de que son objeto, ya que no solamente la demanda de agua por parte de la ciudad hace que se extraiga cada vez mayores volúmenes para los servicios públicos. También otros sectores que desarrollan actividades del sector primario (agricultura principalmente) y la industria compiten y presionan por la obtención de las aguas escasas.

La ciudad de Ensenada, Baja California, se abastece de agua de cinco fuentes, dos locales y tres importadas.

#### Fuentes locales

1. Pozos en la ciudad.- Proporcionan aproximadamente el 15.5% del agua total que se surte a la ciudad, debido a la poca precipitación anual el acuífero se estima sobreexplotado y con bajas en su producción.
2. Agua Superficial. Proviene de la Presa Emilio López Zamora y depende también de los escurrimientos pluviales para mantener un buen nivel. Esta fuente, usualmente se utiliza en verano para alcanzar los picos de máxima demanda.

## Fuentes Externas o Importada

3. Acuífero de Guadalupe. Mediante 10 pozos se extrae y transporta el agua del acuífero de Guadalupe el cual esta siendo monitoreado por el CICESE y en diversos foros han expuesto las condiciones de sobre-explotación. De este acuífero se extraen 160 lts/seg aproximadamente el 22.5% del volumen necesario para la ciudad de Ensenada. El agua se transporta a Ensenada por el acueducto Morelos que tiene una capacidad de 1,000 litros/seg.

4. Acuífero La Misión. De este acuífero se extraen aproximadamente 220 lts/seg que representan un 31% del volumen requerido por la ciudad de Ensenada. La conducción se hace por un acueducto de 500 lts/seg de capacidad y conforme los datos de la C.N.A., se deben extraer solo 150 lts/seg. Por lo que el acuífero además de estar sobre explotado corre el riesgo de intrusión salina, que afectaría la calidad del agua.

5.- Acuífero Maneadero.- Se extraen aproximadamente 200 lts/seg y representan otro 31% del volumen total que se suministra a la ciudad. Este acuífero, además de estar sobre explotado presenta evidencia de intrusión salina de considerable magnitud el agua que se obtiene en las zonas que se surten de esta fuente presenta alta salinidad que se detecta en los hogares.

Tabla 7.1

<b>SITIO DE EXPLOTACIÓN ACUIFERA</b>	<b>VOLUMEN (M/m<sup>3</sup>) (Año 2001)</b>	<b>VOLUMEN POTENCIAL (M/m<sup>3</sup>) x Año</b>	<b>VOLUMEN POTENCIAL Lts/seg</b>
Acuífero de Valle de Guadalupe	9.431	9.460	160
Acuífero de Valle de la Misión	0.900	3.784	220
Presa Emilio López Zamora *	0.010		
Acuífero de Ensenada	3.347	3.469	110
Acuífero de Maneadero	6.812	6.938	220
Suma	20.500	23.651	710

Tabla de volúmenes de explotación de los principales acuíferos a la ciudad de Ensenada.  
Fuente: (CESPE 2007)

## VIII.-DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Debido al tipo de suelo, a las condiciones climáticas, a su ubicación con respecto al océano pacífico, el Valle de Guadalupe ha desarrollado unas condiciones ecológicas que le proporcionan unas características que lo hacen único en su tipo dentro de la república mexicana. Estas características han sido propicias para el desarrollo de una industria vitivinícola que han sido la base de la producción económica y social de la región.

Además de la relevancia económica que ha tenido en años recientes, producto principal del cultivo de la vid, el valle de Guadalupe también es considerado como un atractivo turístico por la historia y cultura desplegada en la zona, a partir de la fundación de misiones españolas y el arribo de migrantes provenientes de otros continentes así como la presencia de grupos nativos originarios de la región.

Esta actividad económica y social ha dado lugar a una problemática que se reciente principalmente en los ecosistemas que integran el valle. La Cuenca hidrológica que es considerada base y sustento de todas las actividades que se realizan ahí, ha sido llevada hasta límites que la ubican como una zona de estrés hídrico y escasez de agua poniendo en riesgo las actividades productivas y de bienestar básico que dependen del agua que abastecen los mantos acuíferos que cruzan por su territorio. (CNA, Estadísticas del agua en Mexico, edición 2011, 2011)

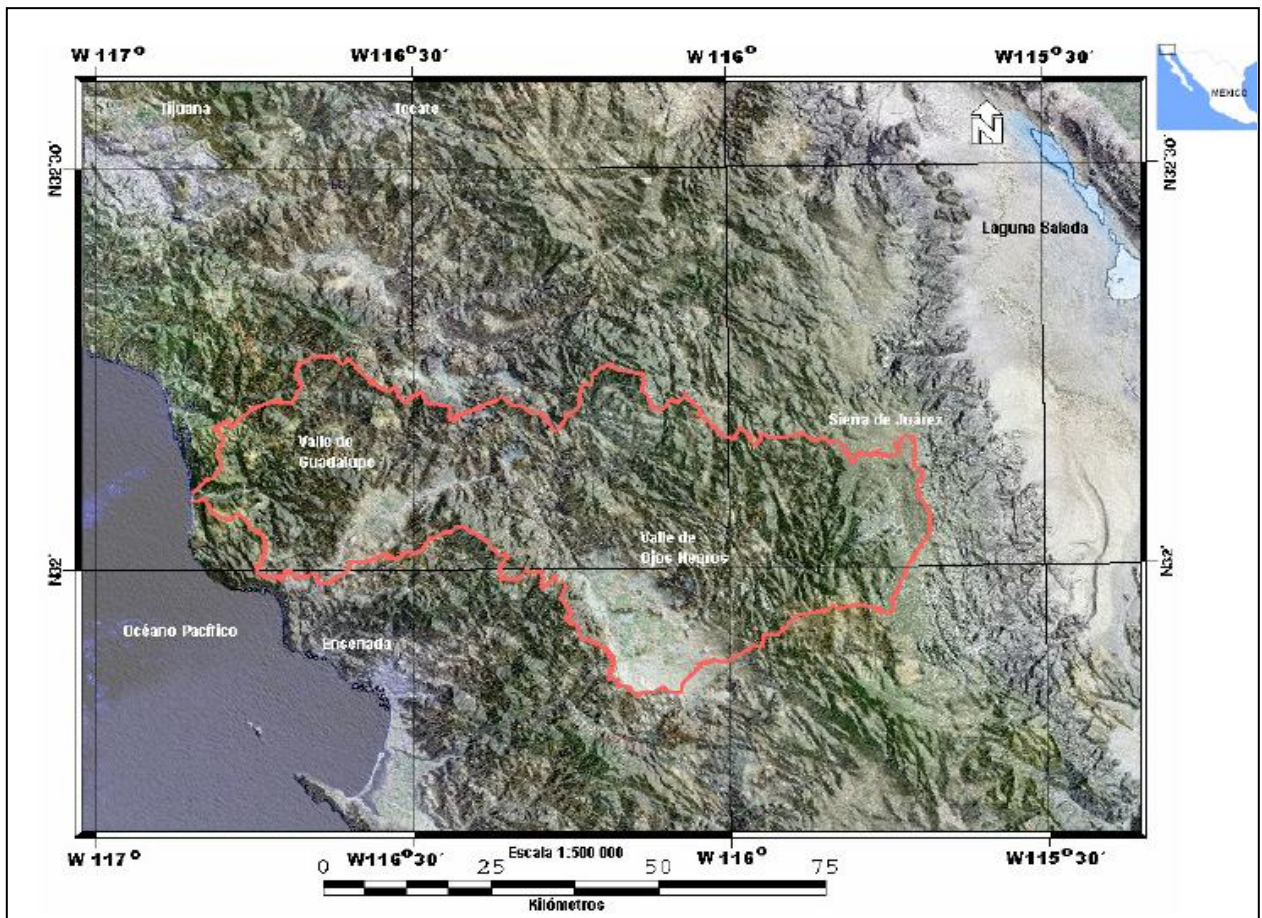
Esta sobreexplotación de los mantos acuíferos pone también en riesgo el equilibrio ecológico y la conservación de especies de flora y fauna que dependen para su sobrevivencia del agua que se encuentra en el subsuelo.

Uno de los problemas que incide de manera directa y que se suma a la explotación de los mantos acuíferos, es la extracción masiva de arena que se lleva a cabo dentro de los cauces del arroyo Guadalupe. Este tipo de prácticas ocasionó una modificación en los procesos de recarga natural del acuífero, viéndose disminuida la captación de agua debido a la falta de el material filtrante y de fijación que constituye la arena.

