



UNIVERSIDAD
MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“CONSTRUCCIÓN DE BIODIGESTOR EN LA LOCALIDAD
DE SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE TARÍMBARO MICHOCÁN,
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

P.I.C. JUAN ALFREDO GARCÍA TORAL

ASESOR:

DR. HUGO ALEJANDRO TZINTZUN FLORES

MORELIA, MICHOCÁN AGOSTO DEL 2017

DEDICATORIA

A mi Padre Pablo García, por ser mi apoyo,
mi orgullo, y mi motor en la vida.
“gracias por todo”.

A mi Madre Carmen Toral, por su apoyo, bendiciones y
lucha para impulsar mis sueños.
“gracias mamá”

A mis hermanos, por su apoyo,
Compresión, confianza y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

- A la universidad michoacana de san Nicolás de hidalgo (UMSNH) y a la facultad de ingeniería civil por el apoyo brindado para alcanzar esta meta.
- A dios, por darme la oportunidad de estar aquí, de poder terminar mi carrera por medio de esta tesis y darme toda la salud y la fortaleza para llevarlo a cabo.
- Con mucha admiración y respeto, quiero agradecer a mi asesor DR. Hugo Alejandro Tzintzun Flores, por haberme aceptado y guiado en este importante logro en mi vida, a los maestros de la facultad de Ingeniería Civil, por haberme apoyado con su sabiduría a alcanzar este logro quienes fueron mi guía y ejemplo, estos 5 años de mi vida, Muchas gracias.

Contenido

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO I.- EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MÉXICO.....	12
Los recursos hídricos en México.....	13
Marco Normativo y avances hasta el 2006	13
Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007 - 2012	15
Situación de la cobertura y su evolución.....	18
Situación a nivel de los estados.....	20
Inversiones y financiamiento	25
Tratamiento de aguas residuales en México.....	27
CAPITULO II.- DISEÑO DE UN BIODIGESTOR	34
Digestión aeróbica	36
Descripción del proceso.....	36
Digestión anaeróbica	37
Digestión Convencional.....	37
Digestión de Alta Taza	38
Memoria de cálculo estructural	39
Descripción arquitectónica	40
Interacción suelo estructura	47
Resultados del análisis.....	50
CAPITULO III.- PROCESO CONSTRUCTIVO DEL BIODIGESTOR	57
CAPITULO IV.- PRECIOS UNITARIOS DEL BIODIGESTOR.....	79

Catálogo de Conceptos.....	79
Análisis de precios unitarios.....	79
Análisis de Básicos.	80
Costos Horarios.	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS.....	101

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda lo relativo a la construcción de un digestor biológico, para el rastro tipo TIF de la localidad de Tarímbaro. Se analiza desde diferentes perspectivas, primero desde el punto de vista del tratamiento de aguas residuales en México, su evolución y la situación actual, considerando los volúmenes de agua para uso y consumo humano, el retorno a los sistemas de alcantarillado y el tratamiento de esas aguas; luego se analiza cómo se realiza el diseño, desde una manera descriptiva, iniciando por el diseño dimensional del sistema, para continuar con el cálculo estructural, determinando las características del armado y el tipo de concreto a utilizar.

Ya con el diseño del elemento, se procede a su construcción, para lo cual, se hace una descripción gráfica de los trabajos realizados, para finalmente analizar desde la perspectiva de la Ingeniería de Costos, realizando el análisis de precios de cada uno de los conceptos de trabajo del catálogo de conceptos entregado por la contratante, revisando no solo los precios unitarios, sino además los costos horarios y los costos básicos.

Con lo anterior solo se quiere enfatizar que, para el desarrollo de este trabajo, se requirió utilizar conocimientos de diversas ramas de la ingeniería civil, que, en su conjunto, nos permiten obtener este documento como fruto de ese esfuerzo.

Palabras clave: biogás, residuos orgánicos, losas, construcción, calculo estructural.

ABSTRACT

The present work deals with the construction of a biological digester, for the TIF type trace of the locality of Tarímbaro. It is analyzed from different perspectives, first from the point of view of wastewater treatment in Mexico, its evolution and the current situation, considering the volumes of water for human use and consumption, the return to the sewage systems and the treatment of those Water; Then it is analyzed how the design is done, in a descriptive way, starting with the dimensional design of the system, to continue with the structural calculation, determining the characteristics of the assembly and the type of concrete to be used.

Already with the design of the element, it is proceeded to its construction, for which, a graphic description of the works is made, to finally analyze from the perspective of the Cost Engineering, realizing the analysis of prices of each one of the concepts Of the catalog of concepts delivered by the contractor, reviewing not only the unit prices but also the hourly costs and the basic costs.

With the above, it is only necessary to emphasize that, for the development of this work, it was necessary to use knowledge from various branches of civil engineering, which together allow us to obtain this document as a result of this effort.

INTRODUCCIÓN

La carencia de servicios de agua potable y saneamiento es factor de pobreza y también de riesgo para la salud de la población. Cuando se cuenta con buenos servicios, es significativo que la población servida goza de mejor salud y bienestar; se reduce la morbilidad y mortalidad, sobre todo en la población infantil, y hay menos ausentismo en las escuelas y en los trabajos. Por ello, los avances nacionales en materia de potabilización de agua y de tratamiento de aguas residuales son importantes, por lo que significan en el objetivo de incrementar y mejorar los servicios, pero también porque se constituyen hoy día, en factor de cumplimiento del derecho humano al agua, que nuestro país ha de haber adoptado como mandato constitucional, el cual a su vez deriva de la declaración de la ONU que establece: “El derecho al agua potable y el saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos”.

Por lo anterior, la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, a través de la Gerencia de Potabilización y Tratamiento, y en coordinación con los organismos de cuenca y direcciones locales, redobla interés y esfuerzo para continuar, de manera sistemática, el registro, la revisión y la actualización del Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales del país.

El presente documento corresponde a la infraestructura de tratamiento de agua en operación en el ejercicio 2014, y constituye una valiosa herramienta de consulta y de planeación para los usuarios públicos y privados interesados en la materia. La actualización del inventario es el resultado de un trabajo en equipo, parte básica del cual lo constituye el personal de los organismos de cuenca y direcciones locales de la Comisión Nacional del Agua, responsable de solicitar, ordenar y verificar la información proporcionada por los municipios y organismos operadores.

Este es un trabajo dinámico que requiere de revisión y actualización continua, para estar en condiciones de responder a las necesidades de información y planeación

relacionadas con la potabilización del agua, para uso y consumo de la población, así como de la disposición de las aguas residuales municipales en México. Por ello, es fundamental seguir contando con la colaboración decidida de los organismos de cuenca y direcciones locales, en la actualización cuantitativa y cualitativa de la información, a través del Sistema de Información de Servicios Básicos de Agua (SISBA), para conocer de manera ordenada y en el menor tiempo los cambios relevantes que tienen lugar en la construcción, rehabilitación, reconversión, ampliación y operación de los sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de las aguas residuales.

Por todo lo anterior, se agradece la valiosa colaboración del personal técnico, subdirectores y directores de organismos de cuenca y direcciones locales, así como la de todos aquellos que con su trabajo e información han hecho posible la elaboración de este documento.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.

La tesis fundamental para el control de la polución por aguas residuales, ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse.¹ Por lo tanto el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías –y eventualmente bombas– a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente. A continuación, sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

CAPITULO I.- EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MÉXICO

CAPITULO I.- EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MÉXICO

En México, el agua ha sido reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional, y se ha convertido en elemento central de las actuales políticas ambientales y económicas, así como un factor clave del desarrollo social. Lograr que todos los cuerpos de agua superficiales y subterráneos del país recuperen su salud, aporten caudales para satisfacer las necesidades de la población y contribuyan al crecimiento económico y calidad de vida de la población; requiere que se mantengan limpios, sin descargas de aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas que los contaminen y afecten más allá de su capacidad natural de asimilación y dilución. En este documento, se presenta una visión global de la situación actual en materia de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional. Se presentan las líneas de acción que el Gobierno de México se planteó en la materia, así como el marco normativo y jurídico vigente a fin de contribuir al logro de las metas planteadas. Además, se muestran las coberturas de tratamiento que se presentan a finales de 2012, su evolución histórica, las proyecciones para los próximos años y las acciones e incentivos que el Gobierno ha implementado para mantener en operación la infraestructura de tratamiento e incrementar el reúso e intercambio de las aguas de primer uso por agua residual tratada. Como situación particular, se presenta el caso del Valle de México, en donde grandes obras de infraestructura se desarrollan para tratar de disminuir la contaminación de los cuerpos de agua y la presión hídrica actual. Adicional a lo anterior, se exponen las diversas fuentes de financiamiento disponibles para el desarrollo técnico del subsector, haciendo énfasis en lo invertido directamente en saneamiento. Finalmente se presenta la perspectiva hacia el año 2030, planteando diversas acciones que resultan necesarias a fin de elegir una situación deseable en el tratamiento de aguas residuales y los retos que enfrenta la administración para el sexenio 2013- 2018.

Los recursos hídricos en México.

Los recursos hídricos en México, al igual que en el resto del mundo, se encuentran bajo una creciente presión. El crecimiento demográfico, la urbanización y el incremento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado significativamente el uso global del agua. Este desarrollo conduce a la escasez y perjudica gravemente el avance hacia el logro de los Objetivos del Milenio. A pesar de esta condición, los usuarios del agua y demás actores involucrados en el sector, siguen satisfaciendo sus necesidades sin tomar en cuenta el impacto sobre los demás. Las diferentes actividades productivas al generar desechos diversos, son las fuentes principales de contaminación de los diferentes cuerpos de agua; lo que se traduce en la desaparición de la vegetación natural, así como en la muerte de peces y demás animales acuáticos. Por otra parte, la descarga directa a cuerpos de agua de las aguas residuales generadas en estas actividades, limita el uso del recurso para los diferentes usos productivos como el riego o la pesca y la agricultura; el consumo (agua potable) y recreación de contacto. En resumen, la falta de coordinación entre usuarios y autoridades, aunado a la falta de un adecuado tratamiento y reúso de las aguas residuales generadas; conducen a la sobre explotación del recurso, la contaminación de ecosistemas, la degradación de los suelos y a un impacto negativo sobre la seguridad alimentaria. Ante esta problemática, el saneamiento de las aguas residuales adquiere más importancia para asegurar su recolección, conducción, tratamiento y adecuada disposición en los cuerpos receptores, en condiciones que no perjudiquen al medio ambiente y la salud de la población.

Marco Normativo y avances hasta el 2006

Los beneficios de contar con agua de calidad son innumerables, por esta razón, en México se ha creado un marco normativo que se encarga de regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a través de las siguientes normas: Norma Oficial Mexicana NOM-001-Semarnat-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas o bienes nacionales. Publicada el 6 de enero de 1997. Norma Oficial

Mexicana NOM-002-Semarnat-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998. Norma Oficial Mexicana NOM-003-Semarnat-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos. Publicada el 21 de septiembre de 1998. Norma Oficial Mexicana NOM-004-Semarnat-2001, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final. Publicada el 15 de agosto de 2003.

La preocupación por las descargas de las aguas residuales y sus efectos al medio ambiente ha dado lugar a la promulgación de leyes como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente publicada el 28 de enero de 1988 y la Ley de Aguas Nacionales publicada el 1 de diciembre de 1992, que establecen la necesidad de prevenir y controlar la contaminación del agua y proteger los recursos hídricos.

En este mismo sentido, al inicio de cada nueva administración del Gobierno en México, se formula un Programa Nacional Hídrico alineado al Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Infraestructura, y demás programas que busquen la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos. Durante el periodo 2001-2006, en relación con el tratamiento de aguas residuales, se planteó la necesidad de elevar el nivel de cobertura a fin de restaurar la calidad del agua en las corrientes y acuíferos del país.

En dicho sexenio y dentro de la iniciativa de fomento a la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se estableció como meta alcanzar el 36% de tratamiento de las aguas residuales recolectadas en las 18 Tratamiento de aguas residuales en México redes de alcantarillado para 2006, lo cual significaba incrementar la cobertura de tratamiento en más de 13 puntos porcentuales; situación que se alcanzó satisfactoriamente,

alcanzando un 36.1% para ese año.^{1,2} A partir de ello, se fomentó el desarrollo de instrumentos legales, económicos y tecnológicos que favorecieron y estimularon el reúso del agua residual tratada, específicamente en aquellas actividades en las que no se requiere agua de primer uso.³ Más adelante, en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, el Gobierno de México se comprometió a lograr una cobertura de tratamiento del 60% del volumen total de aguas residuales colectadas en los sistemas de alcantarillado del país, lo que plasmó en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012.

Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007 - 2012

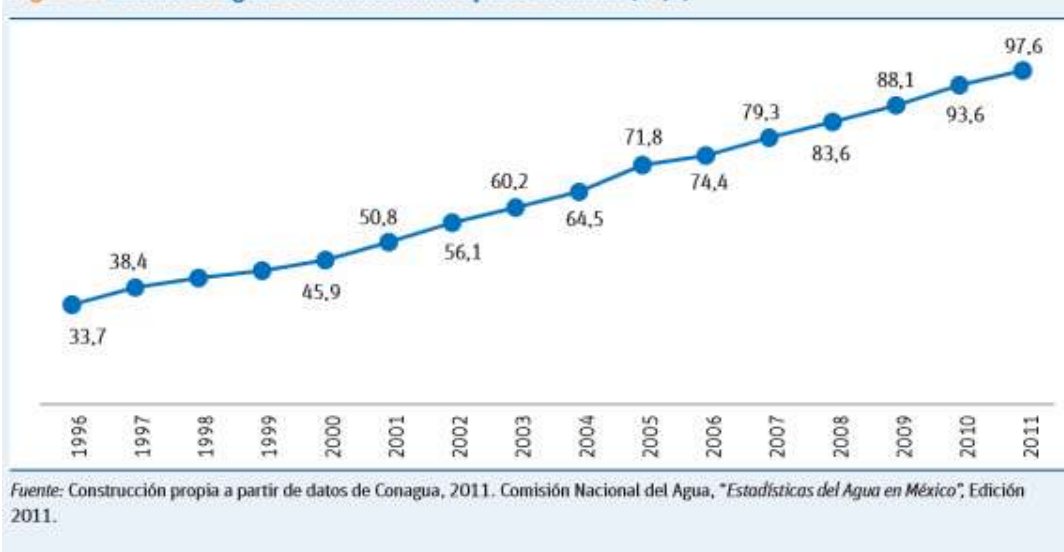
El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012 manifiesta el valor esencial que tiene el agua como elemento estratégico para atender las necesidades básicas de la población e impulsar el desarrollo de las actividades económicas del país, en un marco que antepone, el cuidado y preservación del medio ambiente para las futuras generaciones. En este contexto, el PNH 2007-2012, contempló como un objetivo rector del Sector Hídrico el incremento al acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, considerando la complejidad de abastecer el ritmo creciente de la demanda de los servicios de agua y saneamiento de las regiones con mayor dinámica económica y crecimiento poblacional y el incremento de los costos promedio de extracción, suministro, potabilización y tratamiento de las aguas. Para el logro de este objetivo, en materia de tratamiento de aguas residuales, se estableció la siguiente estrategia, así como sus metas asociadas.

En México la cobertura de alcantarillado está definida por la Comisión Nacional del Agua (Conagua), como el porcentaje de la población que habita en viviendas particulares, cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado, a una fosa séptica, a un río, lago o mar, o a una barranca o grieta. A diciembre de 2012 se registró una cobertura nacional de alcantarillado de 90.5%. Por ello, cuando se habla de tratamiento de aguas residuales⁴ como indicador, se habla del porcentaje de aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales que reciben tratamiento, sin considerar el tratamiento de

las descargas industriales; alcanzando para finales de 2012 un 47.5% de tratamiento, de un caudal de aguas residuales estimado en 210m³ /s. El PNH 2007-2012 establece que el tratamiento de las aguas residuales es esencial para garantizar el ciclo del agua, por lo que se identificaron una serie de políticas prioritarias para alcanzar estas metas:

1. El suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales debe ser una prioridad en las agendas municipal y estatal.
2. Los municipios e industrias deben cumplir con la normatividad establecida en México en lo que se refiere a las descargas que son vertidas a los cuerpos de agua nacionales.
3. Para cubrir los costos de operación, mantenimiento y renovación de las plantas de tratamiento, es fundamental que los responsables de prestar este servicio establezcan tarifas y sistemas de cobro adecuados.
4. Asegurar el reúso de las aguas producidas, lo que puede contribuir a cubrir parte de los costos operativos de los organismos operadores; por ejemplo, al vender el agua a la industria.
5. Consolidar el reúso del agua residual tratada, así como su intercambio por agua de primer uso en aquellas actividades en que esta opción es factible.
6. Reactivar las plantas que están fuera de operación o que funcionen con bajas eficiencias, con el fin de aprovechar la capacidad instalada.

Figura 1: Caudal de aguas residuales municipales tratadas (m³/s)



La consolidación de estas políticas al estar íntimamente relacionada con asuntos sociales, económicos, financieros, ambientales, políticos e institucionales del país; requiere de la acción conjunta de las dependencias y entidades federales, estatales y municipales involucradas de manera directa o indirecta con el recurso, además de los usuarios y la población en general.

Las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales e industriales. Las primeras corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales, en tanto que las segundas son aquellas descargadas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria.