La cuenca del Valle de Guadalupe se ubica en la porción Noroccidental de Baja California, y corresponde a la Región Hidrológica No. 1 (RH 1) de la vertiente del Océano Pacífico, la cuenca cuenta con una superficie de 896 km<sup>2</sup>. Limita al Norte con la Cuenca BC-05 Las Pampas, al Sur con la Cuenca BC-11 Ensenada, al Este con la Cuenca BC-48 Real del Castillo y al Oeste con la Cuenca BC-06 La Misión. (CONAGUA, 2009)

El área de estudio se localiza a 37 km de la ciudad de Ensenada, la principal vía de acceso es la Carretera Federal No. 3 Ensenada - Tecate.

Figura 8.1



Cuenca del Valle de Guadalupe (Google,2012)

Del Valle de Guadalupe son extraídos 160 lts/seg para la ciudad de Ensenada, aproximadamente el 30% del volumen total del utilizado por la ciudad y adicionalmente se le extraen otros volúmenes de agua para el riego de la vid en la llamada ruta del vino.

#### CLIMA

El clima se clasifica como templado y semiárido, con régimen de lluvias invernales. El valor de precipitación media anual es de 738.9 mm correspondiendo la mínima al mes de junio y el valor máximo en el mes de febrero. La Temperatura promedio es de 13.6° C, presentándose el valor mínimo en los meses de diciembre a febrero con 7.8° C y el máximo en el período junio-agosto con 21° C.

#### HIDROGRAFÍA

Las entradas que recibe el acuífero del Valle de Guadalupe, proceden de las precipitaciones pluviales que ocurren en la cuenca del área de estudio, para que ocurra la recarga es necesario que se presenten condiciones especiales para que se propicie la infiltración de la lluvia presentada. Para que esto sea efectivo deben presentarse las siguientes condiciones: Que los ciclos de lluvia extraordinarios que se presenten en la superficie acuífera rebasen la capacidad de campo, propiciando la recarga vertical por infiltración al sistema acuífero. Por otro lado, dado que las formaciones geológicas que cubren la porción este de la cuenca y las sierras que rodean al valle son completamente impermeables, cuando ocurren las precipitaciones se forman arroyos, que al llegar a las partes bajas se unen para escurrir sobre los cauces y en los subálveos de los principales arroyos, al entrar al valle estos se integran al acuífero, considerándose que gran parte de estos son susceptibles de infiltrarse y los excedentes escurren hacia el acuífero inferior del Valle de La Misión, para descargarse finalmente al Océano Pacífico. (CONAGUA, 2009)

En los ciclos de lluvia normales, los escurrimientos transitan por los cauces de los arroyos, con volúmenes reducidos de agua que alimentan al acuífero a través de sus paleocauces, por los cuales fluyen en forma de entradas horizontales, principalmente en la zona del Arroyo Guadalupe, ingresando al sistema acuífero.

La última consideración es la recarga inducida, que ocurre cuando las demasías de agua aplicada en el riego, sobre la superficie agrícola llegan a infiltrarse al acuífero. Esta recarga está supeditada a la tecnificación de los sistemas de riego, a la textura del suelo y las características geológicas del subsuelo.

#### INFILTRACIÓN POR LLUVIA (IP).

La infiltración por lluvia participa en la recarga que alimenta al sistema acuífero, se presenta en una superficie de 47.3 km<sup>2</sup> correspondiente al área de análisis.

Para determinar el valor medio de lluvia, se analizaron los datos históricos de precipitación pluvial ocurrida en el área, correspondientes a dos estaciones climatológicas establecidas en el valle, identificadas con el nombre de Olivares Mexicanos No. 26 y la de Agua Caliente No. 64, se determinó un promedio de 234 mm.

El cálculo del valor de infiltración por lluvia, se define como:

$$I_p = (V_p) K$$

Donde:

V<sub>p</sub>.- Volumen precipitado por lluvia en m<sup>3</sup>

K.- Coeficiente de proporcionalidad

El volumen de lluvia se obtiene de multiplicar la superficie del área de análisis (47.3 km<sup>2</sup>), por la lámina precipitada, con lo que se obtiene un producto de 11'078,496 m<sup>3</sup>/año, obtenido el volumen de precipitación en el área de análisis, se multiplica por el coeficiente de proporcionalidad resultando el volumen de entrada al acuífero por (I<sub>p</sub>).

Infiltración por lluvia = 11'078,496 x 0.26 = 2' 880, 409 m<sup>3</sup>. (CONAGUA, 2009)

#### DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Recarga total media anual  
(menos) Descarga natural comprometida  
(menos) Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REDPA  
(igual) Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica

## RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Guadalupe es de 23.9 millones de metros cúbicos por año (Mm<sup>3</sup>/año).

## DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Guadalupe la descarga natural comprometida se considera prácticamente nula. (CONAGUA, 2009)

## Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

En el acuífero Guadalupe el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril del 2002 es de 43,367,726 m<sup>3</sup>/año.

## DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad de agua subterránea conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionadas e inscritas en el REPDA:

RMA : 23,900.000

DNC (menos) 0.000

VAC (menos) 43,367.726

RTMA: -19,467,726

La cifra -19,467,726 m<sup>3</sup>/año indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Guadalupe, en el Estado de Baja California. (CONAGUA, 2009)

## **IX.-PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE ENSENADA**

### Necesidad del tratamiento de las aguas

El recorrido del agua desde que es extraída de las diferentes fuentes de abastecimiento y conducida hacia las comunidades y usada para las múltiples actividades resulta ser largo y sinuoso. En un primer momento el agua es extraída de los acuíferos mediante pozos y bombeada para ser conducida a través de tuberías que las cuales generalmente recorren grandes distancias antes de llegar al punto donde iban a ser utilizadas. Al llegar el agua la ciudad es depositada en tanques de almacenamiento de aguas para posteriormente someterse a un tratamiento de potabilización con el objetivo de eliminar las sustancias que resulten nocivas para la salud de las personas. Una vez que el agua ha sido potabilizada para consumo humano es suministrada a la red de agua potable que la conducirá a los diferentes usuarios que estén conectados y que cuenten con el servicio de agua potable. (Deseny, 1976)

Una vez que el agua ha sido utilizada ya sea en actividades domésticas, comerciales o de tipo industrial es recolectada a través del sistema de drenaje sanitario. La red del drenaje sanitario tiene como principal función la recolección de las aguas de abastecimiento de la comunidad de conducción a las diferentes plantas de tratamiento de agua con que cuenta la ciudad. La composición de aguas residuales resulta de la combinación de desechos humanos y animales, desperdicios caseros, corrientes pluviales, infiltraciones de aguas subterráneas y desechos industriales. En este tipo de corriente denominada generalmente como aguas negras su composición estará integrada por sólidos orgánicos disueltos y suspendidos los cuales son flexibles putrescibles y por lo tanto sujetos a degradación. Las aguas negras contienen un número incalculable de organismos vivos, como bacterias y otros microorganismos, cuyas actividades vitales son las que causan el proceso de descomposición.

El tratamiento de aguas negras es un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente haciendo que el resto de los unidos orgánicos complejos muy

putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. (Deseny, 1976)

Los objetivos que se busca realizar con el tratamiento de aguas son:

La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico.

La prevención de enfermedades.

La prevención de contaminación en ríos y arroyos.

La conservación del medio ambiente.

La prevención y el cuidado de las otras especies.

Dentro del actual sistema de administración de los recursos hídricos que se ha venido utilizando un sistema de tipo un lineal. El cual consistía en básicamente en la extracción, conducción, abastecimiento, consumo y desechó de los recursos hídricos. Este sistema de gestión resulta insostenible, principalmente porque una vez que el agua ha sido utilizada y completado el proceso de tratamiento, el agua es conducida para ser descargada en el mar. Esto puede dar lugar a la contaminación del agua receptora. Dependiendo del volumen de aguas tratadas vertidas en el agua receptora. Este tipo de disposición se conoce como disposición por dilución y consiste simplemente en descargar las aguas tratadas, en ríos, arroyos, lagos o lagunas y en el océano.

Métodos de tratamiento de las aguas negras.

Aun cuando hay actualmente una gran cantidad de dispositivos y de tecnologías modernas para el tratamiento de las aguas negras, básicamente todos comprenden cinco procesos básicos:

Tratamiento preliminar.

Tratamiento primario.

Tratamiento secundario.

Cloración.

Tratamiento de lodos.

El tratamiento preliminar tiene como objetivo proteger el equipamiento y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinadas a eliminar o separar mayores ofertantes, inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Los dispositivos que se emplean comúnmente en un tratamiento preliminar son:

Rejas de barras o rejillas.

Desmenuzadoras.

Desarenadores.

Tanques de preaereación.

El tratamiento primario tiene como objetivo la separación o eliminación de la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras, o sea aproximadamente de 60 por ciento, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación. El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos.

El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la auto-purificación de una corriente. Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

Filtros goteadores.

Tanques de aereación.

Filtros de arena intermitentes.

Estanques de estabilización.

Cloración. El propósito de aplicación de cloro a las aguas negras tienen los siguientes propósitos:

Desinfección o destrucción de organismos patógenos.

Prevención de la descomposición de la descomposición de las aguas negras.

Como auxiliar en la operación de las plantas.

Tratamiento de lodos. Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos, este tratamiento tiene como objetivo la eliminación parcial o totalmente del agua que contienen uno dos, para disminuir su volumen y para descomponer todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables (Deseny, 1976)

## SISTEMAS DE TRATAMIENTO

### PTAR “El Gallo”

Figura 9.1



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Gallo”

La planta “El Gallo” es la más antigua de Ensenada es un sistema de *Lodos Activados Convencional* con aire por difusión y sopladores. Cuenta con pretratamiento a base de rejillas y desarenador que es usado para todas las aguas residuales y de donde se distribuye una parte del gasto hacia la planta de tratamiento El Naranja y otra parte es ingresada para su tratamiento en la planta de tratamiento El Gallo.

El sistema de aereación es un tanque rectangular y el sedimentador secundario es circular. El tratamiento se complementa con desinfección por cloro. Su gasto promedio es de 90 lts/seg. El volumen total tratado es en la actualidad descargado a la costa.

PTAR “El Naranjo”

Figura 9.2



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Naranjo”

Esta planta se ubica al Sureste de la población en el Ex–ejido Chapultepec en la zona conocida como El Naranjo. La cota del terreno es la 100 m.s.n.m. y la salida se ubica en la cota 60 m.s.n.m. La capacidad instalada es de 500 lts/seg.

El sistema es secundario con “*Lodos Activados de Aereación Extendida*” en su modalidad de *Zanja de Oxidación*. Actualmente el agua tratada se vierte al mar por medio de un emisor a gravedad que descarga en la tubería de la planta El Gallo y juntos los dos efluentes son enviados al mar.

PTAR “El Sauzal”

Figura 9.3



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Sauzal”

La Planta El Sauzal es un tratamiento secundario por medio de una Zanja de Oxidación de barrera total con clarificador integrado sin bombeo para regresar el lodo.

Esta planta consiste en dos módulos de “Zanja de Oxidación de Barrera Total” y una capacidad instalada total de 120 lts/seg.

Esta planta se complementa con desinfección mediante cloro y un tratamiento para lodos con un espesador y estabilización con cal para el tratamiento de lodos. Actualmente, el agua tratada se vierte al mar por El Cañón Cuatro Milpas

PTAR “Zona Noroeste”

Figura 9.4



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Zona Noroeste”

La Planta Zona Noroeste (Los Encinos) es un tratamiento de “*Lodos Activados Convencional*” y clarificador secundario sin bombeo para regresar el lodo.

Esta planta se complementa con desinfección mediante cloro. Actualmente, el agua tratada se vierte a El Cañón de Doña Petra con fines de riego de áreas verdes. Su gasto promedio es de 56 lts/seg.

PTAR “Maneadero”

Figura 9.5



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Maneadero”

La Planta de Maneadero Es un proceso seleccionado de lodos activados modalidad “*MBR (Membrana Bio Reactor) con desnitrificación*”. El sistema se ha integrado con un sistema de aireación / mezcla mediante difusión de aire suministrado por un sistema de sopladores de desplazamiento positivo y difusores de burbuja fina, el sistema contempla reactores separados para la nitrificación y desnitrificación con recirculación interna mediante agitadores de bajas revoluciones, que mantendrán una velocidad suficiente para no permitir la sedimentación de los sólidos, este sistema ofrece la mayor flexibilidad para condiciones y requerimientos de aireación así como facilidades de operación y mantenimiento.

El diseño de esta planta es para 30 lts/seg.

Potencial de reuso de las aguas tratadas en Ensenada .

El potencial para el reuso con fines de abastecimiento en Ensenada es alto, al disponer de 6 fuentes de agua residual tratada.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales operando en la ciudad.

Tabla 9.1

PLANTA DE TRATAMIENTO	CAPACIDAD INSTALADA (LTS/SEG)	VOLUMEN DE OPERACIÓN ACTUAL (LTS/SEG)
El Naranja	500	350
El Gallo	100	100
El Sauzal	120	60
Zona Noreste (Los Encinos)	56	25
Manadero	30	10
Sumas:	856	545

Volumenes potenciales con fines de abastecimiento de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de La ciudad de Ensenada.

Conforme su ubicación el potencial de reuso con fines de aprovechamiento puede ser:

El Naranja \_\_\_\_\_ Recarga del acuífero de Manadero por: riego de cultivos o inyección al acuífero directa contra la intrusión salina.

El Gallo \_\_\_\_\_ Reuso indirecto por vertido a la Presa Emilio López Zamora

El Sauzal \_\_\_\_\_ Reuso al Valle de Guadalupe para: riego de cultivo de la vid o inyección directa al acuífero contra la intrusión salina.

Zona Noreste \_\_\_\_\_ Reuso indirecto descargando en la Presa Emilio López Zamora.

Manadero \_\_\_\_\_ Recarga de acuíferos por inyección directa o -percolación en riego de cultivos.

## **X.- MARCO JURIDICO**

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

TITULO PRIMERO CAPITULO I DE LOS DERECHOS HUMANOS Y SUS GARANTÍAS (Reformada la denominación por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de Junio de 2011)

*Fracciones IV, V y VI.*

Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. la ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción xvi del artículo 73 de esta constitución.

(adicionado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 03 de febrero de 1983)

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. el estado garantizara el respeto a este derecho. el daño y deterioro ambiental generara responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

(Reformado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 8 de febrero de 2012)

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y domestico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. el estado garantizara este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

(adicionado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 8 de febrero de 2012.)

## El derecho humano al agua

De acuerdo con la última reforma a la constitución se otorga una importancia al agua como un bien elemental y como factor de desarrollo en los ámbitos social, ambiental, comercial, industrial etc. Este derecho tiene una doble vertiente como derecho de acceso al agua potable y a su saneamiento.

En su vertiente primera se busca satisfacer las necesidades básicas de vida, salud e higiene de las personas. En la segunda de las vertientes se trata de garantizar el saneamiento y protección en general del agua como fuente de un medio ambiente sano para el desarrollo de las personas y demás especies, la conservación de sus servicios ambientales y los ecosistemas que se sustentan en los recursos hídricos.

Con estas reformas se busca traer hacia el centro de la gestión de los recursos hídricos a las personas priorizando la accesibilidad al recurso en cantidades y calidad para el uso personal y doméstico sobre otro tipo de aprovechamientos. El pleno ejercicio del derecho al agua conlleva la realización del acceso a otros derechos humanos reconocidos constitucionalmente como el de acceso a la salud y a un medio ambiente sano, para su realización no será suficiente su simple reconocimiento sino un cambio en los paradigmas de la gestión ambiental sustentada en políticas públicas que hagan efectiva su realización.

Las leyes necesarias para su cumplimiento deberán contener una regulación armónica con la normativa internacional en la materia; estableciendo las distintas responsabilidades en los diferentes niveles de gobierno y expresando los recursos administrativos disponibles que protejan su ejercicio.

La acción que implica el ejercicio del derecho humano al agua se puede traducir en un mayor nivel de desarrollo social y de vida de las personas, que si se garantiza y aplica de manera correcta, se fomentara la equidad de oportunidades para un mayor número de mexicanos que verán un mejoramiento en su calidad de vida.

Otras normas Constitucionales, técnicas y de procedimientos.

## CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares constituyendo la propiedad privada.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

LEEGEPA. La Secretaria de medio ambiente y recursos naturales es la encargada de formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales.

Reglamento Interior de la Secretaria de Medio Ambiente. Para el estudio, Planeación y despacho contara con el órgano desconcentrado CNA.