Cuadro 1: Evolución en la cobertura de tratamiento, 2000 a 2011

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Incremento de caudal tratado (m³/s)		4.9	5.3	4.1	4.3	7.3	2.6	4.9	4.3	4.5	5.5	4.0	
Caudal tratado acumulado (m³/s)	45.9	50.8	56.1	60.2	64.5	71.8	74.4	79.3	83.6	88.1	93.6	97.6	
Agua residual colectada (m³/s)	200	202	203	203	205	205	206	207	208	209.1	209.1	210.1	
Porcentaje	23.0	25.1	27.6	29.7	31.5	35.0	36.1	38.3	40.2	42.1	44.8	46.5	47.5 ^a

Fuente: Conagua/Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento/ Gerencia de Potabilización y Tratamiento 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

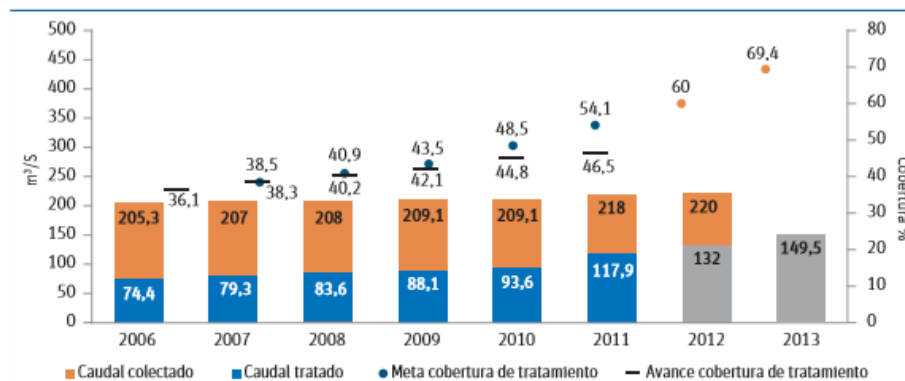
^a Dato de cierre preliminar de acuerdo a la Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Redes de Alcantarillado de la Conagua.

De acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, "Aguas de primer uso" o "aguas claras", son aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

Situación de la cobertura y su evolución

El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una prioridad dentro de las agendas políticas en México. En el sexenio 2000-2006 se lograron avances importantes al incrementar el porcentaje de agua residual tratada del 23% al 36.1%. En este mismo sentido, de acuerdo a los objetivos planteados en el PNH 2007-2012, el caudal de aguas residuales tratado se incrementó en 11.4%, llegando a un 47.5%, lo que representa un caudal tratado de 99.8 m³/s, con lo que se logró duplicar la cobertura del año 2000 al 2012. La evolución del caudal tratado anualmente se muestra a continuación:

Figura 2: Evolución de la cobertura de tratamiento de aguas residuales respecto al Programa Nacional Hídrico 2007-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Conagua 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012. Conagua, "Asociación Público-Privada. Agua Potable y Saneamiento", Reunión Nacional de Infraestructura Hidráulica 2012

Notas: El caudal colectado y tratado se presenta en m³/s y las metas y avance de cobertura en porcentaje. Los datos en gris representan las expectativas de saneamiento una vez que entren en operación diversas plantas de tratamiento de Guadalajara y el Valle de México, entre otras.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales no municipales, incluyendo las industriales, la evolución en el tratamiento ha sido más lenta, pues en diez años el volumen tratado sólo se ha incrementado en 14.7 m³/s, pasando de 22 m³/s en 1999 a 36.7 m³/s en 2009, lo que representa una cobertura del 19.3%.

De acuerdo con la información de los organismos de cuenca y las direcciones locales de la Conagua, a diciembre de 2011 existían en el país 2,289 plantas en operación formal, 103 más que en el ejercicio anterior, con una capacidad total instalada de 137.1 m³/s.

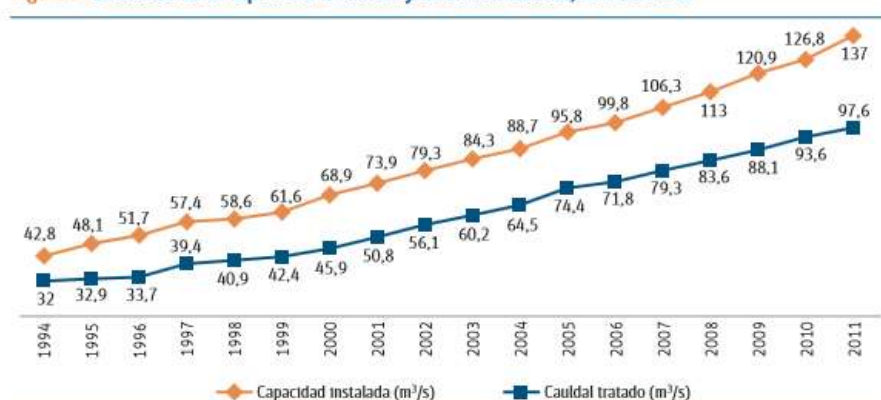
De las plantas en operación destacan 64 instalaciones nuevas, con una capacidad instalada de 4.5 m³/s y 2.7 m³/s en operación, más 4 plantas de tratamiento rehabilitadas y ampliadas, que constituyen una capacidad de tratamiento adicional de 782 l/s. Además, se ampliaron cinco plantas que adicionaron una capacidad instalada de 3,143 l/s.

Para contribuir a las metas establecidas, en los últimos años las inversiones en saneamiento se han orientado a la construcción de nuevas plantas de tratamiento. Actualmente se encuentran en etapa de construcción o entrando en operación 60

plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con lo que se logrará alrededor de un 22.9% más de capacidad de tratamiento en comparación con el año 2011.

De esta forma, para 2015 se podrá alcanzar un 69.4%8 en la cobertura de tratamiento de las aguas residuales, permitiendo la generación de un mayor volumen de agua tratada que se pueda destinar al abastecimiento de la demanda de sectores como el agrícola y el industrial, liberando importantes volúmenes de agua de primer uso para el consumo de la población.

Figura 3: Evolución de la capacidad instalada y de caudal tratado, 1994 a 2011



Fuente: Construcción propia con datos de Conagua, 2009. Conagua, "Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación", Edición 2009.

Finalmente, para lograr la cobertura universal en tratamiento de aguas residuales en México, dentro de la Agenda del Agua 2030 se estableció como meta lograr el 100% de tratamiento para el año 2020.

Situación a nivel de los estados

A nivel regional la situación varía ampliamente. Los estados del norte cuentan con los niveles más altos del país, donde Aguascalientes, Baja California y Nuevo León presentan niveles de tratamiento del 100%, siguiendo Guerrero con 82%, Nayarit con 79% y Chihuahua y Sinaloa con alrededor de 74%. Por el contrario, las coberturas más bajas las presentan Yucatán y Campeche tratando sólo un 3% y 7% respectivamente, mientras que en el centro del país Hidalgo y el Distrito Federal

registran una cobertura de alrededor del 15%. En el cuadro 2 se detalla la situación de cada Estado.

Se puede apreciar que únicamente 11 Estados han alcanzado o sobrepasado la meta de tratar el 60% de las aguas residuales colectadas, establecida en el PNH 2007–2012. En la mayoría de los casos, se trata de los Estados del norte de la República en donde los recursos hídricos son escasos y además se concentra el mayor núcleo de población, por lo que tratar las aguas para su reúso resulta primordial.

Fomento al tratamiento y reúso de aguas residuales

A partir de 2008, la Conagua ha impulsado el tratamiento de aguas residuales industriales promoviendo la participación del sector industrial en sus diferentes giros, para la realización de obras y acciones de saneamiento y dotación de infraestructura.

Cobertura de tratamiento de aguas residuales por Estados en México a octubre de 2012.



Fuente: Conagua 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

⁹ Jose Luis Luege Tamargo, "6 años de logros en el Sector Hídrico", Conferencia de Prensa, Noviembre 2012.

En el reúso de agua de origen municipal destaca la transferencia de aguas residuales colectadas en las redes de alcantarillado hacia zonas agrícolas y en menor proporción hacia las industrias y termoeléctricas. En el reúso del agua de origen industrial, destaca el uso en los ingenios azucareros.

Cuadro2: Caudal de aguas residuales municipales tratadas por Entidad Federativa, 2011

Entidad Federativa	No. de plantas en operación	Capacidad instalada (m ³ /s)	Caudal tratado (m ³ /s)	Cobertura de tratamiento %
Aguascalientes	132	4.8	3.4	100
Baja California	36	7.6	5.7	99.7
Baja California Sur	23	1.4	1.1	60.9
Campeche	26	0.17	0.15	7.8
Chiapas	31	1.5	0.86	21.5
Chihuahua	156	9.2	6.5	74.2
Coahuila	20	4.9	3.9	47.4
Colima	59	1.8	1.3	52.5
Distrito Federal	28	6.8	3.3	15.1
Durango	173	4.4	3.3	71.2
Guanajuato	62	6	4.4	53.2
Guerrero	58	3.9	3.1	82.4
Hidalgo	17	0.38	0.37	14.5
Jalisco	151	7	5.3	36.8
México	139	8.7	6.5	27.4
Michoacán	32	3.7	2.8	31
Morelos	50	2.8	1.8	27.7
Nayarit	64	2.4	1.6	79.1
Nuevo León	60	17.5	10.3	100
Oaxaca	69	1.5	0.99	41
Puebla	70	3.2	2.8	55.2
Querétaro	84	2.3	1.5	46
Quintana Roo	34	2.4	1.7	67.1
San Luis Potosí	38	2.5	2.1	60.5
Sinaloa	210	5.8	5	76.6
Sonora	81	4.9	3	35.9
Tabasco	77	2.1	1.6	21.8
Tamaulipas	45	7.8	5.9	84.6
Tlaxcala	63	1.1	0.82	53
Veracruz	105	6.9	5.4	41.7
Yucatán	28	0.49	0.09	2.7
Zacatecas	68	1.2	1	24.3

Fuente: Conagua 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

A través de diversos Programas Federales de Saneamiento se está promoviendo el reúso de las aguas residuales tratadas en actividades distintas de la agricultura y en los últimos años se han publicado dos normas oficiales mexicanas vinculadas con la infiltración de agua a los acuíferos (NOM-015-CONAGUA-2007 y NOM-014-CONAGUA-2003), a fin de contribuir con la recarga artificial de aquellos que se encuentra sobrexplotados en el país.

Proyectos en el Valle de México

La región del Valle de México está conformada por 100 municipios ubicados en los Estados de México, Hidalgo y Tlaxcala; y las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal.

De acuerdo al censo de población del 2010, la zona cuenta con más de 20 millones de habitantes, lo que la convierte en la más poblada de todo el país, contando con la menor extensión territorial y por lo tanto cuenta con la mayor densidad poblacional, a tal grado que este indicador equivale a casi 24 veces la densidad de población media nacional. La concentración de la población es principalmente urbana con un 95%; y representa el 100% de la población del Distrito Federal, 6.4% de Hidalgo, 51.2% del Estado de México y el 0.34% de Tlaxcala.

La cobertura de agua potable y alcantarillado es del 96.5% y 97.2% respectivamente, ambas por arriba del promedio nacional, pero los niveles de cobertura de tratamiento de aguas residuales apenas alcanzan el 10%.

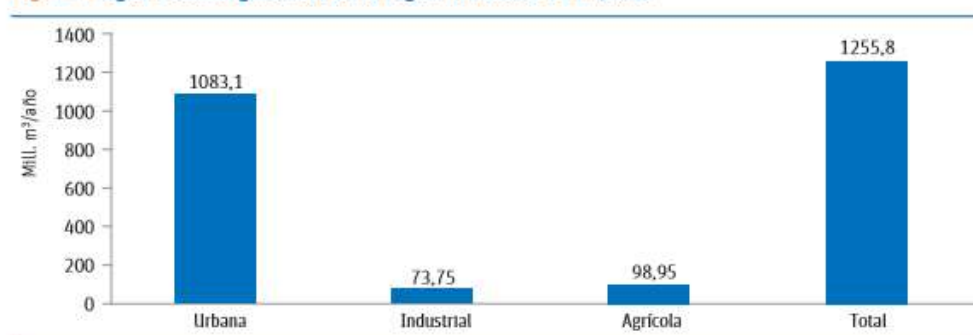
La producción de aguas residuales en el Valle de México asciende a 1, 255.8 millones de metros cúbicos al año. La capacidad instalada de tratamiento de aguas urbanas es de 8, 655 l/s y solamente se procesan 4, 353 l/s. Para tratamiento industrial se tiene instalada una capacidad de 1, 297 l/s, de los cuales se tratan 851 l/s.

En la región se presenta una condición sumamente delicada, pues la sobre explotación de los acuíferos hace que se tenga que traer agua para el abastecimiento de lugares cada vez más lejanos, se presentan fugas de hasta del 40% del volumen que ingresa en la red, se tiene insuficiencia de drenaje, hundimiento del suelo y poca conciencia de ahorro y uso eficiente del agua.

En este contexto, el Gobierno de México a través de la Conagua, puso en marcha el Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México

(PSHCVM) para atender la problemática de la zona a través de los siguientes objetivos:

Figura 4: Agua residual generada en la región (Millones de m³/año)



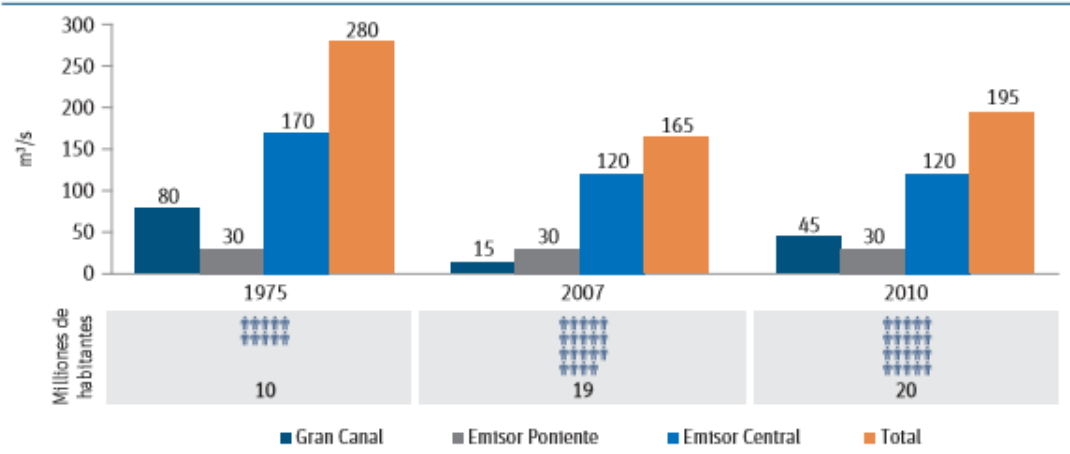
Fuente: Conagua 2009. Página electrónica del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, <http://www.conagua.gob.mx/ocavm/>

Ampliar la capacidad del sistema de drenaje¹⁰ de la Zona Metropolitana mediante la construcción del Túnel Emisor Oriente y obras complementarias. Disminuir la sobre explotación de los acuíferos mediante la sustitución de agua de pozos utilizada por la industria o la agricultura, así como la potabilización de fuentes alternas no utilizadas en la actualidad. Tratar el 100% de las aguas residuales, mediante seis plantas de tratamiento, con capacidad conjunta de 40 m³/s.

Para estos fines, se han implementado diversas campañas y obras de infraestructura de gran importancia que permitan atender los objetivos planteados: Al año 2012, la capacidad del sistema de alcantarillado de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) sigue siendo insuficiente ya que su capacidad se ha reducido en un 30% con respecto a 1975, mientras que la población se ha duplicado. La disminución en la capacidad del alcantarillado de la ZMVM, se debe principalmente al constante hundimiento de la Ciudad de México, originado por la sobre explotación de los mantos acuíferos. Diariamente se extraen alrededor de 10.5 millones de metros cúbicos, recargando menos de la mitad de este volumen, lo que ha provocado que en los últimos 100 años la Ciudad de México se hunda más de diez metros.

Durante este periodo, el sistema de drenaje profundo ha sufrido una serie de cambios y afectaciones. Durante la década de 1910, las aguas negras eran desalojadas de la ciudad por gravedad. Sin embargo, el hundimiento de los suelos provocó una contrapendiente en el mismo sistema, haciendo necesaria la instalación de equipo de bombeo para hacer posible el desalojo.

Figura 5: Capacidad de desalojo de aguas residuales en el Valle de México



Fuente: Construcción propia con datos de Conagua 2012. <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/NecesidadDrenaje.aspx?Pag=4>

Inversiones y financiamiento

En México, el Gobierno Federal, promueve y coordina el financiamiento de la infraestructura en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento, con el propósito de fortalecer el desarrollo técnico y la autosuficiencia financiera de los organismos operadores del país, a través de la aplicación de programas y acciones que impulsen el incremento en sus eficiencias y la prestación de mejores servicios.

El impulso que ha recibido el sector en materia de tratamiento de aguas residuales, se ha logrado a través de la implementación y puesta en marcha de los siguientes programas de la Conagua:

Programa de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU). Se ejecuta desde 1990 y tiene como propósito apoyar a las entidades prestadoras de servicios de localidades mayores a 2,500 habitantes, con la finalidad de llevar a cabo la planeación, construcción y rehabilitación de obras de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, además de acciones de mejoramiento de

eficiencia. Durante 2011, se construyeron 34 plantas de tratamiento y se mejoraron Programa de Devolución de Derechos (PRODDER). A partir del año 2002, la Conagua asigna a los prestadores de los servicios el importe equivalente a los derechos cubiertos cada trimestre por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, con la condición de que aporten una cantidad igual y la inviertan en el sector.

El programa tiene como objetivo incrementar las fuentes de financiamiento. Durante 2011 se radicaron un total de 1, 690.6 millones de pesos (equivalente a USD 133 millones aproximadamente) para 688 organismos operadores de todo el país, en donde el 2% se destinó la construcción de interceptores de aguas residuales, colectores y plantas de tratamiento. Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR). Mediante este Programa se condonan y eximen contribuciones y accesorios en materia de derechos por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación, como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales a los contribuyentes municipales.