## LEY DE AGUAS NACIONALES. REGLAMENTARIA DEL ART 27 CPEUM EN MATERIA DE AGUA NACIONALES.

Tiene como finalidad regular el uso, aprovechamiento o explotación de dichas aguas así como su distribución, uso y la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Establece a la Comisión Nacional del Agua (CNA) como la autoridad administrativa en materia de aguas nacionales (LAN, Artículo 9).

Entre sus principales atribuciones está la formulación de la política hídrica nacional y su seguimiento. También está encargada de vigilar el cumplimiento y aplicación de la Ley en la materia, de expedir títulos de concesión, asignación o permiso de descarga y llevar el Registro Público de Derechos de Agua. También tiene como mandato el apoyar y acreditar la participación y organización de los usuarios para mejorar la gestión del agua.

Reglamento de LAN

Ley General del Equilibrio Ecológico. Reglamentaria de las Disposiciones de la CPEUM Que se refieren a la preservación y restauración del Equilibrio Ecológico.

Prevención y control de contaminación del agua

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

NOM-001-SEMARNAT-1996

## XI.- RESULTADOS

La planta de tratamiento de aguas residuales “El Sauzal” está localizada en la zona norte de Ensenada y se encuentra actualmente en operación, tiene una capacidad total instalada de 120 litros por segundo. Que se encuentran distribuidos en dos módulos de 60 litros por segundo cada uno.

Debido a su ubicación estratégica al norte de la ciudad de Ensenada y a la calidad en el tratamiento que se genera en sus instalaciones, la Planta de tratamiento de “El Sauzal” se considero como la opción más viable para la conducción y reutilización de las aguas tratadas a la zona del Valle de Guadalupe con fines de riego en los viñedos o para su inyección en el acuífero.

La planta de tratamiento de El Sauzal es un tratamiento secundario por medio de una zanja de oxidación de barrera total con clarificador integrado sin bombeo para regresar el lodo. Esta planta consta de dos módulos de *Zanja de Oxidación de Barrera Total* y una capacidad instalada total de 120 lts/seg.

Esta planta se complementa con desinfección mediante cloro y un tratamiento para lodos con un espesador y estabilización con cal para el tratamiento de lodos. Actualmente, el agua tratada se vierte al mar por El Cañón Cuatro Milpas

Las aguas residuales procedentes de la planta de tratamiento “El Sauzal” pueden ser enviadas a través de una tubería de 16” y utilizadas para uso agrícola, específicamente para riego de cultivos en San Antonio de las Minas (viñedos).

Tipo de Planta: Zanja de Oxidación de barrera total con clarificador integrado.

Capacidad: 120 Lts/seg. = 10,368 m<sup>3</sup>/d sauzal

Calidad del Efluente: Nivel secundario (DBO = 7.6 ml/lit; SST= 4.5 ml/lit)

Tabla 11.1

**CALIDAD DEL EFLUENTE DE LAS AGUAS TRATADAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EL SAUZAL**

La calidad del agua residual de la PTAR “El Sauzal” cumple con los parámetros establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996, referentes a riego agrícola restringido como no restringido. De acuerdo con los estudios de CESPE, el agua residual tratada que entregará la planta de tratamiento “El Sauzal”, cumple con la Norma Oficial Mexicana de Calidad del Agua para riego.

Fuente: CESPE.

PARÁMETRO	EL SAUZAL	NOM-001-SEMARNAT-1996	
		Riego restringido	Riego no restringido
PH	<b>7.28</b>	N.A.	N.A.
DBO mg/l	<b>7.63</b>	N.A.	N.A.
SST mg/l	<b>4.51</b>	N.A.	N.A.
Grasa y Aceites mg/l	<b>7.13</b>	15	15
Materia Flotante	<b>Ausente</b>	Ausente	Ausente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	<b>7.33</b>	1000/100 ml	1000/100 ml
Coliformes totales (NMP/100 ml)	<b>69.85</b>	N.A.	N.A.
Huevos de helminto huevo/l	<b>0</b>	1	5
Arsénico mg/l	<b>&lt; 0.1</b>	0.2	0.2
Cadmio mg/l	<b>&lt; 0.02</b>	0.05	0.05
Cianuro mg/l	<b>0.005</b>	2	2
Cobre mg/l	<b>0.2</b>	4	4
Cromo mg/l	<b>0.2</b>	0.5	0.5
Mercurio mg/l	<b>&lt; 0.005</b>	0.005	0.005
Níquel mg/l	<b>0.2</b>	2	2
Plomo mg/l	<b>0.04</b>	5	5
Zinc mg/l	<b>0.15</b>	10	10
Fosfatos mg/l	<b>7.03</b>	N.A.	N.A.
Nitrógeno Total mg/l	<b>3.7</b>	N.A.	N.A.

PH = Potencial de Hidrógeno  
 DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno  
 SST = Sólidos Suspendidos Totales

NMP = Numero más probable de coliformes

## RIEGO DE VIÑEDOS EN EL VALLE DE GUADALUPE.

Para calcular la superficie total de riego se utilizo la siguiente formula.

Formula:

$$\frac{100 \frac{lbs}{seg}}{0.7 \frac{lbs}{seg \times ha}}$$

$$\frac{Q}{D.B.} = \frac{100}{0.7} = 142.85 \approx 143 Ha$$

Donde:

Q = Gasto disponible

D.B. = Datos Base

Si el riego de cultivo se estima durante 6 meses, con un almacenamiento de agua tratada se pueden cubrir el doble del área:  $143 \times 2 = 286 Ha$ .

100 lps+almacenamiento= 286 Ha.

También se considera que utilizando la técnica de riego por goteo se pueden obtener mayor rendimiento del gasto utilizado en el riego por hectárea.

Así:

Riego por goteo:

$$\frac{Q}{D.B.} = \frac{100}{0.33} = 303.03 \approx 300 Ha$$

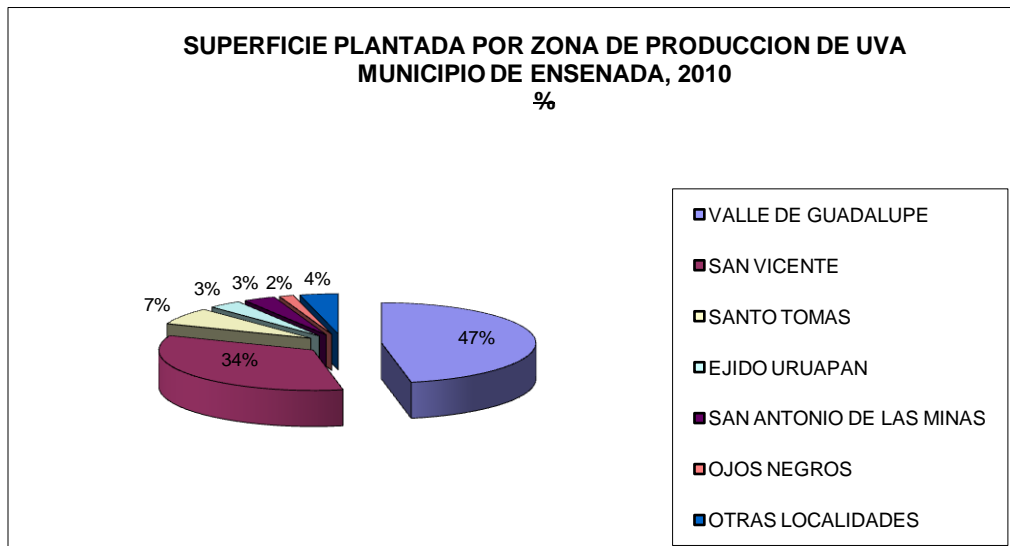
100 lps-riego por+almacenamiento= 600 Ha.

Tabla 11.2

**RESUMEN DE SUPERFICIE PLANTADA POR ZONA DE PRODUCCION DE UVA  
MUNICIPIO DE ENSENADA, 2010**  
(Hectáreas)

ZONA	SUPERFICIE PLANTADA	%
VALLE DE GUADALUPE	1585.82	47%
SAN VICENTE	1148.78	34%
SANTO TOMAS	231.99	7%
EJIDO URUAPAN	115.6	3%
SAN ANTONIO DE LAS MINAS	112.13	3%
OJOS NEGROS	50.97	2%
OTRAS LOCALIDADES	134.46	4%
TOTAL ESTATAL:	3379.75	100%

FUENTE OEIDRUS, ENTREVISTA DIRECTA A PRODUCTORES DE UVA DEL ESTADO



Fuente: Estudio estadístico de la producción de Uva en Baja California.  
Gobierno del Estado de Baja California y SAGARPA.

El total de hectáreas de producción de vid en el Valle de Guadalupe es de 1585. 82.

Superficie que se considera susceptible de ser regada con agua tratada proveniente de la planta de tratamiento El Sauzal.

## RESUMEN DEL PROYECTO DE LINEA DE CONDUCCION

**CAPACIDAD DE LA PLANTA:** Tiene un gasto de 100 lts/seg.

**OBJETIVO:** Riego de viñedos y otro tipo de cultivos en el área de San Antonio de las Minas a la altura del kilometro 12 y 13 en la carretera Federal Tecate – Ensenada.

**DESCRIPCION DEL PROYECTO:** Enviar por bombeo un gasto de 100 lts/seg, desde el punto inicial ubicado en el sitio de la planta de tratamiento El Sauzal a través de una línea de conducción de PVC C-905 de 16” diámetro durante los 16,000 m que cubren hasta el Km 13-14 de la carretera Ensenada-Tecate en donde se encuentra el sitio de descarga, y de ese punto distribuir a los distintos sitios de riego que incluyen las más de 1,500 ha de viñedos donde es posible utilizar el agua tratada proveniente de la planta el Sauzal.

**DESNIVEL TOPOGRÁFICO:** 210 metros.

**TIPO DE RÉGIMEN:** Bombeo

### **BENEFICIOS ESPERADOS:**

- Aumentar la capacidad de recuperación natural del acuífero.
- Preservar los ecosistemas que forman parte del acuífero (flora y fauna).
- Ordenar la competencia de usos.
- Reducir el costo de producción.
- Recuperar los costos en tratamiento.
- Sensibilizar en el uso adecuado del agua.

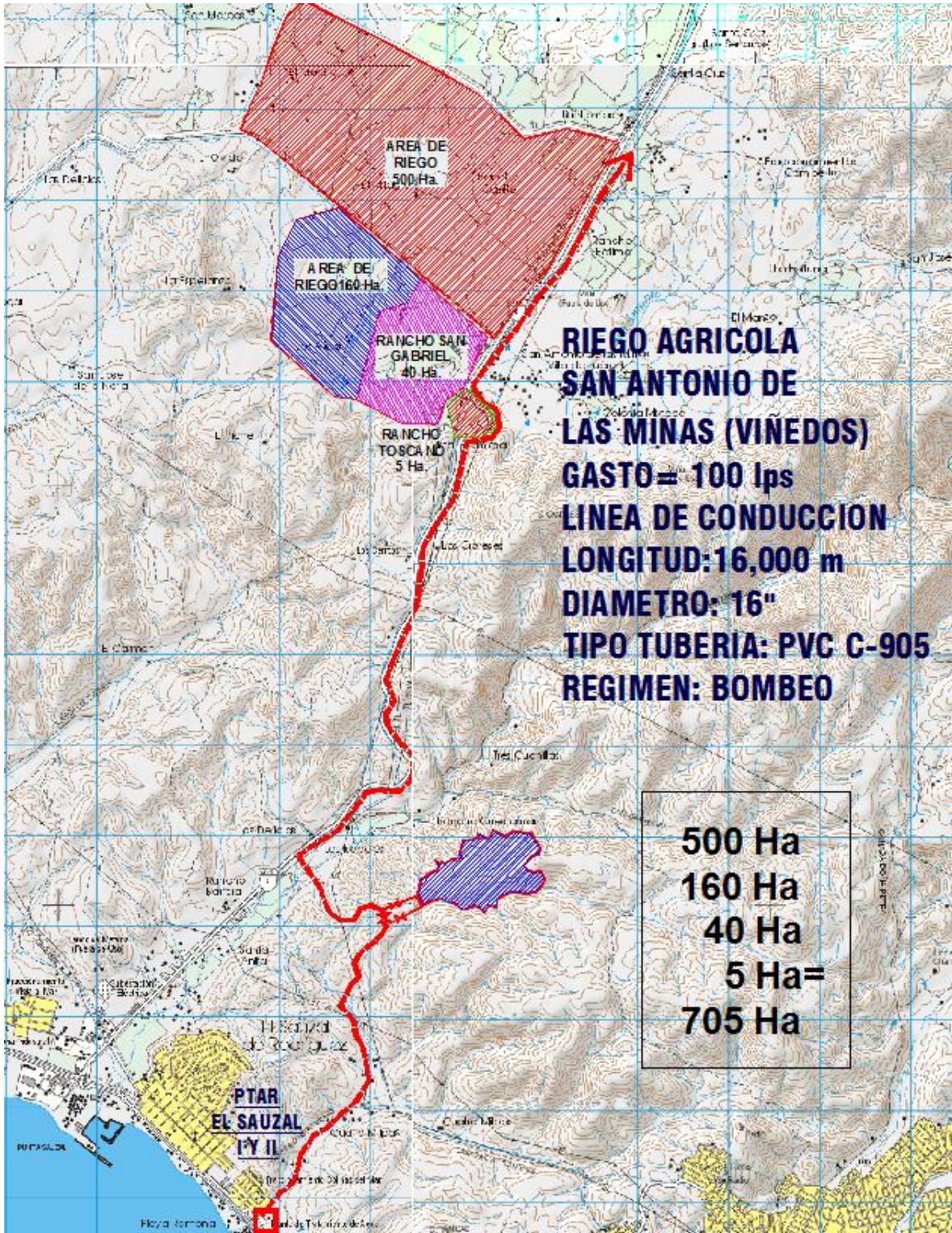
### **ACTIVIDADES A REALIZAR:**

Realizar estudios geológicos y de suelo.

Realizar el trazo definitivo de la Línea de Conducción.

Ubicar las principales Obra de toma en la zona de descarga.

Figura 11.1



En la grafica se muestra el recorrido de la línea de conducción propuesta así como las áreas susceptibles para riego con las aguas tratadas de la PTAR El Sauzal.

Fuente: carta digital del INEGI.

## **XII.- CONCLUSIONES Y DISCUSION**

De la investigación derivada del presente trabajo se concluye que es factible la reutilización de las aguas de la planta de tratamiento El Sauzal con fines de riego al Valle de Guadalupe toda vez que:

Considerando que su ubicación al norte de la ciudad y por estar en el punto más cercano con la zona de estudio la convierten en la opción más viable.

Que la calidad del efluente tratado cumple con los requerimientos establecidos en la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Que la disponibilidad del agua en la cuenca del Valle de Guadalupe se encuentra en valores negativos operativos y de sustentabilidad que ponen en riesgo los recursos hídricos de la zona pudiendo agudizarse aun más las condiciones de escasez que se tiene en estos momentos en la cuenca.

Que la utilización de las aguas tratadas con fines de riego en el valle de Guadalupe contribuye a la recarga natural del acuífero al dejar de disponer de los volúmenes de agua utilizados de manera directa del acuífero a las áreas de riego.

Que un eventual aumento en los niveles del acuífero contribuiría al mejoramiento general de los ecosistemas presentes en el acuífero.

Por lo cual se propone como medio para la realización de la factibilidad en la reutilización de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada el proyecto denominado: “Línea de Conducción de Aguas Tratadas para uso en riego en el Valle de Guadalupe” (ver anexo 1).

## DISCUSION

Debido a las condiciones físicas y climáticas de la región y a los escenarios de urgencia provocadas por una extensa sequia y a un abatimiento gradual y constante de los acuíferos, se buscan nuevas formas de abastecimiento de agua para satisfacer las distintas necesidades que requieren las ciudades ubicadas en regiones áridas y semiáridas de la Republica Mexicana. Bajo estas condiciones la reutilización del agua se está convirtiendo en una opción de gran relevancia en los nuevos esquemas de gestión integral del agua, donde se contempla la utilización de los recursos hídricos en una forma cíclica a diferencia de la práctica lineal que fue muy utilizada en el pasado y que en parte es la causa del estado actual en que se encuentran los recursos hídricos de la región.

El reusó de las aguas tratadas de la ciudad de Ensenada en la agricultura representa una alternativa con un alto grado de viabilidad, sobre todo si se estima la cantidad -545 lts- de aguas tratadas que potencialmente pueden ser utilizados para las diferentes actividades diferentes al consumo humano en que pueden ser empleadas. De igual forma es necesario empezar a implementar planes a corto, mediano y largo plazo que busquen evaluar de manera permanente el cumplimiento de las diferentes metas establecidas en un plan de gestión Integral del agua donde el reusó es solo una parte de esta gestión Integral, pero es el cierre optimo y sustentable de un ciclo que busca dar sustentabilidad al uso de los recursos hídricos.