Para ello, podrán solicitar a la Conagua, autorización para realizar un Programa de Acciones de Saneamiento (PAS) en materia de saneamiento y tratamiento de aguas residuales y, en su caso, la Conagua les asignará recursos para su realización equivalentes al derecho que hubieran efectuado por ese concepto, siempre que no exceda el monto cubierto por el contribuyente. Una vez que los contribuyentes se adhieren al Prosanear, al término de la ejecución de las Inversiones y financiamiento.

En México, el Gobierno Federal, promueve y coordina el financiamiento de la infraestructura en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento, con el propósito de fortalecer el desarrollo técnico y la autosuficiencia financiera de los organismos operadores del país, a través de la aplicación de programas y acciones que impulsen el incremento en sus eficiencias y la prestación de mejores servicios.

Tratamiento de aguas residuales en México

Las acciones que propusieron en el PAS, podrán obtener la condonación de los créditos fiscales a su cargo determinados o auto determinados que haya causado hasta el ejercicio fiscal 2007, los cuales se condonarán, en proporción con los avances del PAS, aplicándola en primer término a los adeudos más antiguos. Programa de Modernización de Organismos Operadores de agua (PROMAGUA). Se instrumentó en 2001. Es una estrategia conjunta entre Conagua y el Fondo Nacional de Infraestructura para invertir en proyectos de infraestructura hidráulica y estudios para su preparación, preferentemente en poblaciones mayores a los 50 mil habitantes, a través de apoyos no recuperables y con la participación del sector privado. En materia de saneamiento, durante el periodo de 2007 a 2012, este programa aportó fondos para la construcción de 22 plantas. Se estima que el FONADIN desembolsó recursos no recuperables por 2,260 mdp (equivalente a USD 178 millones aproximadamente) para los proyectos de las PTARs de Agua Prieta, Celaya, e Itzícuaros, junto con el Acueducto El Realito.

Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (PROSSAPYS). Su objetivo es apoyar el proceso de desarrollo del subsector agua y saneamiento en zonas rurales del país, basándose en tres componentes: desarrollo institucional, atención social y participación comunitaria, e infraestructura de agua potable y saneamiento. En este programa las acciones de saneamiento se enfocan a la construcción de sistemas de drenaje sanitario y de baños ecológicos. Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (PROTAR). Implementado para otorgar apoyos para el diseño, construcción, ampliación y rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales; incrementar su volumen tratado y/o mejorar sus procesos de tratamiento.

Estos programas le permiten al Gobierno Federal brindar apoyo económico y técnico a los gobiernos estatal y municipal, quienes también aportan su contraparte de las inversiones, con el propósito de construir más plantas de tratamiento de

aguas residuales, cuya operación queda bajo la administración de los gobiernos municipales.

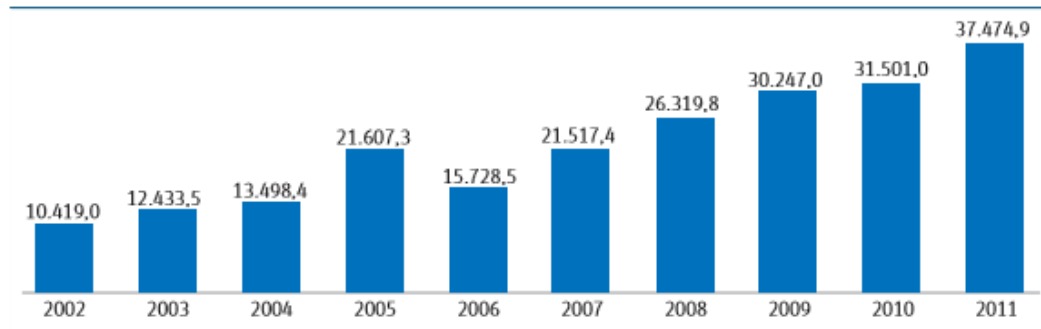
A través de estos programas y los demás operados por la Comisión Nacional del Agua, durante 2011 se tuvo una inversión global de 28,596.9 millones de pesos (equivalente a USD 2,252 millones) en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento cifra superior en un 29.6% a la inversión durante 2010. Por otra parte, la inversión de Conagua en coordinación con diversas dependencias e instituciones se vieron incrementadas en un 19%, alcanzando un total de 37,474.9 mdp (equivalente a USD 2,951 millones), presentando importantes incrementos en las aportaciones federales y estatales.

Para realizar estas inversiones, durante el 2011 el Gobierno Federal aportó el 53.8% de los recursos, los gobiernos estatales el 19.2%, el 16.3% lo aportaron otras agencias involucradas como la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) que administran programas de apoyo al subsector hidráulico, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), organismos estatales, iniciativa privada y aportaciones de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), y el 10.7% restante los gobiernos municipales.

Del total invertido, merece especial atención el rubro de saneamiento,²¹ que recibió durante 2011 un total de 7,009.9 mdp (equivalente a USD 552 millones), es decir, 5,101.2 mdp (equivalente a USD 402 millones) más que en 2010, lo que representa un incremento del 267.3%. De igual manera el rubro de alcantarillado presentó un incremento del 25% respecto al 2010.

Considerando las inversiones realizadas por otras dependencias, las inversiones para saneamiento durante 2011 se elevan a 7,707.2 mdp (equivalente a USD 607 millones), lo que representa un 20.6% del total de la inversión realizada en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento.

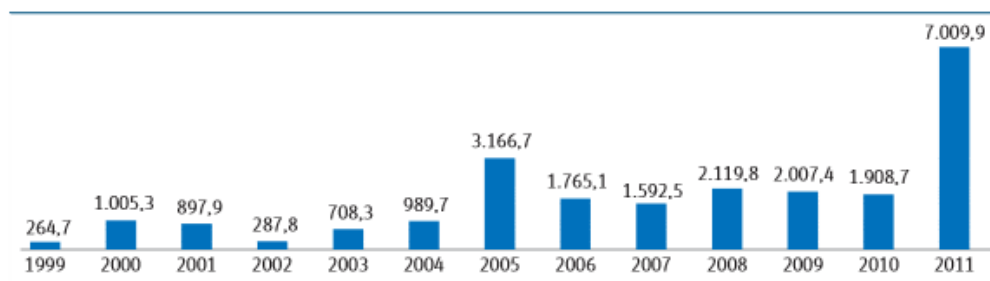
Figura 6: Inversiones totales en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2002–2011
(Millones de pesos)



Fuente: Conagua 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

Recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.

Figura 8: Inversiones en saneamiento, ejercidas a través de programas de la Conagua 1999 a 2011.

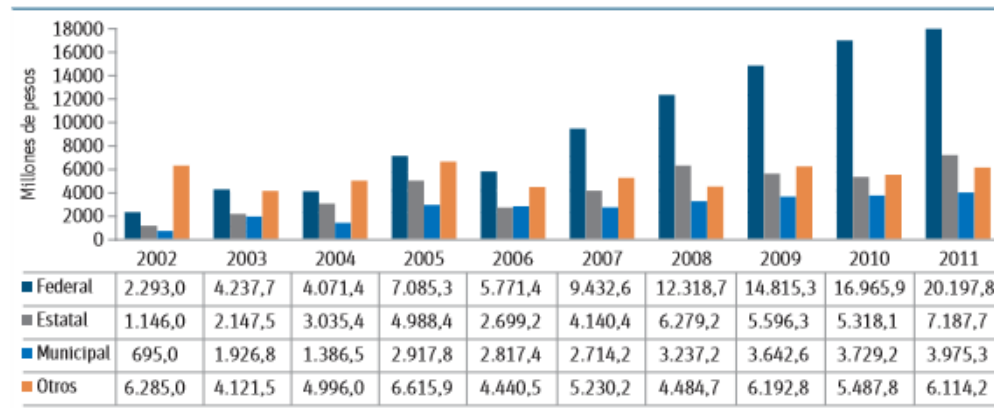


Fuente: Conagua 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

Perspectiva al 2030

Actualmente se generan 6.7 miles de millones de metros cúbicos de aguas residuales al año, y se espera que este volumen aumente a 9.2 miles de millones de metros cúbicos en 2030

Figura 7: Inversiones Conagua por sector de origen del recurso, 2000 a 2011*



Fuente: Construcción propia con datos de Conagua, 2012. Conagua, "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Edición 2012.

Nota: * Inversiones del Gobierno Federal y sus contrapartes ejecutadas a través de los programas de la Conagua, más las realizadas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), CDI, Banobras, organismos estatales e iniciativa privada.

* Otros se refiere a las inversiones de las comisiones estatales, créditos, aportaciones de la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) e iniciativa privada

Ante este escenario en materia de tratamiento de aguas residuales, la Agenda del Agua 2030 ha identificado que el principal problema de calidad del agua en el país será la falta de infraestructura en este ámbito.

Con la infraestructura existente hasta finales de 2012, se espera que para el 2015 se traten alrededor de 4.03 miles de millones de metros cúbicos al año (128 m³/s), equivalentes al 58.2% de las aguas residuales colectadas. Para el año 2030 se requerirá infraestructura para dar tratamiento a 7.1 miles de millones de metros cúbicos al año (225 m³/s) de aguas residuales colectadas, lo que significa cubrir una brecha de 3.07 miles de millones de metros cúbicos en 18 años. En 2030 se plantea cubrir al 100% el tratamiento de las aguas colectadas en los sistemas municipales de alcantarillado.

Esta brecha de tratamiento estará integrada principalmente por insuficiencia de capacidad instalada, capacidad instalada sin operación por falta de red de alcantarillado y agua residual tratada de manera ineficiente.

Asimismo, al año 2030 se estima que la actividad industrial generará un volumen de agua residual cercano a 2.1 miles de millones de metros cúbicos. La brecha de tratamiento será del orden de 1.8 miles de millones de metros cúbicos.

Revertir esta situación requiere inversiones cercanas a los 114 mil millones de pesos (aproximadamente US\$ 8, 800 millones) al 2030, así como reforzar los mecanismos institucionales disponibles para desincentivar las conductas contaminantes de los diversos usuarios, así como desarrollar una normatividad específica para la evaluación, monitoreo, y control de la contaminación difusa. Para ello se requiere de la utilización de instrumentos económicos que contribuyan a contener el uso excesivo de agroquímicos en la agricultura por la vía de los impuestos y mayores precios a las materias primas en ellos incorporados; de un conocimiento más amplio sobre el tamaño, características y localización de los problemas de este tipo de contaminación que afecta al agua y a los suelos y sus usos subsecuentes.

El esfuerzo de inversión a realizar para tratar las aguas residuales y controlar los contaminantes debe basarse en la construcción de un sistema financiero viable y auto sostenible para lograr la construcción, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento que se requieren.

Una forma de hacer realidad esto, es asegurar en los próximos años la continuidad y disponibilidad de la asignación y aplicación de los recursos económicos requeridos. Además, los organismos operadores que prestan los servicios de agua potable deberán consolidarse financieramente, estableciendo tarifas que les permitan tener ingresos tangiblemente mayores que los costos operativos, además de consolidar su calificación crediticia a fin de acceder a los recursos federales. En esta misma línea, el acceso a crédito multilaterales y de la banca de desarrollo permitirá dar continuidad a los proyectos, logrando sobrepasar los tiempos políticos²⁴ y haciendo posible la planeación a largo plazo.

Adicionalmente será necesaria la coordinación interinstitucional con entidades de los tres órdenes de gobierno y de concertación con todas las organizaciones sociales interesadas y con capacidad de contribuir a la limpieza de los arroyos y ríos del país, para que mediante la suma de recursos y esfuerzos, se vigile y protejan los cauces y zonas federales con el fin de mantenerlos libres de basura y de descargas no controladas.

Adicionalmente, el uso de tecnologías de saneamiento adecuadas, el cumplimiento de la normatividad en las descargas de aguas residuales, y el reúso de aguas residuales tratadas serán algunas de las tareas pendientes.

CAPITULO II.- DISEÑO DE UN BIODIGESTOR

CAPITULO II.- DISEÑO DE UN BIODIGESTOR

Un digestor biológico o *biodigestor*, en su forma más simple es, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita materia orgánica como; desechos vegetales y frutales(excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano(biogás) y un subproducto liquido(biol), el cual puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Este tipo de tecnología tiene un gran potencial para el cuidado del ambiente ya que disminuye la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas y además se produce una fuente de energía relativamente limpia.

Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidrogenación y pos tratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

El fenómeno de digestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH_4) llamada biogás, que es utilizado como combustible. Como resultado de este proceso se generan residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

Una de las características más importantes de la biodigestión es que disminuye el potencial contaminante de los excrementos de origen animal y humano, disminuyendo la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de

Oxígeno (DBO) hasta en un 90% (dependiendo de las condiciones de diseño y operación).

Se deben controlar ciertas condiciones, como son: el pH, la presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento.

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.

Los biodigestores han de ser diseñados de acuerdo a su finalidad, a la disposición de ganado y tipo, y a la temperatura a la que van a trabajar. Un biodigestor puede ser diseñado para eliminar todo el estiércol producido en una granja de cerdos, o bien como herramientas de saneamiento básico en un colegio. Otro objetivo sería el de proveer de cinco horas de combustión en una cocina a una familia, para lo que ya sabemos que se requieren 20 kilos de estiércol fresco diariamente. Como se comentó anteriormente, el fertilizante líquido obtenido es muy preciado, y un biodigestor diseñado para tal fin debe permitir que la materia prima esté mayor tiempo en el interior de la cámara hermética, así como reducir la mezcla con agua a 1:3.

La temperatura ambiente en que va a trabajar el biodigestor indica el tiempo de retención necesario para que las bacterias puedan digerir la materia. En ambientes de 30 °C se requieren unos 10 días, a 20 °C unos 25 y en altiplano, con invernadero, la temperatura de trabajo es de unos 10 °C de media, y se requieren 55 días de tiempo de retención. Es por esto, que para una misma cantidad de materia prima entrante se requiere un volumen cinco veces mayor para la cámara hermética en el altiplano que en el trópico.

Digestión aeróbica

El proceso de la digestión aeróbica es un método alternativo para el tratamiento de lodos orgánicos. Los digestores pueden ser usados para tratar solamente lodos activados, mezclas de desechos de lodos activados, lodos primarios y lodos de filtros percoladores, o lodos de plantas de tratamiento de lodos activados sin sedimentación primaria. Las ventajas de la digestión aeróbica, comparada con la digestión anaeróbica son:

- la reducción de sólidos volátiles es aproximadamente la misma que la obtenida anaeróbicamente
- menores concentraciones de DBO en el licor sobrenadante,
- obtención de un producto final biológicamente estable y sin olor que puede ser de fácil disposición,
- producción de un lodo con excelentes características de desaguado,
- recuperación de casi todo el valor básico de fertilización en el lodo,
- muy pocos problemas de operación, y
- menor costo de capital.

La principal desventaja del proceso parece ser el alto costo del suministro de oxígeno. Entre los principales objetivos de la digestión aeróbica se incluyen la reducción de olores, reducción de sólidos biodegradables y el mejoramiento de las características de desaguado de los lodos. El oxígeno puede ser suministrado con aireadores superficiales o con difusores.

Descripción del proceso

La digestión aeróbica es similar al proceso de lodos activados. Conforme la comida disponible se termina, los microorganismos comienzan a consumir su propio protoplasma para obtener la energía para el mantenimiento de las células. Cuando esto ocurre se dice que los microorganismos se encuentran en la fase endógena.

Las células de los tejidos son oxidadas aeróbicamente a dióxido de carbono, agua, y amoníaco. Solamente, del 75 al 80% de las células de los tejidos pueden ser

oxidadas; el remanente 20 a 25%, está formado de componentes inertes y orgánicas que no son biodegradables. Conforme la digestión continúa, el amoníaco es subsecuentemente oxidado a nitratos. Cuando se digieren aeróbicamente lodos activados o lodos de filtros percoladores mezclados con lodos primarios, toma lugar una oxidación directa de la materia orgánica en el lodo primario y también, una oxidación endógena de las células de los tejidos.

El diseño de digestores aeróbicos es similar al de los tanques rectangulares de aireación; además, usan sistemas de aireación convencionales. Los criterios de diseño para digestores aeróbicos son los siguientes:

Parámetro	Valor
Tiempo de retención hidráulico a 20°C [días]	
Lodos activados solamente	10-16
Lodos activados de plantas sin sed. prim.	16-18
Lodos primarios + activados o de fil. percol.	18-22
Carga de sólidos [lb SSV/día-pie ³]	0.02-0.4
[Kg SSV/día-m ³]	0.32-6.41
Requerimientos de oxígeno lb/lb destruidas	
Células de tejidos	2
DBO ₅ en lodos primarios	1.6-1.9
Requerimientos de energía para la mezcla	
Aeradores mecánicos [hp/1,000 pies ³]	0.5-1.25
[hp/1,000 m ³]	17.66-44.14
Mezcla de aire [pie ³ /min/1,000 pies ³]	20-60
Oxígeno disuelto mínimo [mg/l]	1.2

Digestión anaeróbica

Existen dos tipos de sistemas de digestión anaeróbica de lodo:

- digestión convencional
- digestión de alta tasa.

Digestión Convencional

La digestión convencional se lleva a cabo en procesos de un paso o de dos pasos. El lodo es calentado normalmente dentro del tanque o con intercambiadores de calor localizados fuera de los tanques. En el proceso de un solo paso, la digestión, el espesamiento y la formación de material flotante se llevan a cabo separadamente dentro del tanque. Operacionalmente, el lodo crudo se alimenta en la zona de digestión activa y el gas producido se remueve del tanque por la parte superior.