Es necesario que los nuevos enfoques de la gestión integral del agua estén orientados bajo las directrices de la sustentabilidad de los recursos hidráulicos y la conservación del medio ambiente además de que establezca como prioritario la participación de los diferentes sectores de la sociedad. Que se establezcan nuevas formas de difusión y sensibilización de la sociedad para hacer un buen uso del agua, mediante campañas de concientización y se tenga como una práctica informada, consiente y favorable para el ambiente y la sociedad misma el reusó del agua.

### XIII.- REFERENCIAS

- Alejandro Bautista, J. A. (2000). Desarrollo Economico de la Frontera Norte. *Observatorio de la economia latinoamericana* , 17.
- CNA. (2011). *Agenda del Agua 2030*. Mexico, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CNA. (2011). *Estadisticas del agua en Mexico, edicion 2011*. Mexico, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CNA. (2011). *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*. México, D.F.: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2009). <http://www.conagua.gob.mx/>. Retrieved 2011, from Comision nacional del Agua: <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=94>
- Cotler, H. (2004). *El Manejo Integral de Cuenca en Mexico*. Mexico, D.F.: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecologia.
- Deseny, C. (1976). *Manual De tratamiento de Aguas Negras*. Mexico D.F.: Limusa.
- Guerrero, M. (2001). *El Agua*. Mexico, D.F.: Fondo de Cultura Economica.
- Julia Carabias, R. L. (2005). *Agua, Medio Ambiente y Sociedad*. Mexico, D.F.: UNAM, El Colegio de Mexico, A.C., Fundacion Gonzalo Rio Arronte, I.A.P.
- Nuñez, M. Q. (2006). *Contaminacion y medio ambiente en Baja California*. Ciudad de Mexico: Miguel Angel Porrua.
- Organizacion de las Naciones Unidas. (2012). <http://www.undp.org/>. Retrieved Septiembre 12, 2012, from Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: [http://www.undp.org/content/undp/es/home/mdgoverview/mdg\\_goals/mdg7/](http://www.undp.org/content/undp/es/home/mdgoverview/mdg_goals/mdg7/)
- Rabiela, T. R. (2009). Las obras Hidraulicas en las epocas preshispanica y colonial. In C. N. Agua, *Semblanza Historica del agua en Mexico* (p. 82). Mexico, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ramon de Jesus Ramirez Acosta, L. G. (2005). *Economia del Agua en Baja California*. Mexicali, Baja California: Universidad Autonoma de Baja California.
- Rodriguez, A. C. (2004). *Hacia Una gestion Integral del Agua*. Mexico, D.F.: Miguel Angel Porrua.
- Tortajada Cecilia, G. V. (2004). *Hacia una gestion Integral del agua en Mexico retos y alternativas*. Mexico, D.F.: Miguel Angel Porrua.
- Union, C. d. (2013). *Constitucion Politica de los Estados Mexicanos*. Mexico, D.F.: Camara de Diputados.

# **ANEXO I**

**LÍNEA DE CONDUCCION LONGITUD 16,000 MTS, TUBERIA DE PVC C-905, DE: 400 MM (16") DE DIÁMETRO  
VALLE DE GUADALUPE**

**P R E S U P U E S T O**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.	CANT.	P.U.	TOTAL
<b>PARTIDA *** TERRACERIAS***</b>					
<b>SUBPARTIDA *** EXCAVACIÓN Y CORTES***</b>					
1	TRAZO Y NIVELACIÓN DE LÍNEAS DE AGUA POTABLE.	M.L.	16,000.00	10.60	169,600.00
2	SONDEO DE LÍNEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE PARA LA UBICACIÓN Y REFERENCIA. INCLUYE: EXCAVACIÓN A MAQUINA HASTA 4 MTS DE PROFUNDIDAD Y RELLENOS COMPACTADOS AL 95% PROCTOR	PZA	4.00	2,800.00	11,200.00
3	DESMONTE PARA DENSIDAD DE 100% DE VEGETACIÓN TIPO MONTE DE REGIONES DESÉRTICAS CULTIVADAS O DE PASTIZALES.	M2	100.00	22.50	2,250.00
4	RUPTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO CON MAQUINA DEL 0+520.00 AL 0+620.00, INCLUYE: CARGA Y ACARREO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 3 KMS.	M3	30.00	745.81	22,374.30
5	REPOSICIÓN DE CARPETA DE 20 CMS DE ESPESOR DE CONCRETO HIDRÁULICO PREMEZCLADO F'C=300 KG/CM2. INCLUYE: FIBRA SINTÉTICA (FIBER MESH) EN PROPORCIÓN DE 0.90 KG/M3. EXTENDIDO CON REGLA VIBRATORIA, JUNTAS LONGITUDINALES MACHIHEMBRADAS DE 2 CMS DE ESPESOR Y JUNTAS TRANSVERSALES A BASE DE ELEMENTOS PLÁSTICOS DE 1/16" DE ESPESOR (SPEED JOIN O SIMILAR) COLOCADAS A CADA 2 MTS DURANTE EL ESTADO PLÁSTICO DEL CONCRETO. INCLUYE: TODOS LOS SUMINISTROS, CIMBRADO, COLOCADO, VIBRADO, CURADO, DESCIMBRADO Y EQUIPO NECESARIO.	M2	30.00	664.57	19,937.19
6	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" EN SECO: INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TASLAPEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA PARA PROFUNDIDAD, DE 0.00 A 2.00				
	DE 00 A 2.00 MTS DE PROFUNDIDAD	M3	4,053.75	119.60	484,828.98
7	EXCAVACION CON MAQUINA PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" EN SECO: INCLUYE: AFLOJE CON EQUIPO ESPECIAL, EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, CARGA DIRECTA A CAMION O A UN LADO DE LA ZANJA, INCLUYENDO ACARREO A 10M DEL EJE DE LA MISMA Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LA TUBERIA, PARA PROFUNDIDAD EN ZONA DESPOBLADA O POBLADA SIN INSTALACIONES DE 0.00 A 4.00 MTS				
		M3	40,537.54	75.00	3,040,315.50
<b>SUBPARTIDAS ***PLANTILLAS Y RELLENOS Y TERRAPLENES***</b>					
8	PLANTILLA APISONADA CON PISON MECANICO EN ZANJAS, ESPESOR DE 10 CM INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES Y/O SELECCION DEL MISMO. COLOCACION DE LA PLANTILLA Y CONSTRUCCION DEL CANAL SEMICIRCULAR PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA				
	CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	1,600.00	111.85	178,963.20
9	RELLENO DE ZANJAS PARA ACOSTILLADO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION: INCLUYE: SELECCION DEL MATERIAL AGUA PARA COMPACTACIONES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA, ACOSTILLADO APISONADO Y COMPACTADO CON EQUIPO HASTA 30 CMS SOBRE EL LOMO DEL TUBO: COMPACTACION AL 90% PRUEBA PROCTOR				
		M3	9,778.23	107.29	1,049,096.52
10	RELLENO DE ZANJAS PARA COMPACTACION CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION: INCLUYE: SELECCION DEL MATERIAL, AGUA PARA COMPACTACIONES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA, APISONADO Y COMPACTADO CON EQUIPO EN CAPAS DE 20 CMS DE ESPESOR, COMPACTACION AL 95% PRUEBA PROCTOR				
		M3	26,704.74	90.70	2,422,146.62
			<b>TOTAL POR PARTIDA</b>		<b>7,400,712.31</b>
<b>PARTIDA *** LINEA CONDUCCION ***</b>					
<b>SUBPARTIDA *** INSTALACIONES***</b>					
11	INSTALACIÓN JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERÍA DE PVC, NORMA AWWA C-905, CLASE 165 DR-25, CON JUNTA RING-TITE. INCLUYE: LUBRICANTE NFS, ASÍ COMO BAJADA DEL MATERIAL, EQUIPO PARA PRUEBA, FLETE A 1 KM Y MANIOBRAS LOCALES DE:				
	400 MM (16") DE DIÁMETRO	M.L.	16,000.00	358.86	5,741,760.00