Mientras el gas sube a la superficie, éste eleva consigo partículas de lodos y otros materiales, tales como grasas y aceites, formando una capa de natas. Como resultado de la digestión, el lodo se mineraliza (aumentando el porcentaje de lodos fijos), y por gravedad éste se espesa; lo que causa la formación de una capa de material flotante sobre la zona de digestión de lodo. El volumen del tanque se utiliza únicamente a un 50% debido a la estratificación y falta de mezcla. Por lo anterior, la digestión convencional se lleva a cabo en un proceso de dos pasos. En el proceso de dos pasos, el primer tanque se usa para la digestión; es calentado y equipado con unidades mezcladoras. El segundo tanque se usa para el almacenamiento y concentración del lodo digerido y para la formación de un sobrenadante relativamente claro. En algunos casos la segunda unidad puede ser un tanque abierto o una laguna de lodos.

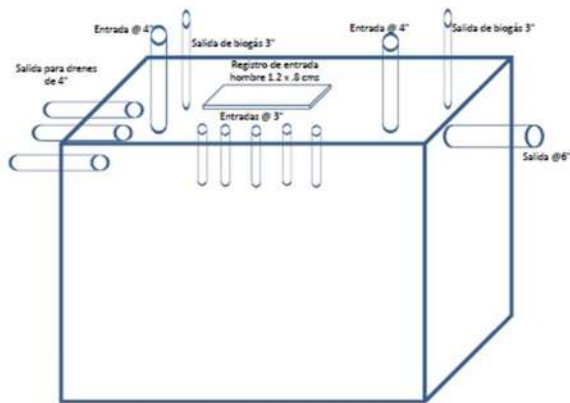
Digestión de Alta Taza

Este difiere del proceso anterior en que la carga de sólidos es mayor. El lodo se mezcla íntimamente por la recirculación del gas, bombeo, o por mezcladores mecánicos y se calienta para obtener una digestión óptima. El equipo de mezcla, en este proceso debe tener mayor capacidad, que el proceso anterior, y debe de llegar hasta el fondo del tanque. El tanque es más profundo. El lodo deberá bombearse continuamente o en ciclos de 30 minutos a 2 horas. El lodo digerido tiene una concentración de aproximadamente la mitad de la del influente ya que no existe una separación del lodo.

Criterio Volumétrico	pies ³ /capita	m ³ /capita
Lodos primarios	1.3 – 3	0.037 - 0.085
Lodos prim. + fil. percoladores	2.6 – 5	0.074 - 0.142
Lodos primarios + activados	2.6 – 6	0.074 - 0.170

Tamaño de Tanques	pies	Metros
Diámetro	20-115	6.1-35.1
Profundidad	25-45	7.6-13.7
Pendiente del fondo:	1vertical / 4horizontal	

Memoria de cálculo estructural



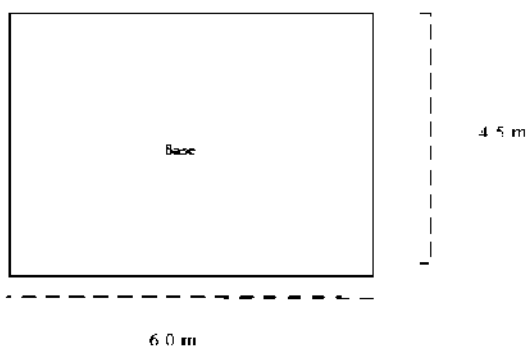
Memoria de cálculo estructural

Descripción del proyecto: Se trata de un contenedor rectangular cerrado de 4.5m de ancho x 6m de largo x 5.5m de altura, con losas y muros de concreto reforzado, el cual será utilizado como Biodigestor. La obra se ubicará en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.

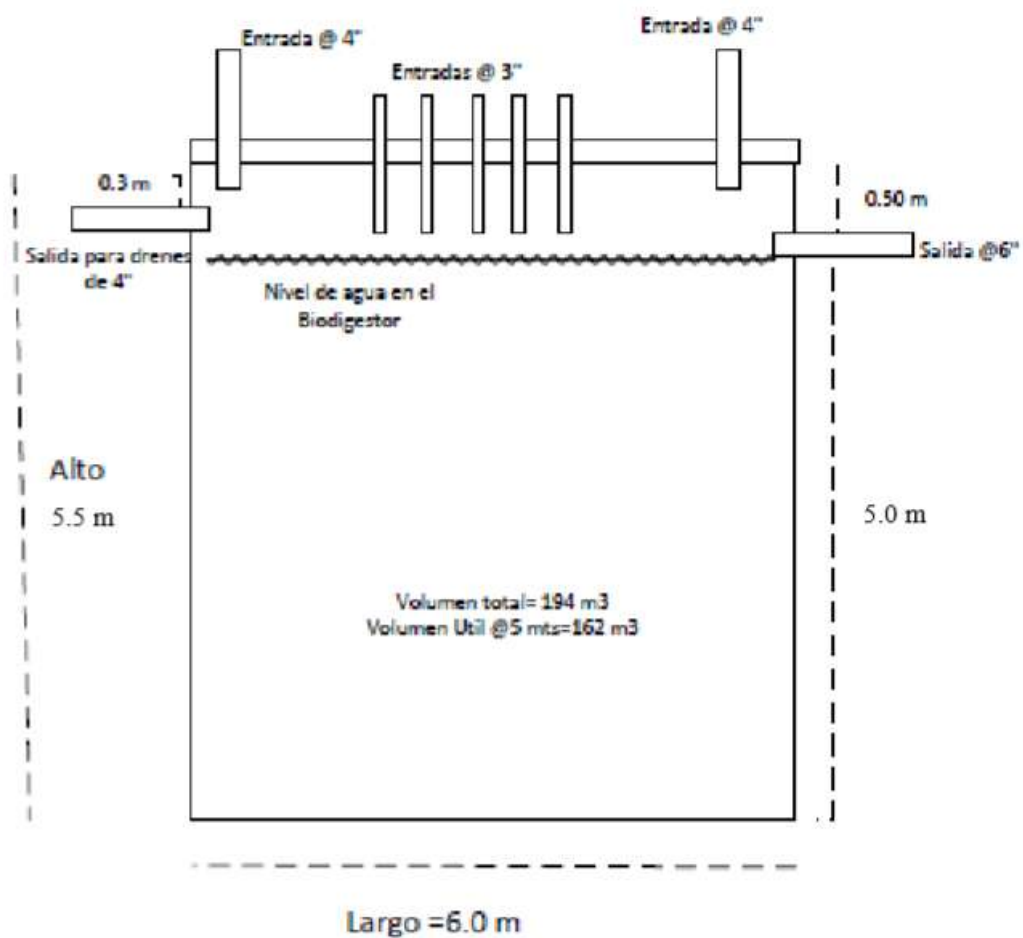
Especificaciones Generales:

- 1.- El contenedor está conformado por dos losas de concreto reforzado, la losa de fondo de 20 cm de espesor, losa tapa de 15 cm de espesor y los muros laterales también de concreto reforzado de 20cm de espesor..
- 2.- El concreto tendrá una resistencia a la compresión simple $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$..
- 3.- El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- 4.- La cimentación será la misma losa de fondo, la cual se desplantará a una profundidad de 1.5m, sobre un mejoramiento de terreno especificado en el estudio de mecánica de suelos.
- 5.- Se clasifica la estructura como Grupo B.
- 6.- Se aplicó el Reglamento de Construcciones del Estado de Michoacán, el Manual de Obras Civiles de CFE y el del Distrito Federal.

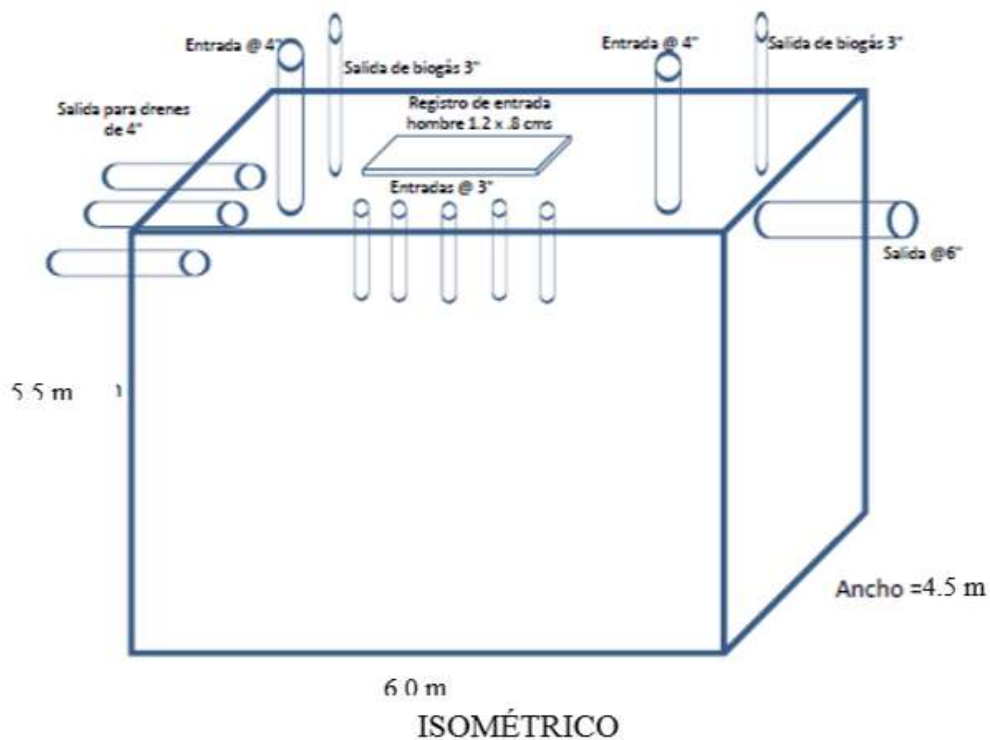
Descripción arquitectónica



PLANTA

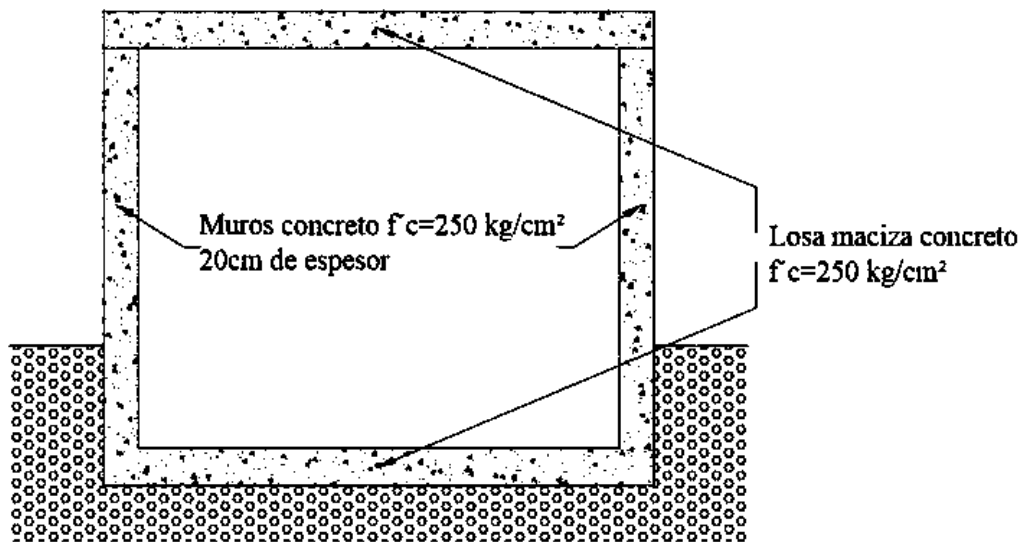


ALZADO



Estructuración

Se proponen muros con espesores de 20 cm, de concreto reforzado. Las losa de fondo y la losa tapa serán de concreto reforzado de 20 cm de espesor y 15 cm de espesor, respectivamente.



Estructuración

Análisis de cargas

Peso propio de losa de fondo y muros laterales tanto la losa como los muros tienen 20 cm de espesor.

MATERIAL	Espesor (m)	P. VOL (t/m³)	P. TOT. (t/m²)
Concreto	0.20	2.4	0.48
			0.48

Peso losa tapa

MATERIAL	Espesor (m)	P. VOL (t/m³)	P. TOT. (t/m²)
Concreto	0.15	2.4	0.36
Instalaciones	-	-	0.1
Carga Viva	-	-	0.1
			0.56

Empuje del material sobre la losa de fondo

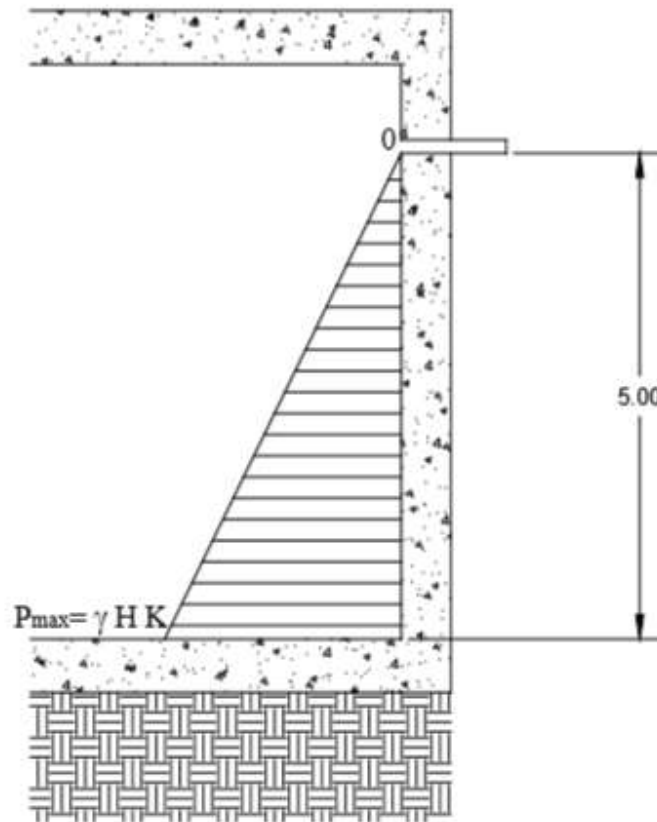
Los materiales más comúnmente utilizados para producir biogás son el estiércol de vaca, caballo, puerco y humana, sin embargo también se pueden utilizar otros materiales orgánicos. En este caso se tomará para fines de diseño el peso volumétrico del estiércol, el cual oscila entre 1.2 y 1.8 t/m³. La capacidad del tanque es de 4.5m x

$6\text{m} \times 5.5\text{m} = 148.5\text{m}^3$ Sin embargo, el tirante máximo del material en el biodigestor es de 5.0m, por lo que:

Volumen total de material = $4.5\text{m} \times 6\text{m} \times 5.0\text{m} = 135.0\text{m}^3$ Peso total del material = $135.0 \times 1.8 = 243.0 \text{ t}$ Peso por m^2 = Peso total / Área losa de fondo = $243.0 / 27 = 9.0 \text{ t/m}^2$

Empuje del material sobre los muros laterales

El peso volumétrico del material se tomó de 1.8 t/m^3 y su ángulo de rozamiento interno es de 45° .



$P_{\max} = \gamma H K$ Donde: γ = peso volumétrico del material H = Altura K = Coeficiente de empuje

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 45^\circ$$

$$K = \tan^2 (45 - \phi/2) = 0.172$$

$$P_{max} = 1.8 \times 5.0 \times 0.172 = 1.544 \text{ t/m}^2.$$

Fuerzas por sismo

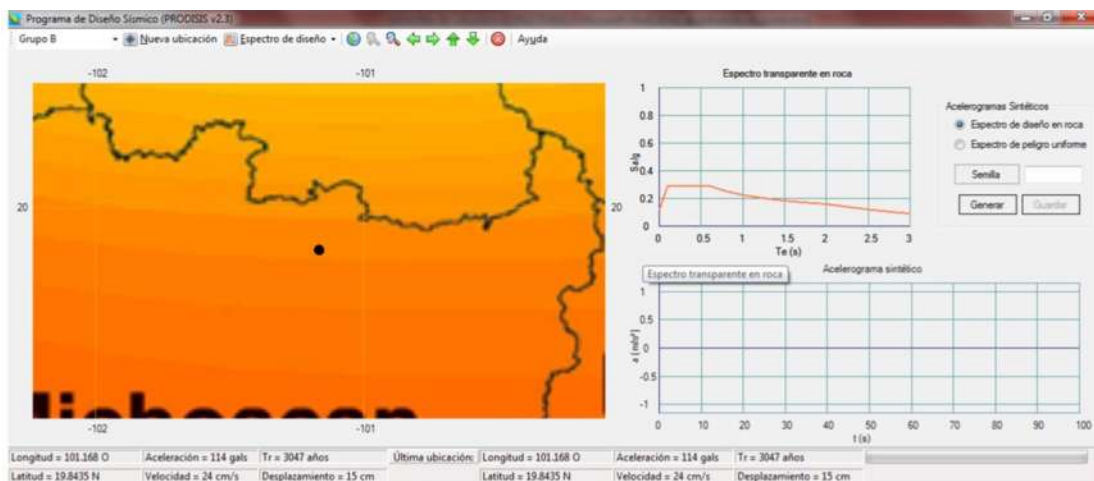
Para fines de análisis sísmico se tomarán los siguientes datos:

Estructura Grupo “B” Ubicación: Tarímbaro, Michoacán.

El espectro de diseño se obtendrá del programa Prodisis v2.3 (CFE. 2008)



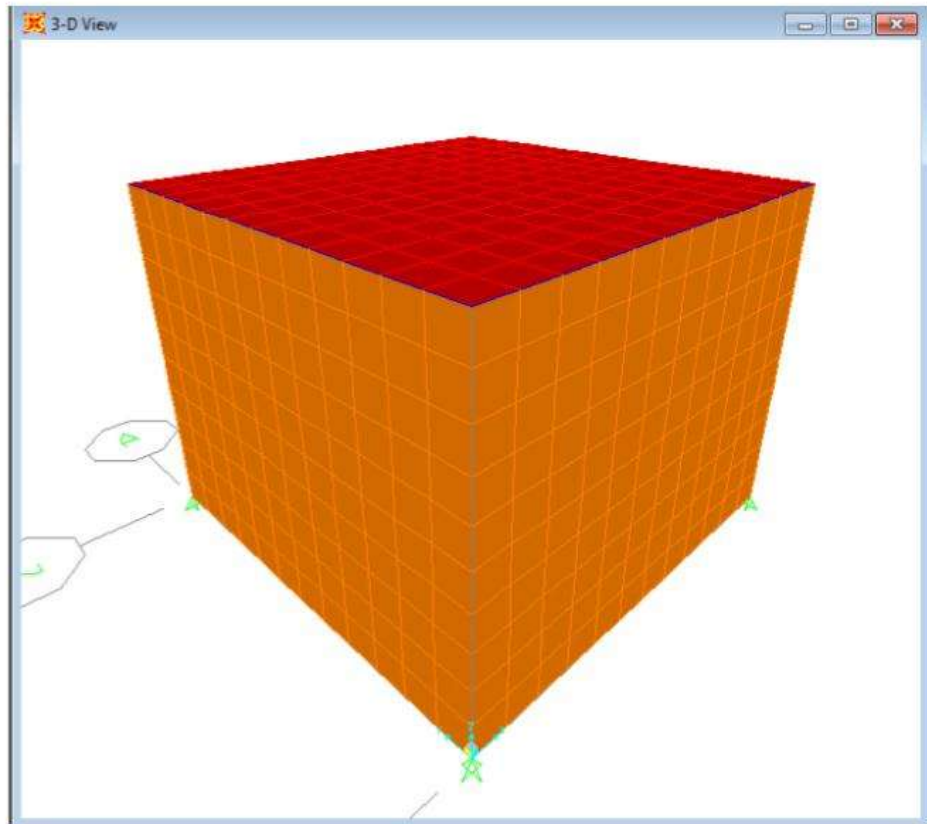
Selección del municipio



Obtención del espectro de diseño

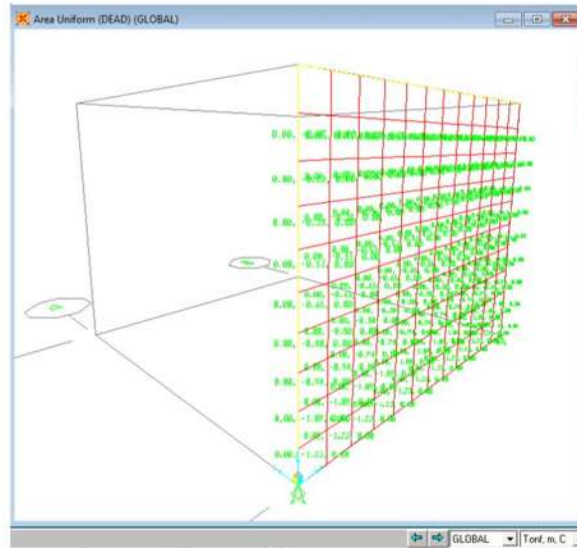
MODELO DE LA ESTRUCTURA

Para la obtención de los elementos mecánicos de diseño se hizo un modelo de la estructura en el programa SAP2000

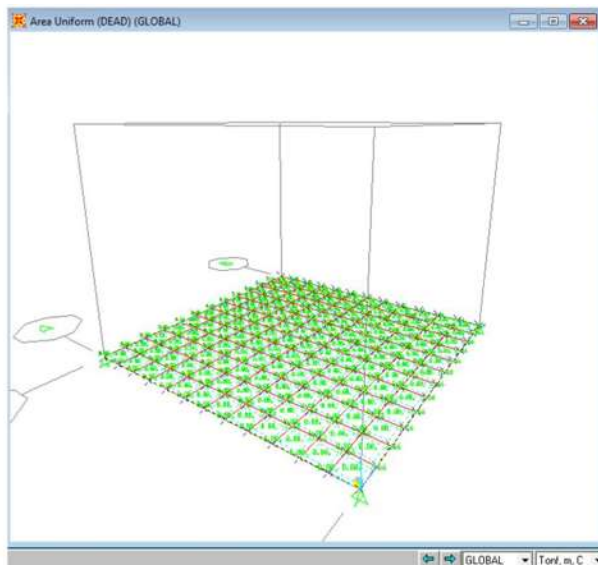


En el modelo se ingresaron las propiedades de los materiales, así como las dimensiones y características de los diferentes elementos que conforman la estructura.

Una vez creado el modelo se aplicaron las fuerzas obtenidas en el análisis de cargas.

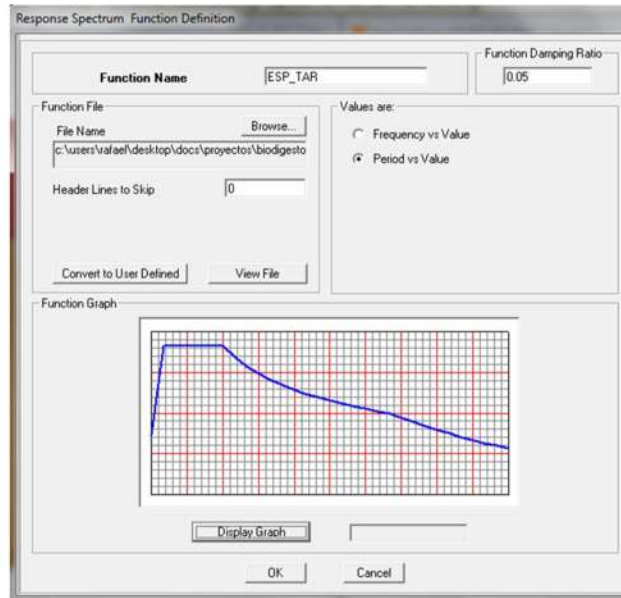


Empuje del material sobre muros laterales



Empuje del material sobre losa de fondo

Para el análisis sísmico se ingresó al programa el espectro de diseño, para que mediante un análisis modal espectral se aplicarán al modelo las fuerzas sísmicas.



COMBINACIONES DE CARGAS

Una vez ingresadas todas las cargas, y dado que la estructura es simétrica, se hicieron las siguientes combinaciones de carga:

1. FC CM
2. FC (CM + SISMO X + 30% SISMO Y)
3. FC (CM + 30 % SISMO X + SISMO Y)

Interacción suelo estructura

La cimentación del edificio se modeló mediante una losa apoyada sobre una cama de resortes con la finalidad de tomar en cuenta los efectos de interacción Suelo-Estructura. En el modelo la rigidez de los resortes representa la rigidez del suelo.

Para obtener la rigidez del suelo se aplicó el siguiente procedimiento:

- 1.- Se obtuvo el módulo de reacción del suelo (k_{s1}), según el tipo de material que lo conforma. Dado que se hizo un mejoramiento de terreno, el material subyacente está conformado en su mayoría por grava bien compactada. Con esta información se procedió a obtener el módulo de reacción de la siguiente tabla

suelo (de referencia 1.4).

Tipo de suelo	E_s (kg/cm ²)		k_{st} (Kg/cm ³)	
** Suelo fangoso	11.00	a 33.00	0.50	a 1.50
* Arena seca o húmeda, suelta (N_s 3 a 9)	0.16H	a 0.48H	1.20	a 3.60
* Arena seca o húmeda, media (N_s 9 a 30)	0.48H	a 1.60H	3.60	a 12.00
* Arena seca o húmeda, densa (N_s 30 a 50)	1.60H	a 3.20H	12.00	a 24.00
* Grava fina con arena fina	1.07H	a 1.33H	8.00	a 10.00
* Grava media con arena fina	1.33H	a 1.60H	10.0	a 12.00
* Grava media con arena gruesa	1.60H	a 2.00H	12.00	a 15.00
* Grava gruesa con arena gruesa	2.00H	a 2.66H	15.00	a 20.00
* Grava gruesa firmemente estratificada	2.66H	a 5.32H	20.00	a 40.00
** Arcilla blanda (q_u 0.25 a 0.50 kg/cm ²)	15	a 30	0.65	a 1.30
** Arcilla media (q_u 0.50 a 2.00 kg/cm ²)	30	a 90	1.30	a 4.00
** Arcilla compacta (q_u 2.00 a 4.00 kg/cm ²)	90	a 180	4.00	a 8.00
Arcilla margosa dura (q_u 4.00 a 10.00 kg/cm ²)	180	a 480	8.00	a 21.00
Marga arenosa rígida	480	a 1000	21.00	a 44.00
Arena de miga y tosco	500	a 2500	22	a 110
Marga	500	a 50000	22	a 2200
Caliza margosa alterada	3500	a 5000	150	a 200
Caliza sana	20000	a 800000	885	a 36000
Granito meteorizado	700	a 200000	30	a 9000
Granito sano	40000	a 800000	1700	a 38000

Tabla de Módulos de Elasticidad y Módulos de Reacción para diferentes suelos (Roberto Meli)

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos, el suelo está compuesto por una arcilla con capacidad de carga de $q_{adm} = 11.07 \text{ t/m}^2$. En la tabla se observa que el módulo de reacción para este material cuando $q_{adm} = 5 \text{ t/m}^2$ es de 1.3 kg/cm^3 y cuando $q_{adm} = 20 \text{ t/m}^2$ es de 4 kg/cm^3 .

Interpolando $K_{s1} = 2.39 \text{ kg/cm}^3$.

El módulo de reacción del suelo obtenido de la tabla debe corregirse con la siguiente expresión: $=K_{s1} B$ Dónde: K_s = Módulo de reacción del suelo corregido, kg/cm^3 . K_{s1} = Módulo de reacción del suelo, kg/cm^3 . B = Ancho del elemento en pies.

En el modelo la losa de fondo se dividió en elementos de $50 \times 50 \text{ cm}$, por lo que el ancho $B = 1.64 \text{ ft}$ $K_s = 2.39 \cdot 1.64 = 1.46 \text{ kg/cm}^3$ Como paso final se determinaron las rigideces en los apoyos del cajón con la fórmula que se presenta a continuación:

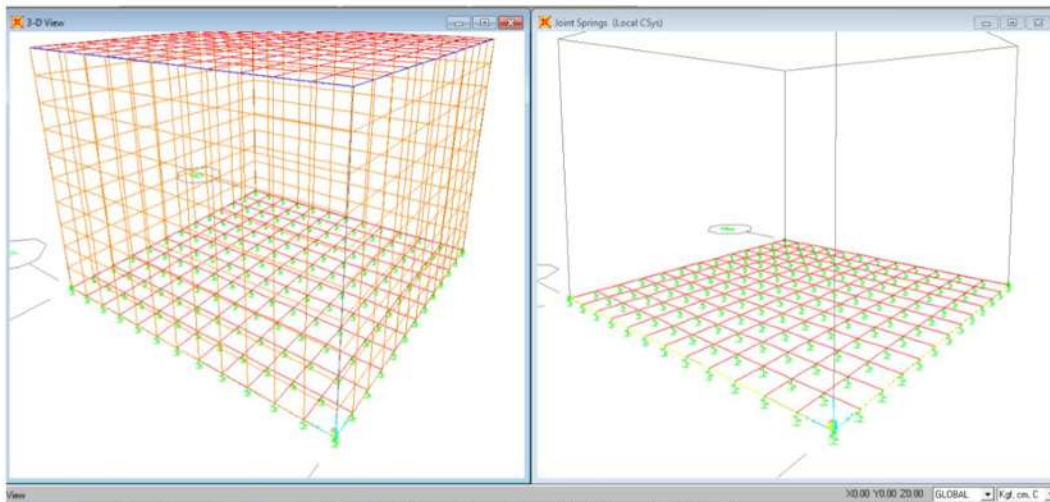
$$K = AT K_s$$

Dónde: K = rigidez en el apoyo, kg/cm . AT = Área de influencia del resorte, cm^2 . K_s = Módulo de reacción del suelo corregido, kg/cm^3 .

Para este caso se tendrán 3 diferentes áreas de influencia, por lo que se tendrán de igual manera 3 diferentes rigideces. Resortes de esquina: tienen un área de influencia de 625 cm² Resortes de borde: tienen un área de influencia de 1250 cm² Resortes de esquina: tienen un área de influencia de 2500 cm²

Por lo tanto sus rigideces quedan de la siguiente manera:

Resortes de esquina: $K = 912.5 \text{ kg/cm}$ Resortes de borde: $K = 1825 \text{ kg/cm}$ Resortes de centro: $K = 3650 \text{ kg/cm}$



Cama de resortes en la losa de fondo



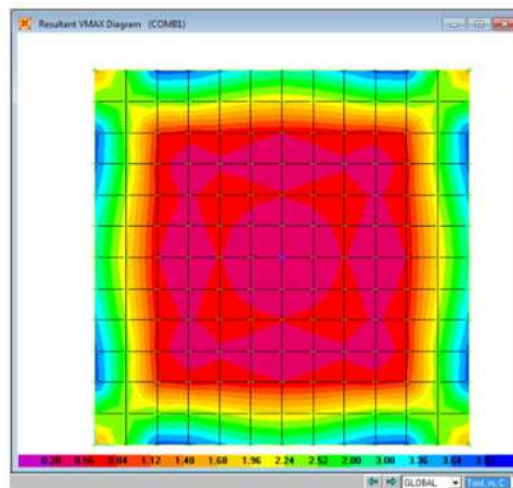
Asignación de la rigidez del suelo para un resorte de centro

Resultados del análisis

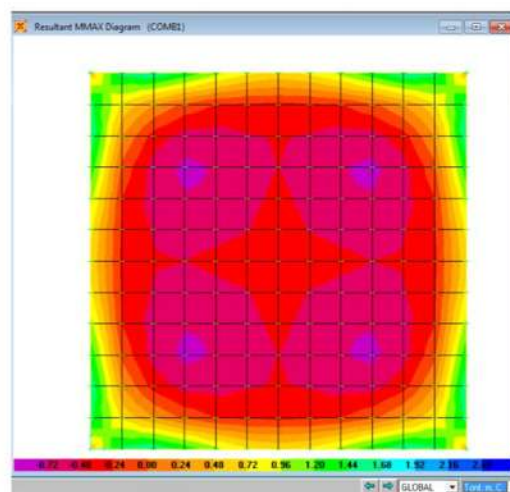
Una vez asignadas todas las propiedades del material, las dimensiones de los elementos, las cargas actuantes, la rigidez del suelo y las combinaciones de diseño se procedió a realizar el análisis del modelo y se obtuvieron resultados.

Se muestran los resultados para Fuerza Cortante y Momento Flexionante para las losas y los muros

- Losa de Fondo

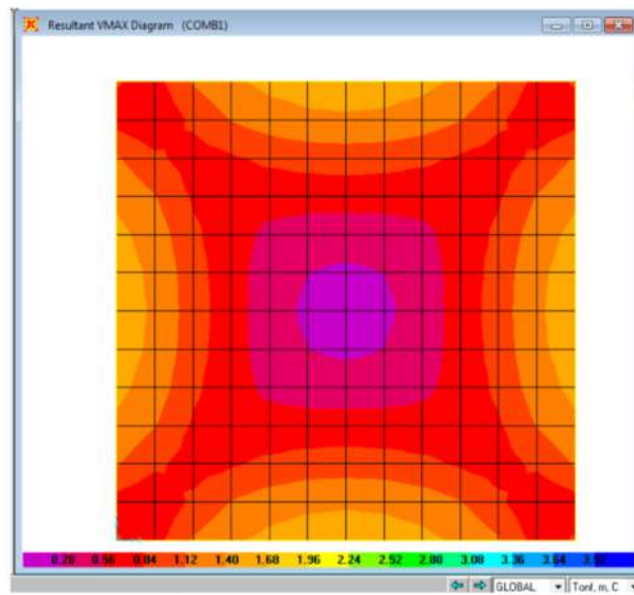


Fuerza cortante (comb. 1)

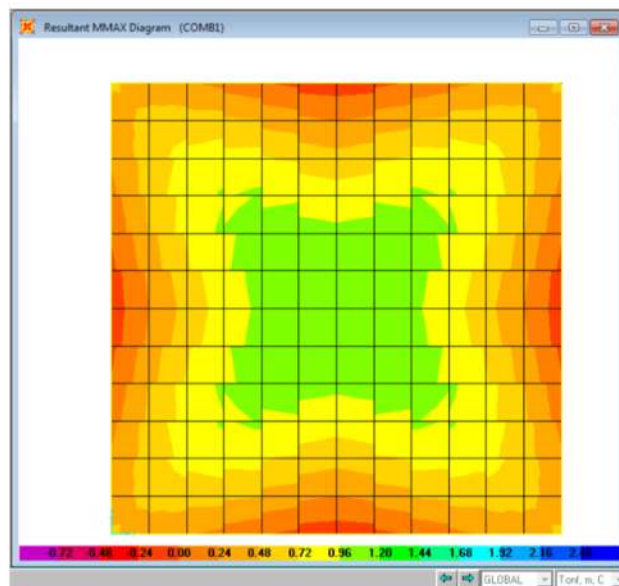


Momento flexionante (comb. 1)

Losa Tapa

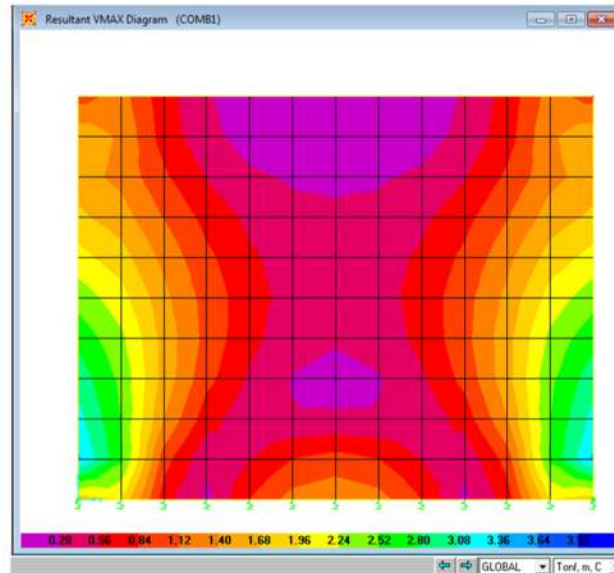


Fuerza cortante (comb. 1)

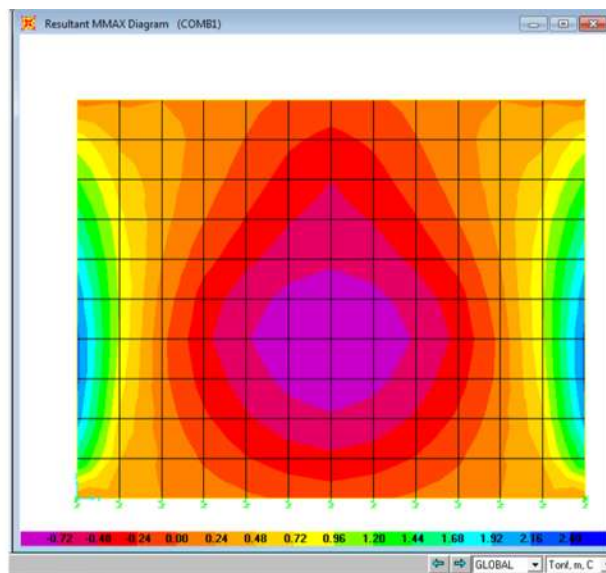


Momento flexionante (comb. 1)

Muros laterales



Fuerza cortante (comb. 1)



Momento flexionante (comb. 1)

Los diagramas mostrados son sólo para ejemplificar los resultados obtenidos. Para el diseño se buscaron los elementos mecánicos más desfavorables sobre cada uno de los elementos que conforman la estructura.