**LÍNEA DE CONDUCCION LONGITUD 16,000 MTS, TUBERIA DE PVC C-905, DE: 400 MM (16") DE DIÁMETRO  
VALLE DE GUADALUPE**

**P R E S U P U E S T O**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.	CANT.	P.U.	TOTAL
12	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC C-905 CON JUNTA RING-TITE DE HASTA 16" DE DIAMETRO. INCLUYE: LIMPIEZA, LUBRICANTE NFS, PRUEBA HIDROSTATICA, ACARREO Y MANIOBRAS LOCALES.	LOTE	1.00	45,600.00	45,600.00
<b>SUBPARTIDA ***SUMINISTROS***</b>					
13	CAJA PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS CON LOSA DE CIMENTACIÓN DE CONCRETO F'C=200 KG/CM2 DE 0.15 M DE ESPESOR CON VARS. No. 4@ 20 CMS EN AMBOS SENTIDOS Y VARS. No. 4 @ 10 CM, EN FRANJA CENTRAL, DESPLANTADA SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'C=100 KM/CM2, MUROS DE BLOCK DE 15 X 20 X 40 CM CON TODAS LAS CELDAS AHOGADAS CON VARS No. 3 Y REFUERZO HORIZONTAL DE VARS. No. 3 CADA 2 HILADAS, DALA DE CONCRETO, LOSA SUPERIOR DE CONCRETO F'C=200 KG/CM2 DE 0.18 M DE ESPESOR, APLANADA INTERIORMENTE CON MORTERO CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:2 DE UN CENTÍMETRO DE ESPESOR, TAPA DE F <sub>o</sub> F <sub>o</sub> DE 50 X 50 CM CON MARCO Y CONTRAMARCO, INCLUYE: SOBRE-EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y MATERIALES; LOSA DE PROTECCIÓN PERIMETRAL CONFORME NORMA.				
	TIPO 2 (1.30 x 1.20)	PZA	4.00	21,905.00	87,620.00
	TIPO 3 (1.70 x 1.50)	PZA	1.00	31,496.40	31,496.40
	TIPO 7 (2.20 x 1.90)	PZA	12.00	36,205.00	434,460.00
14	SUMINISTRO DE TUBERÍA DE PVC. NORMA AWWA C-905, CLASE - 165 DR-25, RING-TITE CON LIGA. INCLUYE: LUBRICANTE NFS, ASÍ COMO BAJADO DEL MATERIAL Y MANIOBRAS LOCALES				
	400 MM (16") DE DIÁMETRO	M.L.	16,000.00	1,196.20	19,139,200.00
15	SUMINISTRO DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC C-905 CON JUNTA RING-TITE DE HASTA 16" DE DIAMETRO. INCLUYE: LIMPIEZA, LUBRICANTE NFS, PRUEBA HIDROSTATICA, ACARREO Y MANIOBRAS LOCALES.	LOTE	1.00	152,000.00	152,000.00
16	CONSTRUCCIÓN DE ATRAQUES F'C=200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA DE:				
	TIPO I, DE: 160 X 60 X 70 CMS	PZA	165.00	1,460.00	240,900.00
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA DE F <sub>o</sub> F <sub>o</sub> . CON UNIONES TIPO UNIFALANGE DE HIERRO DUCTIL NORMA AWWA C-509, DE 14.07 KG/CM2 (200 PSI) DE PRESION DE TRABAJO DE:				
	100 MM (4 ") DE DIAMETRO	PZA	4.00	12,585.20	50,340.80
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>25,923,377.20</b>
<b>PARTIDA ***ACARREOS***</b>					
<b>SUBPARTIDA ***ACARREOS***</b>					
18	ACARREO PRIMER KILÓMETRO DE MATERIALES PÉTREOS: ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, PRODUCTO DE RUPTURA Y EXCAVACIÓN EN CAMIÓN DE VOLTEO: INCLUYENDO CARGA MECÁNICA Y DESCARGA A VOLTEO, MEDIDO SUELTO ACARREO 1ER. KM. EN CAMINO LOMERÍO SUAVE BRECHA, LOMERÍO PRONUNCIADO, TERRACERIA Y MONTAÑOSO REVESTIDO.	M3	3,068.22	38.50	118,126.47
19	ACARREOS KMS SUBSECUENTES AL PRIMERO DE MATERIALES PÉTREOS: ARENA GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, PRODUCTO DE RUPTURA EXCAVACIÓN, EN CAMIÓN DE VOLTEO ACARREO KM SUBSECUENTE EN CAMINO PLANO TERRACERIA, LOMERÍO SUAVE REVESTIDO Y LOMERÍO PRONUNCIADO PAVIMENTADO.	M3/KM	3,068.22	10.12	31,050.39
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>149,176.86</b>
<b>PARTIDA ***SEÑALAMIENTOS***</b>					
<b>SUBPARTIDA ***SEÑALAMIENTOS***</b>					
20	SEÑALAMIENTOS DE TRANSITO EN ZONA DE TRABAJO; INCLUYE: RENTA, ACARREO, COLOCACIÓN, MANTENIMIENTO Y VIGILANCIA BARRERA PORTÁTIL PLEGADIZA DE 1.20 MTS DE LONGITUD	PZA	20.00	100.00	2,000.00
21	SEÑALAMIENTOS DE TRANSITO EN ZONA DE TRABAJO; INCLUYE: RENTA, ACARREO, COLOCACIÓN, MANTENIMIENTO Y VIGILANCIA LETRERO CON LEYENDA PRECAUCIÓN (TRIPLE)	PZA	20.00	250.00	5,000.00
22	SEÑALAMIENTOS DE TRANSITO EN ZONA DE TRABAJO; INCLUYE: RENTA, ACARREO, COLOCACIÓN, MANTENIMIENTO Y VIGILANCIA CONOS DE HULE	PZA	20.00	115.20	2,304.00

**LÍNEA DE CONDUCCION LONGITUD 16,000 MTS, TUBERIA DE PVC C-905, DE: 400 MM (16") DE DIÁMETRO  
VALLE DE GUADALUPE**

**P R E S U P U E S T O**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.	CANT.	P.U.	TOTAL
23	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LETRERO ALUSIVO A LA OBRA CON DIMENSIONES DE 3.50x2.80 m. COLOCADO EN MARCOS DE BARROTE DE 4"x4" AHOGADOS EN BASES DE CONCRETO Y REFORZADO CON CLAVOS No.15 DE 15cm. DE LARGO COLOCADOS A CADA 10cm EN LAS 4 CARAS DEL BARROTE. INCLUYE: EXCAVACIÓN Y FABRICACIÓN DE BASES DE CONCRETO F'c=180 Kg/cm2 (2 DE 40x40x60CM Y 2 DE 50x50x60CM). CONFORME A PROYECTO.	PZA	1.00	1,415.50	1,415.50
24	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BANDA DE PLÁSTICO PREVENTIVA DE 3" DE ANCHO CON LEYENDA "PRECAUCIÓN LÍNEA DE AGUA POTABLE CESPE", COLOCADAS A 50 CMS, SOBRE EL LOMO DEL TUBO EN REDES Y SERVICIOS; INCLUYE: CARGA Y ACARREOS DEL ALMACÉN AL SITIO DE SU COLOCACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA REDES Y SERVICIOS DE ALCANTARILLADO, COLOR ^7" "	ML	16,000.00	6.00	96,000.00
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>106,719.50</b>
<b>PARTIDA ***AGUA POTABLE (E)***</b>					
<b>SUBPARTIDA ***SUMINISTROS (E)***</b>					
25	PLANO DE OBRA TERMINADA DE PROYECTO EN PAPEL PLÁSTICO REPRODUCIBLE, CON LA INFORMACIÓN CAPTURADA EN AUTO CAD VER-2004 Y ENTREGA EN DISCO COMPACTO (CD) EL CUAL DEBERÁ ESTAR PLENAMENTE IDENTIFICADO, Y LA INFORMACIÓN DEBE CUMPLIR CON LOS LINEAMIENTOS QUE MARCAN LAS NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE EMITIDAS POR SIDUE INCLUYE: REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS, LOCALIZACIÓN DE LÍNEAS; ASI COMO TODA LA INFORMACIÓN TÉCNICA NECESARIA PARA SU CORRECTA INTERPRETACIÓN	PNO	6.00	10,300.00	61,800.00
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>61,800.00</b>
<b>PARTIDA ***ACARREOS (E)***</b>					
<b>SUBPARTIDA ***ACARREOS (E)***</b>					
26	ACARREOS DEL ALMACÉN DEL PROVEEDOR AL ALMACÉN DE LA OBRA; INCLUYE: CARGA, ACARREO, DESCARGA, MANIOBRAS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA INTERPRETACIÓN TUBERÍA DE PVC DE 16" PIEZAS ESPECIALES DE PVC DE 16"	M.L.	16,000.00	85.00	1,360,000.00
		VJE	6.00	2,300.00	13,800.00
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>1,373,800.00</b>
<b>SUBPARTIDA ***DESFOGUE***</b>					
<b>***INSTALACIONES***</b>					
27	INSTALACIÓN DE ABRAZADERA TIPO TAPPING SLEEVE, MODELO JCM-418 CON SALIDA ROSCADA PARA TUBERÍA DE 16", NUM CATALOGO 418-1530X8, SE ANEXA INFORMACIÓN TÉCNICA, DE: 400 X 100 MM (16" X 4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	4,414.40	4,414.40
28	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE, CED 40, PARA LA FABRICACIÓN DE NIPLES EN CAMPO. INCLUYE: TUBERIA PARA DESCARGA AL ARROYO, DE : 100 MM (4") DE DIÁMETRO	M.L.	7.50	106.34	797.55
29	INSTALACIÓN DE CODO DE ACERO SOLDABLE DE: 90° X 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	124.67	124.67
30	INSTALACIÓN DE TEE DE ACERO SOLDABLE DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	549.90	549.90
31	INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA EN AMBOS EXTREMOS, NORMA ANSI/AWWA C500, DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	1,151.80	1,151.80
32	INSTALACIÓN DE TAPÓN DE ACERO SOLDABLE DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	145.08	145.08
33	INSTALACIÓN DE BRIDA SOLDABLE TIPO SLIP-ON, DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	189.80	569.40