Análisis y diseño de losas

Losa de fondo

Los elementos mecánicos de diseño son: $M_u(+)$ = 1.881 t-m $M_u(-)$ = 1.602 t-m V_u = 4.382 t

DATOS				
	f'_c =	250	kg/cm ²	
	f_y =	4200	kg/cm ²	
	Zona sísmica	1		
	(si = 1, no = 0):			
	FR =	0.9		
	b =	100	cm	
	h =	20	cm	
	recubrimiento =	5	cm	
	d =	15	cm	
	f'_c =	200	kg/cm ²	
	f'_c =	170	kg/cm ²	
	ρ_b =	0.020238		
	ρ_{max} =	0.015179		
	ρ_{min} =	0.002635		
DISEÑO POR FLEXION				
$M_u(-)$ =	160200.0	kg-cm	$M_u(+)$ =	188100.0 kg-cm
ρ_{calc} =	0.001930		ρ_{calc} =	0.002276
	$\rho < \rho_{min}$, se usará ρ_{min}			$\rho < \rho_{min}$, se usará ρ_{min}
$\rho_{diseño}$ =	0.002635		$\rho_{diseño}$ =	0.002635
ΔS =	3.95	cm ²	ΔS =	3.95 cm ²
	Usando var #	3		Usando var # 3
	α_o =	0.71		α_o = 0.71
	s =	18		s = 18
USAR VAR #3 @ 15 cm EN AMBOS SENTIDOS				
REVISIÓN POR CORTANTE				
	V_u =	4382	kg	
	$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f'_c}$		8485.28	kg
	V_{CR}	>	V_u	
	PASA			

Losa de tapa

Los elementos mecánicos de diseño son: $M_u(+)$ = 1.001 t-m $M_u(-)$ = 0.828 t-m V_u = 1.426 t

DATOS				
	$f'_c =$	250	kg/cm ²	
	$f_y =$	4200	kg/cm ²	
	Zona sísmica (si = 1, no = 0):	1		
	FR =	0.9		
	b =	100	cm	
	h =	15	cm	
	recubrimiento =	5	cm	
	d =	10	cm	
	$f^*_c =$	200	kg/cm ²	
	$f''_c =$	170	kg/cm ²	
	$\rho_b =$	0.020238		
	$\rho_{max} =$	0.015179		
	$\rho_{min} =$	0.002635		
DISEÑO POR FLEXION				
Mu (-)=	82800.0	kg-cm	Mu (+)=	100100.0 kg-cm
$\rho_{calc} =$	0.002253		$\rho_{calc} =$	0.002741
	$\rho < \rho_{min}$, se usará ρ_{min}			$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$, OK
$\rho_{diseño} =$	0.002635		$\rho_{diseño} =$	0.002741
$\Delta s =$	2.64	cm ²	$\Delta s =$	2.74 cm ²
	Usando var #	3		Usando var # 3
	$\alpha_o =$	0.71		$\alpha_o =$ 0.71
	s =	27		s = 26
USAR VAR #3 @ 25 cm EN AMBOS SENTIDOS				
REVISIÓN POR CORTANTE				
	Vu =	1426	kg	
	$V_{CR} = 0.5 F'_c b d \sqrt{f^*_c}$	=	5656.85	kg
	V_{CR}	>	Vu	
		PASA		

Análisis y diseño de muros

Los elementos mecánicos de diseño son: $M_u(+) = 1.676 \text{ t-m}$ $M_u(-) = -2.502 \text{ t-m}$ $V_u = 3.901 \text{ t}$

DATOS				
	$f'_c =$	250	kg/cm ²	
	$f_y =$	4200	kg/cm ²	
	Zona sísmica	1		
	(si = 1, no = 0):			
	FR =	0.9		
	b =	100	cm	
	h =	20	cm	
	recubrimiento =	5	cm	
	d =	15	cm	
	$f^*_c =$	200	kg/cm ²	
	$f''_c =$	170	kr/cm ²	
	$\rho_b =$	0.020238		
	$\rho_{max} =$	0.015179		
	$\rho_{min} =$	0.002635		
DISEÑO POR FLEXION				
$M_u (-) =$	250200.0	kg-cm	$M_u (+) =$	167600.0 kg-cm
$\rho_{calc} =$	0.003057		$\rho_{calc} =$	0.002021
	$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$, OK			$\rho < \rho_{min}$, se usará ρ_{min}
$\rho_{diseño} =$	0.003057		$\rho_{diseño} =$	0.002635
$\Delta S =$	4.59	cm ²	$\Delta S =$	3.95 cm ²
	Usando var #	3		Usando var # 3
	$a_o =$	0.71		$a_o =$ 0.71
	s =	15.5		s = 18.0
USAR VAR #3 @ 15 cm EN AMBOS SENTIDOS				
REVISIÓN POR CORTANTE				
	$V_u =$	3901	kg	
	$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^*_c}$		=	8485.28 kg
	V_{CR}	>	V_u	
	PASA			

CAPITULO III.- PROCESO CONSTRUCTIVO DEL BIODIGESTOR

CAPITULO III.- PROCESO CONSTRUCTIVO DEL BIODIGESTOR

En este capítulo se aborda el procedimiento empleado en la construcción del biodigestor de manera específica, y estará apoyada por una fotografía así como la descripción del trabajo realizado.

Retiro de material arcilla agrícola producto de la excavación

En el proceso constructivo se retiró 40.5m³ de tierra, por la altura del biodigestor y en el estudio de mecánica de suelos se recomendó excavar 1.5 metros y mejorar el terreno con una plantilla de concreto pobre 100kg/cm², además se recomendó una compactación antes de colocar la plantilla de concreto pobre.

Retirado de material producto de la excavación ejecutada y ese material llevado al banco de tiro.



Fotografía 1 Área de la obra



Fotografía 2 Acarreo

Como se puede observar se realizó el acarreo del material producto de excavación fuera de la obra, en un área donde nos fue permitido realizar

Compactación

Compactación del suelo de arcilla común agrícola encontrada en el sitio de construcción, la ejecución se llevó a cabo con maquinaria menor, siendo esta una compactadora bailarina, se compactaron 36m² en el proceso se humedeció el arcilla para obtener una compactación óptima.



Fotografía 3 Afine

Se sacaron niveles y se afino la excavación de manera que se obtuviera un lecho de excavación homogéneo.



Fotografía 4 Compactación y nivelación

Después del afine se procedió a dar una primera compactación con el fin de acomodar el suelo y darle forma al lecho de la excavación.



Fotografía 5 Compactación



Fotografía 6 Adición de agua para compactación óptima

Se le adiciono agua a la superficie a compactar hasta lograr la humedad necesaria para lograr la compactación optima

Mejoramiento del suelo con una plantilla de concreto con resistencia 100kg/cm², hecha en campo, donde se desplantara nuestra estructura, el total de concreto utilizado fue 1.8m³.



Fotografía 7 Preparación de concreto in situ

Se preparó el concreto de la plantilla en el lugar de la obra, procediendo a vaciarlo para su colocación, para después realizar su compactación hasta obtener el espesor deseado.



Fotografía 8 Colocación de plantilla de concreto



Fotografía 9 Plantilla terminada

Trazo de nuestro armado que llevara lleva varilla #3 corrugada grado -42

Ficha técnica de nuestro acero de refuerzo utilizado

La Varilla Corrugada Grado-42 cumple con la norma mexicana NMX-C-107, así como con la norma estadounidense ASTM-A-615 / A 615M en sus grados 40 y 60.

A pedido se ofrece la varilla corrugada con características químicas y físicas especiales para diferentes niveles de soldabilidad y ductilidad, como la Norma Mexicana NMX-B-157 grado 42, BS 4449 grado 460, ASTM-A-706 grado 60, CAN/CSA - G30.18-M92 grado 400W entre otras.

La varilla corrugada cumple ampliamente con los sistemas de calidad avalados bajo ISO 9001:2000 así como el UK CARES y KITERMARK LICENSE.

N° DESIGNACIÓN	GRABRE		PESO NOMINAL		ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MM²	PERÍMETRO NOMINAL	ESPACIAMIENTO MAX. CORRUGACIÓN	ALTURA MIN. CORRUGACIÓN	COSTILLA MÁXIMA
	mm	mm	kg/m	lb/cds					
1	9/8	9.5	0.569	0.376	71	19.6	6.7	0.4	2.6
2	1 1/8	11.7	0.694	0.462	127	19.6	8.0	0.5	3.8
3	1 3/8	13.9	0.88	0.578	152	20.0	11.0	0.7	5.1
4	1 1/2	15.7	1.045	0.681	185	20.0	12.2	1.0	7.4
5	1 5/8	17.5	1.215	0.789	217	20.0	13.5	1.2	8.7
6	1 7/8	19.7	1.475	0.970	267	20.0	15.0	1.4	10.0
10	2 1/2	26.7	2.215	1.432	424	20.0	22.2	1.6	14.0
12	3 1/8	36.1	3.045	1.968	610	20.0	26.7	1.8	18.0

NORMA	NMX-C-107	NMX-B-157	NORMA	NMX-C-107	NMX-B-157
PROPIEDADES	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 42
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/mm²)	400 (50) MIN.	618 (52) MIN.	400 (50) MIN.	618 (52) MIN.	618 (52) MIN.
LÍMITE DE FLUENCIA MIN. (kg/cm²)	294 (30)	412 (42)	294 (30)	412 (42)	412 (42)
ALARGAMIENTO EN 2% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 5% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 10% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 20% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 30% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 40% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 50% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 60% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 70% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 80% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 90% (MIN. 200)	10	10	10	10	10
ALARGAMIENTO EN 100% (MIN. 200)	10	10	10	10	10

1. La resistencia a la tracción se mide en kg/mm² y en lb/in².
2. El límite de fluencia se mide en kg/cm² y en lb/in².
3. El alargamiento se mide en % y en in/in.
4. El peso nominal se mide en kg/m y en lb/cds.
5. El espaciamiento máximo de la corrugación se mide en mm y en in.

En el proceso constructivo requirió el biodigestor 2.5 toneladas de acero al colocar nuestro armado fue doble emparrillado, a cada 15cm de distancia, minuciosamente cuidando los dobles tales que no afectaran nuestro límite plástico del acero y además fuimos rotando los traslapes ya que por las dimensiones del biodigestor a construir, se tenía que hacer demasiados traslapes así garantizando que nuestra estructura no tendría un punto donde pudiera ocasionar problemas constructivos y apegándonos a las normas mexicanas en los traslapes



Fotografía 10 Habilitado de Acero de refuerzo

En esta actividad participo una cuadrilla de
4 oficiales

2 ayudantes generales

Diarios se habilitaban alrededor de 300kg de acero de refuerzo

Teniendo una duración de 9 días dicha actividad

Es importante señalar que al tratarse de un recipiente de agua, en la construcción las varillas van continuas desde la losa y hasta los muros, por lo que se habilito de manera simultánea el acero de la losa de piso y los muros del biodigestor.

Al concluir con dicha actividad se inició con la siguiente etapa la cual consiste en colocar el molde (cimbra) para su posterior colado nuestro biodigestor para después empezar a colar nuestro biodigestor.



Fotografía 11 Habilidadado de Acero de refuerzo

En la etapa de cimbrado tomamos la decisión de no colarlo monolíticamente ya que por las dimensiones ha cimbrar 231m² de cimbra ya que por la delicadeza de la estructura y su acabado se tenía que cimbrar de forma aparente con triplay, entonces si se colaba monolíticamente se disparaba el costo y además la cimbra nada más sería a utilizar una sola vez y después se desperdiciaría, entonces se optó por minimizar el costo y optimizar nuestra madera a utilizar, se tomó la decisión de colarlo 3 veces la primera fue a una altura de 3.1metros la segunda sería a 2.25metros, y la tercera sería colar la losa con un peralte de 15cm losa maciza. Con acero #3@20cm, pero en esta decisión tomada se ocasionaría una junta fría, y ese es problema para nuestro biodigestor, pero para evitar filtraciones se reforzó con

una banda del proveedor Fester que es especial para dichas juntas frías, así solucionando este problema constructivo.

Cimbrado con triplay calibre 18, curado con aceite quemado.

Para amarrar nuestra cimbra y prevenir que se nos moviera y para garantizar la estabilidad de nuestra cimbra fue amarrada con alambrón

Es un producto de sección circular de superficie lisa o corrugada. Es producida bajo la Norma NTP 341.031-2008 especificación normalizada para barras de acero con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado. Cuenta con corrugas que permiten un mayor agarre al concreto y, al igual que las barras, es antisísmico grado 60.

En dicha actividad este fue el personal a necesitar

4 oficiales

2 ayudantes generales

En esta actividad se estuvo cimbrando diarios 50 m²

Con una duración de 5 días en dicha actividad.



Fotografía 12 Colocación de Cimbra Aparente



Fotografía 13 Tableros en Cimbra Aparente

Es importante observar que la cimbra está formado con tableros reforzados, con el fin de que esta sea resistente y no se deforme cuando se vierta el concreto. Además para garantizar el ancho del muro, se colocan unas grapas hechas con varilla de 3/8.



Fotografía 14 Cimbrado interior y exterior



Fotografía 15 Cimbrado interior

Para asegurar que nuestro armado no se movería se utilizaron pedazos de varilla de 15 cm, con la distancia de 5 cm lo que se dejó de recubrimiento estos se ponen sobre la plantilla y sobre ellos va el armado así procurando que no se nos moverá nuestro armado y quedara con el recubrimiento de concreto especificado y así cuidando nuestro acero que no esté a la intemperie ya que este se puede afectar en dicho caso.

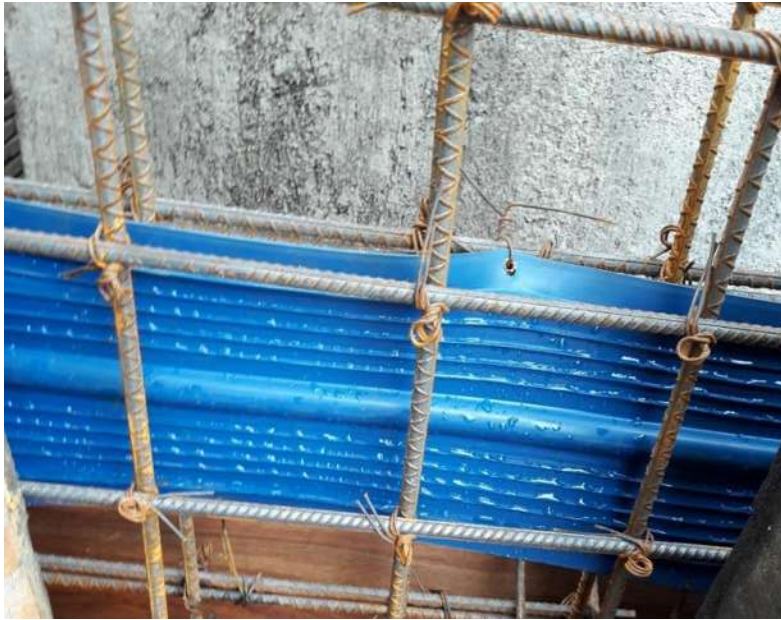


Fotografía 16 Armado de losa de piso



Fotografía 17 Cimbrado interior última etapa

Una vez cimbrado al 100 % se procedió a meter nuestra banda Fester de la cual se anexa la Ficha técnica



Fotografía 18 Colocación de Banda de PVC



Fotografía 19 Banda de PVC



Fotografía 20 Traslape de Banda de PVC



Fotografía 21 Verificación de la Banda de PVC



Fotografía 22 Banda de PVC



Fotografía 23 Verificación previa al colado

Después de haber colocado correctamente la banda Fester PVC, se procedió a colar nuestra primera parte, en la actividad participo personal.

Se utilizó un concreto premezclado 200kg/cm², con aditivos retardantes.

4 oficiales

6 ayudantes generales

Dicha actividad tuvo duración de 6hrs.

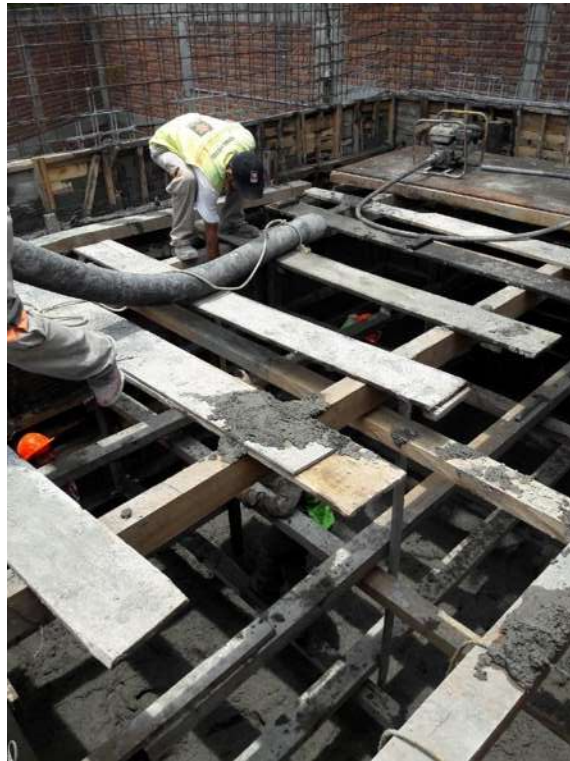
Se utilizaron 2 vibradores para garantizar que no queden burbujas de aire en el concreto y pudieran ocasionar problemas después



Fotografía 24 Inicio del colado de concreto premezclado



Fotografía 25 Colocación del concreto



Fotografía 26 Colocación de Concreto

En todo momento se estuvo cuidando la banda Fester, por su delicadeza al colocarla



Fotografía 27 Colocación de concreto



Fotografía 28 Concreto y banda de PVC



Fotografía 29 Concreto y Banda de PVC

Después se dejó que el concreto agarrara resistencia diario se curaba el concreto dos veces al día, esto para garantizar no hubiera fracturas, se dejó 8 días curando, después se procedió a retirar la cimbra,

En esta actividad de descimbrado participo el personal siguiente

4 oficiales

2 ayudantes generales

Duración de la actividad fue de 4 días.



Fotografía 30 Acabado de concreto



Fotografía 31 Curado de Concreto

CAPITULO IV.- PRECIOS UNITARIOS DEL BIODIGESTOR

CAPITULO IV.- PRECIOS UNITARIOS DEL BIODIGESTOR

El análisis de costos es un aspecto de gran relevancia en los trabajos de ingeniería, ya que este permite la factibilidad o no de la realización de los trabajos. Un costo elevado, conlleva la posibilidad de no obtener el contrato respectivo, ya sea por insuficiencia de fondos o por efectos de la oferta y demanda, es decir la competencia. Por otro lado, un costo bajo, puede llevar a la perdida de utilidad o incluso a la no terminación de los trabajos, con los consiguientes problemas legales.

Para este caso, se hace el análisis de costos del catálogo proporcionado por la contratante, el cual se realizó en opus, y mediante el uso del administrador de informes, se realizó una impresión virtual en archivos del tipo XLS, para poder ser incluidos dentro del presente trabajo.

El análisis de costos consta de los siguientes elementos:

- Catálogo de conceptos
- Análisis de precios unitarios
- Análisis de Básicos
- Análisis de Costos Horarios

Catálogo de Conceptos.

En el se incluye la clave del concepto, una descripción detallada del concepto de obra a realizar, la unidad de medición, la cantidad de obra a ejecutar, el precio unitario analizado, y costo por cada concepto. Para cuestiones de formalidad, se incluye el precio unitario con letra, y el impuesto sobre el valor agregado (IVA) del 16%.

Análisis de precios unitarios

En este apartado se analiza cada una de las actividades a realizar, desglosando cada uno de los materiales, mano de obra, equipo y costos básicos que se requieren para la ejecución del concepto, de manera que al final este sea funcional o en su caso, pueda permitir la continuación de la obra. Además, se le adicionan los cargos

indirectos, de financiamiento, de utilidad y los costos adicionales, que incluyen el impuesto sobre nómina.

Los costos indirectos consideran a todos aquellos costos que no pueden ser considerados dentro de la ejecución de los trabajos, al no ser un material, mano de obra o equipo, pero que son necesario para la ejecución de la obra, como el pago de la nómina del personal directivo, administrativo y de servicios, la renta de la oficina, bodegas, gasolinas, fianzas, etc.

El costo de financiamiento, es aquel que se genera producto de la diferencia en tiempo entre la ejecución del concepto y el pago del mismo, considerando para su cálculo un indicador económico oficial, en este caso la tasa TIIE a 28 días.

La utilidad considera la utilidad bruta a percibir la empresa, más el impuesto sobre la renta a pagar (30%) y el costo de la participación de los trabajadores en la utilidad (10%).

Los cargos adicionales, que incluyen el impuesto sobre nómina o ISN, formalmente llamado Impuesto sobre remuneraciones efectivamente pagadas es el que se considera en la ley de Hacienda del Estado de Michoacán de Ocampo 2% sobre la mano de obra y el costo de inspección y vigilancia del 0.50 %

Análisis de Básicos.

El análisis de básicos considera a todos aquellos materiales que son elaborados en obra, o que para su fabricación se requiere de otros materiales. Entre estos encontramos a los concretos, morteros, habilitado de acero, etc.

Costos Horarios.

El análisis de los costos horarios, incluye el análisis de costo de adquisición, de depreciación, de consumos como los combustibles, lubricantes, equipos especiales, llantas, la operación, así como el porcentaje de rescate. Se realiza para todos los equipos activos que intervienen en la obra.

A continuación, se presentan los documentos relativos al análisis de costos del presente trabajo:

CATALOGO DE CONCEPTOS

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE
				P.U	P.U. CON LETRA	
OBRA CIVIL. BIODIGESTOR RASTRO TIF						
01	LIMPIA TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA M2 DELTERRENO, INCLUYE REFERENCIAS ESTABLECIDAS EN CAMPO.		36.00	\$ 19.55	DIEZ Y NUEVE PESOS 55/100 M.N.	\$ 703.80
02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO. MECANICO EN M3 TERRENO TIPO "B" PARA ZANJAS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 2.00 M		73.50	\$ 141.91	CIENTO CUARENTA Y UN PESOS 91/100 M.N.	\$ 10,430.39
03	PLANTILLA DE CONCRETO F´C = 100 KG/CM2 DE M2 5 CMS DE ESPESOR		36.00	\$ 139.25	CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS 25/100 M.N.	\$ 5,013.00
04	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN, KG DIÁMETRO 3/8" F'y = 4200KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO, HABILITADO, ARMADO, TRASLAPES, SILLETAS (PLÁSTICO FTP SE 250 O SIMILAR), GANCHOS Y DESPERDICIOS.		3,210.62	\$ 39.64	TREINTA Y NUEVE PESOS 64/100 M.N.	\$ 127,268.98
05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M2 HIDRÁULICO F'C=250 KG/CM2 DE RESISTENCIA, CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL INC. COLOCACION, CURADO, ACABADO ANTIDERRAPANTE RAYADO, ACARREOS, EQUIPO ESPECIALIZADO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		35.36	\$ 566.20	QUINIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 20/100 M.N.	\$ 20,020.83
06	CIMBRA CON MADERA DE 3a., INCLUYE: M2 MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS.		261.60	\$ 267.24	DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS 24/100 M.N.	\$ 69,909.98
07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BANDA DE M PVC DE 15 CMS DE ANCHO MARCA FESTER O SIMILAR		97.84	\$ 182.51	CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 51/100 M.N.	\$ 17,856.78
08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIAS DE LOTE PVC, CONEXIONES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR		1.00	\$ 1,209.43	UN DOSCIENTOS NUEVE PESOS 43/100 M.N.	\$ 1,209.43
SUBTOTAL						\$ 252,413.19
IVA 16%						\$ 40,386.11
TOTAL						\$ 292,799.30

ANALISIS DE CONCEPTOS PREPONDERANTES

LIMPIA TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DEL TERRENO, INCLUYE REFERENCIAS ESTABLECIDAS EN CAMPO.					
01	M2				
CLAVE	Materiales	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
EST	ESTACA DE MADERA	PZA	0.26000	15.00	3.90
HILO	CARRETE DE HILO DE PLASTICO PARA TRAZO CALIBRE 10	ROL	0.00200	30.00	0.06
CAL	CALHIDRA EN SACO	TON	0.00025	1,200.00	0.30
Importe de Materiales		28.27%		SUBTOTAL	4.26
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD010	CUADRILLA # 10 (1 AUXILIAR DE TOPOGRAFO + 2 CADENEROS)	JOR	0.01000	1,004.52	10.05
Importe de Mano de Obra		66.69%		SUBTOTAL	10.05
CLAVE	Equipo	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
EST TOT S	ESTACION TOTAL MARCA TOPCOM	HR	0.04000	18.95	0.76
Importe de Equipo		5.04%		SUBTOTAL	0.76
Costo					
Directo					15.07
Indirectos					2.26
Subtotal					17.33
Financiamien					
to					0.26
Subtotal					17.59
Utilidad					1.58
Subtotal					19.17
Cargos					
Adicionales					0.38
PRECIO UNITARIO					19.55
DIEZ Y NUEVE PESOS 55/100 M.N.					

EXCAVACIÓN CON EQUIPO. MECANICO EN TERRENO TIPO "B" PARA					
02	ZANJAS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 2.00 M				M3
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD NO 1	CUADRILLA No 1 (1 PEON)	JOR	0.06667	287.24	19.15
Importe de Mano de Obra		17.51%		SUBTOTAL	19.15
CLAVE	Equipo	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
RETRO 580L	RETROEXCAVADORA CASE 580 L MOTOR	HR	0.25000	360.96	90.24
	DIESEL 90 H.P.				
Importe de Equipo		82.49%		SUBTOTAL	90.24
Costo					
Directo					109.39
Indirectos		15.00%			16.41
Subtotal					125.80
Financiamien					
to		1.50%			1.89
Subtotal					127.69
Utilidad		9.00%			11.49
Subtotal					139.18
Cargos					
Adicionales		2.50%			2.73
PRECIO UNITARIO					141.91
CIENTO CUARENTA Y UN PESOS 91/100 M.N.					

03 PLANTILLA DE CONCRETO F' C = 100 KG/CM2 DE 5 CMS DE ESPESOR M2					
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD NO 41 CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)		JOR	0.04167	744.76	31.03
Importe de Mano de Obra		28.91%		SUBTOTAL	31.03

ANEXO

ANALISIS DE CONCEPTOS PREPONDERANTES

OBRA:				HOJA: 2.00	
FECHA: 05/08/2017				DE:	
LICITANTE:					
No. DE					
CONCURSO					
:					
CLAVE	Auxiliares	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CONCRETO					
100	CONCRETO HIDRAULICO DE F´C = 100	M3	0.05050	1,511.12	76.31
	KG/CM2				
Importe de Auxiliares		71.09%		SUBTOTAL	76.31
Costo					
Directo					107.34
Indirectos		15.00%			16.10
Subtotal					123.44
Financiamien					
to		1.50%			1.85
Subtotal					125.29
Utilidad		9.00%			11.28
Subtotal					136.57
Cargos					
Adicionales		2.50%			2.68
PRECIO UNITARIO					139.25

CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS 25/100 M.N.

04	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN, DIÁMETRO 3/8" Fy = 4200KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO, HABILITADO, ARMADO, TRASLAPES, SILLETAS (PLÁSTICO FTP SE 250 o SIMILAR), GANCHOS Y DESPERDICIOS.				
	KG				
CLAVE	Materiales	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
ALREC18	ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG	0.02682	21.55	0.58
VARILLA#3	VARILLA FY=4200 KG/CM² # 3 (3/8")	KG	1.08500	25.00	27.13
Importe de Materiales		90.67%		SUBTOTAL	27.71
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD NO 3	CUADRILLA No 3 (1 FIERRERO Y 1 AYUDANTE DE FIERRERO)	JOR	0.00357	797.50	2.85
Importe de Mano de Obra		9.33%		SUBTOTAL	2.85
Costo					
Directo					30.56
Indirectos					4.58
Subtotal					35.14
Financiamien					
to					0.53
Subtotal					35.67
Utilidad					3.21
Subtotal					38.88
Cargos					
Adicionales					0.76
PRECIO UNITARIO					39.64
TREINTA Y NUEVE PESOS 64/100 M.N.					

SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO HIDRÁULICO F'C=250 KG/CM2 DE RESISTENCIA, CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL INC. COLOCACION, CURADO, ACABADO ANTIDERRAPANTE RAYADO, 05 ACARREOS, EQUIPO ESPECIALIZADO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. M2					
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	CUAD NO 41 CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)	JOR	0.02000	744.76	14.90
Importe de Mano de Obra		3.41%		SUBTOTAL	14.90
CLAVE	Auxiliares	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CONCRETO					
250	CONCRETO HIDRAULICO DE F´C = 250	M3	0.20100	2,097.23	421.54
	KG/CM2				
Importe de Auxiliares		96.59%		SUBTOTAL	421.54
Costo					
Directo					436.44
Indirectos		15.00%			65.47
Subtotal					501.91
Financiamien					
to		1.50%			7.53
Subtotal					509.44
Utilidad		9.00%			45.85
Subtotal					555.29
Cargos					
Adicionales		2.50%			10.91
PRECIO UNITARIO					566.20
QUINIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 20/100 M.N.					

06	CIMBRA CON MADERA DE 3a., INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS.					M2
	CLAVE	Materiales	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	MADERA3/4	MADERA DE 3A. DE 3/4" x 8" x 8'	PT	2.15000	17.30	37.20
	MADERA3R					
	A	MADERA DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	2.85000	14.20	40.47
	CLAVO21/2	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.09300	225.00	20.93
	DIESEL	DIESEL	LT	0.50000	12.24	6.12
	Importe de Materiales		50.83%		SUBTOTAL	104.72
	CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	CUAD NO 4	CUADRILLA No 4 (1 CARPINTERO DE OBRA	JOR	0.12500	810.20	101.28
		Y 1 AYUDANTE DE CARPINTERO)				
	Importe de Mano de Obra		49.17%		SUBTOTAL	101.28
	Costo					
	Directo					206.00
	Indirectos					30.90
	Subtotal					236.90
	Financiamien					
	to					3.55
	Subtotal					240.45
	Utilidad					21.64
	Subtotal					262.09
	Cargos					
	Adicionales					5.15
	PRECIO UNITARIO					267.24
	DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS 24/100 M.N.					

07 SUMINISTRO Y COLOCACION DE BANDA DE PVC DE 15 CMS DE ANCHO					
MARCA FESTER O SIMILAR M					
CLAVE	Materiales	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
BANDA PVC BANDA DE PVC O SIMILAR DE 15 CMS DE ANCHO		M	1.05000	122.15	128.26
Importe de Materiales 91.17% SUBTOTAL 128.26					
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD NO 41 CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)		JOR	0.01667	744.76	12.42
Importe de Mano de Obra		8.83%	SUBTOTAL		12.42
Costo					
Directo					140.68
Indirectos		15.00%	21.10		
Subtotal					161.78
Financiamien					
to		1.50%	2.43		
Subtotal					164.21
Utilidad		9.00%	14.78		
Subtotal					178.99
Cargos					
Adicionales		2.50%	3.52		
PRECIO UNITARIO					182.51
CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 51/100 M.N.					

08		SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIAS DE PVC, CONEXIONES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR				LOTE	
CLAVE	Materiales		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	
TUB SANIT TUBERÍA SANIT. DE 6" DE DIÁMETRO 150							
15	MM		M	6.24000	60.00	374.40	
CODO PVC							
15	CODO DE PVC SANITARIO DE 15 CMS		PZA	6.00000	35.00	210.00	
COPLE PVC							
15	COPLE DE PVC DE 15 CMS DE DIAMETRO		PZA	2.00000	20.00	40.00	
Importe de Materiales			66.98%		SUBTOTAL		624.40
CLAVE	Mano de Obra		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	
CUAD NO 82 CUADRILLA No 82 (1 TUBERO + 1 PEON)			JOR	0.33333	923.59	307.86	
Importe de Mano de Obra			33.02%		SUBTOTAL		307.86
Costo							
Directo							932.26
Indirectos			15.00%		139.84		
Subtotal							1,072.10
Financiamien							
to			1.50%		16.08		
Subtotal							1,088.18
Utilidad			9.00%		97.94		
Subtotal							1,186.12
Cargos							
Adicionales			2.50%		23.31		
PRECIO UNITARIO							1,209.43
UN MIL DOSCIENTOS NUEVE PESOS 43/100 M.N.							