**LÍNEA DE CONDUCCION LONGITUD 16,000 MTS, TUBERIA DE PVC C-905, DE: 400 MM (16") DE DIÁMETRO  
VALLE DE GUADALUPE**

<b>P R E S U P U E S T O</b>					
<b>CLAVE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>U.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>***SUMINISTROS***</b>					
34	SUMINISTRO DE ABRAZADERA TIPO TAPPING SLEEVE, MODELO JCM-418 CON SALIDA ROSCADA PARA TUBERÍA DE 16", NUM CATALOGO 418-1530X8, SE ANEXA INFORMACIÓN TÉCNICA, DE: 400 X 100 MM (16" X 4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	11,036.00	11,036.00
35	SUMINISTRO DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE, CED 40, PARA LA FABRICACIÓN DE NIPLES ROSCADOS EN CAMPO. INCLUYE: TUBERIA PARA DESCARGA AL ARROYO, DE : 100 MM (4") DE DIÁMETRO	M.L.	7.50	447.85	3,358.88
36	SUMINISTRO DE CODO DE ACERO SOLDABLE DE: 90° X 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	549.25	549.25
37	SUMINISTRO DE TEE DE ACERO SOLDABLE DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	1,620.37	1,620.37
38	SUMINISTRO DE VÁLVULA DE COMPUERTA ROSCADA EN AMBOS SENTIDOS, NORMA ANSI/AWWA C500, DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	4,197.96	4,197.96
39	SUMINISTRO DE TAPÓN DE ACERO SOLDABLE DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	1.00	445.90	445.90
40	SUMINISTRO DE BRIDA SOLDABLE TIPO SLIP-ON, DE: 100 MM (4") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	474.50	1,423.50
<b>SUBPARTIDA ***VÁLVULAS DE AIRE DE 2"***</b>					
<b>***INSTALACIONES***</b>					
41	INSTALACIÓN DE ABRAZADERA DE INSERCIÓN CON SALIDA ROSCADA DE 2" IGUAL O SIMILAR A LA JCM 402, PARA TUBERÍA DE PVC, DE 16" DE DIAM, MODELO 402-1530 X 16 DE: 400 X 50 MM (16" X 2") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	3,015.20	9,045.60
42	INSTALACIÓN DE TEE DE FIERRO GALVANIZADO CON ROSCA DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	455.00	1,365.00
43	INSTALACIÓN DE CODO ROSCADO DE FIERRO GALVANIZADO DE: 90° x 50 MM (2") DE DIAMETRO	PZA	6.00	97.24	583.44
44	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO PARA LA FABRICACIÓN DE NIPLES ROSCADOS EN CAMPO DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	M.L.	4.00	48.62	194.48
45	INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE CIERRE RÁPIDO ROSCADA DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	877.24	5,263.44
46	INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE PLÁSTICA MARCA A.R.I. MODELO D-040 ROSCADA Y UN RANGO DE PRESIÓN DE 3-230 PSI IGUAL O SIMILAR DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	17,640.48	105,842.88
<b>***SUMINISTROS***</b>					
47	SUMINISTRO DE ABRAZADERA DE INSERCIÓN CON SALIDA ROSCADA DE 2" IGUAL O SIMILAR A LA JCM 402, PARA TUBERÍA DE PVC, DE 16" DE DIAM, MODELO 402-1530 X 16 DE: 400 X 50 MM (16" X 2") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	7,538.00	22,614.00
48	SUMINISTRO DE TEE DE FIERRO GALVANIZADO CON ROSCA DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	1,137.50	3,412.50
49	SUMINISTRO DE CODO ROSCADO DE FIERRO GALVANIZADO DE: 90° x 50 MM (2") DE DIAMETRO	PZA	6.00	243.10	1,458.60
50	SUMINISTRO DE TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	M.L.	4.00	121.55	486.20
51	SUMINISTRO DE VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE CIERRE RÁPIDO ROSCADA DE: 50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	2,193.10	13,158.60

**LÍNEA DE CONDUCCION LONGITUD 16,000 MTS, TUBERIA DE PVC C-905, DE: 400 MM (16") DE DIÁMETRO  
VALLE DE GUADALUPE**

**P R E S U P U E S T O**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.	CANT.	P.U.	TOTAL
52	SUMINISTRO DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE PLÁSTICA MARCA A.R.I. MODELO D-040 ROSCADA Y UN RANGO DE PRESIÓN DE 3-230 PSI IGUAL O SIMILAR DE:  50 MM (2") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	44,101.20	264,607.20
<b>SUBPARTIDA ***VÁLVULAS DE AIRE DE 3"***</b>					
<b>***INSTALACIONES***</b>					
53	INSTALACIÓN DE ABRAZADERA DE INSERCIÓN CON SALIDA ROSCADA DE 3" IGUAL O SIMILAR A LA JCM 418, PARA TUBERÍA DE PVC, DE 16" DE DIAM, MODELO 418-1530 X 17IP DE:  400 X 75 MM (16" X 3") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	3,442.80	10,328.40
54	INSTALACIÓN DE TEE DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	473.20	1,419.60
55	INSTALACIÓN DE CODO DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 DE: 90º x 75 MM (3") DE DIAMETRO	PZA	6.00	102.96	617.76
56	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 PARA LA FABRICACIÓN DE NIPLES ROSCADOS EN CAMPO DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	M.L.	4.00	55.38	221.52
57	INSTALACIÓN DE BRIDA DE ACERO SOLDABLE TIPO SLIP-ON DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	190.84	1,145.04
58	INSTALACIÓN DE VÁLVULA TIPO COMPUERTA BRIDADA DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	1,400.88	8,405.28
59	INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE MARCA A.R.I. MODELO D-050 BRIDADA PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 3-230 PSI DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	23,504.00	141,024.00
<b>***SUMINISTROS***</b>					
60	SUMINISTRO DE ABRAZADERA DE INSERCIÓN CON SALIDA ROSCADA DE 3" IGUAL O SIMILAR A LA JCM 418, PARA TUBERÍA DE PVC, DE 16" DE DIAM, MODELO 418-1530 X 17IP DE: 400 X 75 MM (16" X 3") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	8,607.00	25,821.00
61	SUMINISTRO DE TEE DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	3.00	1,183.00	3,549.00
62	SUMINISTRO DE CODO DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 DE: 90º x 75 MM (3") DE DIAMETRO	PZA	6.00	257.40	1,544.40
63	SUMINISTRO DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE, CED. 40 PARA LA FABRICACIÓN DE NIPLES ROSCADOS EN CAMPO DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	M.L.	4.00	138.45	553.80
64	SUMINISTRO DE BRIDA DE ACERO SOLDABLE TIPO SLIP-ON DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	477.10	2,862.60
65	SUMINISTRO DE VÁLVULA TIPO COMPUERTA BRIDADA DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	3,502.20	21,013.20
66	SUMINISTRO DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE MARCA A.R.I. MODELO D-050 BRIDADA PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 3-230 PSI DE: 75 MM (3") DE DIÁMETRO	PZA	6.00	58,760.00	352,560.00
<b>TOTAL POR PARTIDA</b>					<b>1,029,482.20</b>
<b>TOTAL DEL CAPITULO</b>					<b>36,045,068.06</b>