ANALISIS DE COSTOS HORARIOS

ANEXO

ESTACION TOTAL MARCA

TOPCOM

ESTACION TOTAL MARCA TOPCOM

DATOS GENERALES				
Va = Valor de adquisicion	120,000.00	Pn = Potencia nominal	0.00	HP
VII = Valor de llantas	0.00	Tipo de combustible		
Vn = Valor neto = Va-VII	120,000.00	CCo = Coeficiente de combustible	0.00	
Vr = Valor de rescate r= 20 =	24,000.00	Pc = Precio de combustible	0.00	/ litro
Ti = Tasa de interes	4.60 / año	Fo = Factor de operacion	1.00	
Ps = Prima de seguros	0.00 / año	Cc = Capacidad de carter	0.00	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.20	Tc = Tiempo de cambio de aceite	0.00	horas
Ve = Vida economica	6,950.00 horas	Fl = Factor de lubricante	0.00	
Ha = Tiempo trabajado por año	1,390.00 horas	Pa = Precio de aceite	0.00	/ litro
Nota: Las horas corresponden al tiempo efectivo de trabajo		Hv = Vida economica de llantas	0.00	horas

COSTOS FIJOS:		Inactiva	En espera
Depreciacion	$D = (Vn - (120,000.00 - Vr) / Ve) / 6$ $= 950.00$	11.05	11.05
Inversion	$I = ((Vn + 24,000.00) / (2H - 1))$ $a) Ti = (2 * 1,390.00)$	2.38	2.38
Seguros	$S = ((Vn * 0.00(120,000 + Ver) / 2) + 24,000.00) / (2 * 1,390.00)$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = Fm$ $x D = 0.20 * 13.81$	2.21	2.76
Subtotal		15.64	16.19
CARGOS POR CONSUMOS:		Inactiva	En espera
Piezas especiales	0.00/0.0000	0.00	0.00
Combustible	$C = Cco \times Fo \times Pn$ $x Pc = 0.0000 * 0.00$	0.00	0.00

	$L = (C_c / T_c + (F_o \times F_l) P_n)$		
Lubricantes	$P_a = 0.0000 \times 0.00$	0.00	0.00
	$V = V_{II} /$		
Llantas	$H_v = 0.00 / 0.0000$	0.00	0.00
Subtotal		0.00	0.00

	Inactiva	En espera
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA:	<u>15.64</u>	<u>16.19</u>

ANALISIS DE COSTOS HORARIOS

ANEXO

Maquin		2.
a:	RETRO 580L	Hoja 00
	RETROEXCAVADORA CASE 580 L MOTOR DIESEL 90 H.P.	Referencia:
Marca:	ND	Fecha:
Modelo		
:	ND	Clave:
		Formulo:
Empre		
sa:		

DATOS GENERALES					
Va = Valor de adquisicion	700,000.00	Pn = Potencia nominal	90.00	HP	
VII = Valor de llantas	0.00	Tipo de combustible			
Vn = Valor neto = Va-VII	700,000.00	CCo = Coeficiente de combustible	0.12		
Vr = Valor de rescate r= 10 =	70,000.00	Pc = Precio de combustible	12.24	/ litro	
Ti = Tasa de interes	4.60	Fo = Factor de operacion	1.00		
Ps = Prima de seguros	0.00	Cc = Capacidad de carter	13.00	litros	
Fm = Factor de mantenimiento	0.80	Tc = Tiempo de cambio de aceite	200.00	horas	
Ve = Vida economica	10,800.00	Fl = Factor de lubricante	0.00		
Ha = Tiempo trabajado por año	1,800.00	Pa = Precio de aceite	60.00	/ litro	
Nota: Las horas corresponden al tiempo efectivo de trabajo		Hv = Vida economica de llantas	0.00	horas	

COSTOS FIJOS:		Inactiva	En espera
Depreciacion	$D = \frac{Vn - Vr}{Ve} = \frac{700,000.00 - 70,000.00}{10,800.00}$	46.66	46.66
Inversion	$I = \frac{(Vn + Vr)}{2H} = \frac{0.05(700,000.00 + 70,000.00)}{(2 * 1,800.00)}$	9.83	9.83
Seguros	$S = \frac{(Vn + Ver)}{2} = \frac{0.00(700,000.00 + 70,000.00)}{(2 * 1,800.00)}$	0.00	0.00
Mantenimiento	$M = Fm \times D = 0.80 * 58.33$	37.33	46.66

Subtotal		93.82	103.15
CARGOS POR CONSUMOS:		Inactiva	En espera
Piezas especiales	0.00/0.0000	0.00	0.00
	V = VII /		
Llantas	Hv = 0.00/0.0000	0.00	0.00
	C =		
	Cco x		
	Fo x Pn		
Combustible	x Pc = 10.9980*12.24	0.00	40.39
	L=(Cc/		
	Tc+(Fo		
	xFl)Pn)		
Lubricantes	Pa = 0.3440*60.00	0.00	6.19
Subtotal		0.00	46.58
COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN		Inactiva	En espera
CUAD NO 113 727.04 O= So/Horas = 727.04/8.00			
CUADRILLA No 113 (1 OPERADOR DE MAQUINARIA PESADA + 1 AYUDANTE DE OPERADOR)		90.88	90.88
Subtotal		90.88	90.88

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA:	Inactiva	En espera
	<u>184.70</u>	<u>240.61</u>

ANALISIS DE COSTOS HORARIOS

ANEXO

REVOLVED		Hoja	3.00
Maquina: ORA			
REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPS-KOHLER R-10		Referencia:	
8 H.P. 1			
Marca: SACO	Fecha:		
Modelo: ND	Clave:		
		Formulo:	
Empresa:			

DATOS GENERALES				
Va = Valor de adquisicion	31,000.00	Pn = Potencia nominal	8.00	HP
VII = Valor de llantas	600.00	Tipo de combustible		Gasoli
Vn = Valor neto = Va-VII	30,400.00	CCo = Coeficiente de combustible	0.30	na
Vr = Valor de rescate r= 6 =	1,824.00	Pc = Precio de combustible	11.70	/ litro
Ti = Tasa de interes	4.60 / año	Fo = Factor de operacion	1.00	
Ps = Prima de seguros	0.00 / año	Cc = Capacidad de carter	3.00	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.90	Tc = Tiempo de cambio de aceite	90.00	hora s
Ve = Vida economica	4,200.00 horas	Fl = Factor de lubricante	0.01	
Ha = Tiempo trabajado por año	1,400.00 horas	Pa = Precio de aceite	60.00	/ litro
Nota: Las horas corresponden al tiempo efectivo de trabajo		Hv = Vida economica de llantas	4,000.00	hora s

COSTOS FIJOS:		Inactiva	En espera
Depreciacion	$D = \frac{(Vn - Vr) / Ve}{(Vn + Vr) / 2Ha + Ti}$ $= \frac{(30,400.00 - 0.00) / 4,200}{(30,400.00 + 0.00) / 2(1,400.00) + 4.60}$	5.44	5.44
Inversion	$I = \frac{(Vn + Vr) / 2Ha + Ti}{(Vn + Vr) / 2Ha + Ti}$ $= \frac{(30,400.00 + 0.00) / 2(1,400.00) + 4.60}{(30,400.00 + 0.00) / 2(1,400.00) + 4.60}$	0.53	0.53
Seguros	$S = \frac{(Vn + Vr) / 2Ha + Ti}{(Vn + Vr) / 2Ha + Ti}$ $= \frac{(30,400.00 + 0.00) / 2(1,400.00) + 4.60}{(30,400.00 + 0.00) / 2(1,400.00) + 4.60}$	0.00	0.00

Mantenimiento	M = Fm x			
	D =	0.90*6.80	4.90	6.12
Subtotal			10.87	12.09

CARGOS POR CONSUMOS:		Inactiva	En espera
Piezas especiales	0.00/0.0000	0.00	0.00
	V = VII /		
Llantas	Hv = 600.00/4000.0000	0.00	0.00
	C = Cco x		
	Fo x Pn x		
Combustible	Pc = 2.4000*11.70	0.00	8.42
	L=(Cc/Tc		
	+(FoxFI)		
Lubricantes	Pn)Pa = 0.1133*60.00	0.00	2.04
Subtotal		0.00	10.46

	Inactiva	En espera
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA:	<u>10.87</u>	<u>22.55</u>

ANALISIS DE COSTOS BÁSICOS O PRELIMINARES

OBRA:		HOJA: 1.00
FECHA:	05/08/2017	DE:
LICITANTE:		
No. DE CONCURSO:		

CONCRETO 100	CONCRETO HIDRAULICO DE F'C = 100 KG/CM2	M3			
CLAVE	Materiales	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CEMENTO NORMAL					
GRIS	CEMENTO GRIS NORMAL, TIPO I	TON	0.42	2,675.21	1,123.59
ARENA	ARENA	M3	0.48	200.00	96.00
GRAVA	GRAVA	M3	0.60	200.00	120.00
AGUA	AGUA	M3	0.23	20.00	4.66
Importe de Materiales		88.96		SUBTOTAL	1,344.25
CLAVE	Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CUAD NO 103	CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE	JOR	0.17	904.22	150.71
	REVOLVEDORA DE 1 SACO + 2 PEONES)				
Importe de Mano de Obra		9.97		SUBTOTAL	150.71
CLAVE	Equipo	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	REVOLVEDORA PARA CONCRETO				
REVOLVEDORA	MIPSA-	HR	0.33	48.48	16.16
	KOHLER R-10 8 H.P. 1 SACO				
Importe de Equipo		1.07		SUBTOTAL	16.16
COSTO DIRECTO:					1,511.12

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aún queda mucho por hacer en el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento en México, considerando el nivel de servicios con que se cuenta actualmente y las necesidades futuras que se pueden prever.

Garantizar que las aguas residuales generadas en las ciudades y en las comunidades rurales, lleguen de manera efectiva hasta las plantas de tratamiento es una prioridad. Por ello se debe garantizar que todos los habitantes tengan acceso a una forma segura de disponer de sus aguas, evitando problemas de salud sin afectar al medio ambiente y que garanticen la gestión integral de los recursos hídricos.

Para hacer esto posible, resulta importante que la inversión en la materia no se oriente únicamente hacia la construcción de grandes obras de drenaje profundo o plantas de tratamiento, sino que además garanticen los recursos suficientes para la operación y mantenimiento de la misma infraestructura, de tal forma que se evite su abandono y la capacidad instalada pueda mantenerse sin grandes variaciones.

Hasta ahora, las opciones centralizadas de saneamiento han sido la solución general para las grandes ciudades. No obstante, los costos de operación y electricidad van en aumento; y al presentarse alguna falla en el sistema, se puede impactar de gran forma sobre la sociedad, provocando inundaciones de aguas negras en zonas conurbadas, descarga directa a cuerpos de agua y riego de cultivos que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de las personas. Por esta razón, los sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales deben considerarse como una forma alternativa y a la vez holística de superar estos problemas.

Se puede decir que los principales beneficios del tratamiento del agua residual se consideran intangibles y difíciles de valorar económicamente. El tratamiento de aguas residuales es un proceso productivo cuyo producto es el agua tratada, siendo una de sus finalidades la mejora del ambiente y de las condiciones sociales, al reducir el abatimiento de los cuerpos de agua. Por esta razón, el reúso debe ser una práctica común, informando a los usuarios acerca de los beneficios de usar

agua residual tratada y sobre todo destacar en el reúso agrícola los beneficios económicos.

Finalmente, resulta importante la coordinación y el trabajo conjunto de los tres órdenes de gobierno, la iniciativa privada y la sociedad.

BIBLIOGRAFIA

Caballero, M. E. (2017). *Memoria de Calculo Estructural*.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (25 de 01 de 2013). *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacep/e/servi.html>

Comisión Nacional del Agua . (2011). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. (2003). *Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y Lodos Producidos*. México D.F.: Comisión Nacional del Agua.

Comisión Nacional del Agua. (2014). *Estadísticas del Agua*. Mexico D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales . (2014). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*.

ANEXOS

FESTER BANDA FLEXIBLE DE PVC



Sello retenedor de agua en juntas frías

Cloruro de polivinilo (PVC) en forma de tira continua, flexible y con elasticidad.

CUMPLE NORMA CRD 572

CARACTERÍSTICAS

Excelente resistencia al ataque de aguas negras, de mar
Resistencia al deterioro por intemperismo y abrasión mecánica
Facilidad de manejo en obra, colocación y vulcanizado.
Fácil fijación al acero de refuerzo.
Soporta movimiento estructural.

USOS

Para hermetizar juntas frías en estructuras

APLICACIÓN



Selección de la banda

Ancho máximo: El ancho de la BANDA no debe ser mayor al espesor del elemento de concreto en que será colocada.

Ancho mínimo: Para lograr un anclaje correcto dentro del concreto, el ancho de la BANDA no debe ser menor a seis veces el tamaño del agregado máximo, más el ancho de la misma junta.

Ejemplo: En una junta de 1" donde el agregado máximo del concreto será de 3/4", el ancho mínimo de la BANDA debe ser: $(6 \times 3/4") + 1" = 5 \frac{1}{2}"$. La BANDA no debe ser menor de 5 1/2".

Agregado máximo del concreto:

Ø	6	Ancho	BANDA
3	4	5 1/2"	6"
1	1	13.97	15.2

1	6	7"	7.5"
2	1	17.78	19.0

Cómo localizar el punto correcto de colocación de la BANDA

La distancia de la superficie del concreto en contacto con agua, al punto donde la BANDA será colocada, no debe ser menor a la mitad del ancho de la BANDA. Ejemplo: En una losa de 30 cm. de peralte en la que deberá usarse BANDA de 6" (15 cm.), ésta debe ser colocada a una distancia mínima de 7.5 cm. de la superficie.

La distancia mínima entre el fierro de refuerzo en el concreto y la BANDA, debe ser dos veces el tamaño del agregado máximo.

HERRAMIENTA
Solera o machete
Soplete

Ejemplo: En un concreto con agregado máximo de 1 1/2", la distancia entre el fierro y la BANDA debe ser de 3" (7.5 cm.) mínimo.

Tipo de juntas

Junta de Contracción: Su función es permitir que la losa se abra precisamente en este lugar cuando el concreto se contrae.

Junta de Expansión: Permiten al concreto expandirse o contraerse debido a variaciones en la temperatura y humedad ambiente. Estas juntas deben contener relleno comprimible FEXPAN, para absorber los movimientos de expansión del concreto.

Cómo colocar y fijar las BANDAS

En Juntas Verticales: Sujete la BANDA al fierro de refuerzo con alambre a través de los ojillos; una vez tensa y estando en su posición definitiva, proceda al colado.

En Juntas Horizontales: Se deberá fijar primero el bulbo central de la BANDA entre dos tramos de cimbra. Además, para asegurar su perfecta colocación, se amarrará la BANDA al acero de refuerzo a través de los ojillos.

Cómo unir las BANDAS

Corte a escuadra los extremos de las BANDAS por unir.

Caliente una solera, machete o cualquier otro objeto metálico apropiado mediante un soplete o a fuego directo.

Coloque los extremos de las dos BANDAS por unir en contacto con el metal caliente y cuando éstas comiencen a derretirse, retire

el objeto metálico y junte de inmediato las dos puntas hasta que se enfríen. Cerciórese que la unión quede bien adherida.

PRECAUCIONES

Utilice equipo de seguridad.
No se deje al alcance de los niños.

INFORMACIÓN IMPORTANTE

No clave la banda contra elementos de madera.
Las bandas deben vulcanizarse en todas sus uniones y nunca traslaparse.

ENVASEY EMBALAJE

PRESENTACIÓN	Rollo 25 m lineales
COLOR	Azul
ALMACENAJE	Consérvese en un lugar seco, fresco y protegido de los rayos solares
CADUCIDAD	12 meses
ESTIBA MÁXIMA	Rollo: 2 piezas superpuestas

PROPIEDADES ECOLÓGICAS

LEED

Este producto cumple con los requisitos del crédito 5.1 de Materiales y Recursos (MRc5) debido al lugar en donde se produce. Lugar de producción: Carretera Panamericana Km. 312 Tramo Libre Celaya-Salamanca, Guanajuato CP. 36700.

Para verificar el radio de 800 km. por favor consulte la página www.fester.com.mx

BANDA FLEXIBLE DE PVC FESTER, contribuye a incrementar la demanda de materiales y productos de construcción que se extraen y se fabrican en la región, apoyando la reducción del impacto ambiental del transporte.

Este producto cumple con los requerimientos de bajas emisiones del crédito 4.2 de Calidad de Ambiente Interior (IEQc4.2)

BANDA FLEXIBLE DE PVC FESTER, contribuye a mejorar la calidad del medio ambiente, reduce la cantidad de contaminantes que tienen mal olor, son irritantes y dañinos para el bienestar de los trabajadores y ocupantes, el contenido de VOC es cero.



PRESENTACIÓN

ANCHO ENTRE SEMIBULBOS LATERALES		LONGITUD APROXIMADA DE LOS ROLLOS	PESO x m
cm	Pulgadas		
15	6	25 m lineales	1059.26 gr mínimo
19	7 1/2	25 m lineales	1312.91 gr mínimo
22.9	9	25 m lineales	2046.23 gr mínimo

Separación entre ojillos: 30 cm entre ojillo y ojillo en la misma lengüeta; debido a su colocación alternada, resultan puntos de sujeción a cada 15 centímetros.

Nota: estos tipos de BANDAS FESTER son estriadas, con semi-bulbos laterales y bulbo central. (Ver foto en página 1)

PROPIEDADES FÍSICAS

PROPIEDADES	METODO ASTM	ESPECIFICACIÓN	VALORES TÍPICOS FESTER
Dureza shore "A"	D - 2240	75 - 85	77
Resistencia a la tensión (kg / cm ²)	D - 638	123.20 mínimo	146
Porcentaje de elongación (%)	D - 638	280 mínimo	350
Efecto de alcalinidad a 7 días (%)		Cambio de peso (%) de -0.10 a + 0.25	+0.09
	CRD - C - 572 - 7.2	Cambio en dureza +/- 5% máximo	2%
Extracción acelerada a 14 días	CRD - C - 572 - 7.1		147
Peso específico	D - 792		1.35
Máxima absorción	ASTM - 570		0.15

Nota: los datos incluidos fueron obtenidos en condiciones de laboratorio, a 24°C +/- 1 y 50% de humedad relativa. Consulte ficha técnica de: Fester Fexpan

Henkel Capital S.A. de C.V.,



Boulevard Magnocentro No 8, Piso 2, Col. Centro Urbano Interlomas, Huixquilucan, Estado de México, CP 52760

Atención al consumidor: 01800-FESTER7 web.fester@henkel.com www.fester.com.mx