



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA  
RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA MARIPOSA MONARCA EN EL  
ESTADO DE MICHOACÁN

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA CIVIL

PRESENTA

ADRIANA FLORES RAMÍREZ

DIRIGIDA POR

BENJAMÍN LARA LEDESMA  
DOCTOR EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE

Morelia, Michoacán. Noviembre 2017

---

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres que son parte fundamental en mi vida y en cada uno de mis logros, sin su apoyo no hubiera sido posible terminar la carrera.

A mis hermanos por ser parte de mi vida, por su apoyo y motivación cuando pensé que no podría avanzar más y lograr todo lo que me había propuesto.

A todos y cada uno de mis profesores me que ayudaron cada vez que lo necesite, por transmitirme su conocimiento no sólo de la carrera sino sobre la vida misma, por compartir sus experiencias.

Al Dr. Benjamín Lara Ledesma por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y ser uno de los mejores profesores que tuve durante mis estudios en la Facultad de Ingeniería Civil.

Al Dr. Hugo Alejandro Tzintzún Flores por ayudarme y apoyarme durante la realización de este trabajo de investigación y por ser uno de mis profesores de esta maravillosa profesión, por ser más que un profesor, un amigo.

A todos mis compañeros y amigos por todos los momentos que compartimos, por ayudarme cuando lo necesite y motivarme a seguir hasta lograr vencer cada uno de los obstáculos que se me presentaron.

---

## RESUMEN

Durante el desarrollo de las comunidades, sus servicios se inician con un abastecimiento precario de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en pro de su economía. Como consecuencia se presenta la descarga de las aguas servidas o aguas residuales, por lo cual se requiere de un sistema de alcantarillado que proporcione servicio a las casas habitación, a los comercios y, si es el caso, a la industria de la comunidad.

Los sistemas de alcantarillado son una parte esencial de la infraestructura de una comunidad, ya que son los encargados de transportar las aguas residuales o escurrimientos pluviales, hasta el sitio en el que recibirán tratamiento para su reutilización.

Como en todo proyecto de ingeniería, se busca que la red sea eficiente, segura, económica y durable, por lo cual se deben de plantear las alternativas necesarias, considerando los aspectos constructivos y los costos de inversión para cada una de ellas con el propósito de seleccionar la alternativa que asegure el funcionamiento y la durabilidad adecuada con el mínimo costo integral.

Durante el desarrollo de este trabajo nos enfocaremos al diseño de la red de alcantarillado de la comunidad El Asoleadero, municipio de Ocampo, Michoacán. Se seleccionó esta comunidad por ser una de las comunidades que reciben más turistas al año al estar cerca del mirador “El Rosario” que es una de las zonas donde hiberna la mariposa monarca.

Se estima que un periodo de cinco meses reciben cerca de 140 000 visitantes en esta zona, por lo cual es de suma importancia contar con una red de alcantarillado adecuada para evitar un gran impacto ambiental que afecte el hábitat de la mariposa monarca, la cual es la principal atracción turística que impulsa el desarrollo económico de las poblaciones cercanas.

Palabras clave: Agua Potable, Agua Residual, Normatividad.

---

## ABSTRACT

During the development of the communities, his services begin with a precarious supply of drinkable water and are satisfying his needs with base in works staggered in favor of his economy. Since consequence appears the unload of the served waters or wastewater, by which there is needed of a system of sewer that it provides service to the dwellings, to the trades and, if it is the case, to the industry of the community.

The systems of sewer are an essential part of the infrastructure of a community, since they are the managers of transporting the wastewater or rain runoffs, up to the site in which they will receive treatment for his reutilization.

Since in any project of engineering, there is looked that the network is efficient, sure, economic and durable, for which they must raise the necessary alternatives, considering the constructive aspects and the costs of investment for each of them with the intention of selecting the alternative that assures the functioning and the permanence adapted with the minimal integral cost.

During the development of this work we will focus on the design of the network of sewer of the community El Asoleadero, municipality of Ocampo, Michoacán. This community was selected for being one the communities that more tourists receive a year on having been near the observatory “El Rosario” that is one of the zones where hibernate the butterfly monarch.

It estimates that a period of five months receive near 140 000 visitors in this zone, for which performs supreme importance to possess a network of sewer adapted to avoid a great environmental impact that monarch affects the habitat of the butterfly, which is the principal tourist attraction that stimulates the economic development of the nearby populations.

Key words: Potable water, Wastewater, Normativity.

---

# ÍNDICE

Agradecimientos.....	2
Resumen .....	3
Abstract.....	4
Índice .....	4
<b>Capítulo I. Antecedentes del uso y gestión del agua en México y en las áreas protegidas .....</b>	<b>6</b>
Antecedentes de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca .....	7
Usos del agua en México .....	10
La gestión del agua en México .....	14
La gestión del agua antes de 1992.....	14
Un federalismo arraigado.....	15
La centralización .....	16
La gestión pública del agua.....	16
Tendencias contemporáneas.....	17
La descentralización .....	18
La democratización .....	19
La liberalización.....	19
<b>Capítulo II. Características del agua residual.....</b>	<b>20</b>
Agua residual.....	21
Características de las aguas residuales .....	23
<b>Capítulo III. Uso del agua en la reserva de la biosfera de la mariposa monarca .....</b>	<b>28</b>
Características de las localidades dentro de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca. ....	29
<b>Capítulo IV. Propuesta de la gestión del agua residual .....</b>	<b>38</b>
Conclusiones y recomendaciones.....	57
Bibliografía.....	58
Anexo A .....	61
Anexo B .....	63
Anexo C.....	73

---

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES DEL USO Y GESTIÓN DEL AGUA EN MÉXICO Y EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS**

---

## Antecedentes de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca

La reserva se encuentra ubicada en los límites del Estado de Michoacán y el Estado de México, Figura 1. Es parte de los municipios de Aporo, Angangueo, Contepec, Ocampo, Senguio y Zitácuaro, en Michoacán; Donato Guerra, San Felipe del Progreso, Temascalcingo y Villa de Allende en el Estado de México. Tiene una superficie total de 56 259 ha en la cual se establecen cinco zonas núcleo las cuales son: Sierra Chincua, Sierra El Campanario, Chivatí–Huacal, Cerro Pelón y Cerro Altamirano.



Figura 1. Ubicación de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca (Yañez, 2014)

Los primeros intentos para proteger la zona fueron solamente para la conservación de los hábitos migratorios de la mariposa monarca. Posteriormente el 9 de abril de 1980 fue decretada como zona de reserva y refugio de la fauna silvestre por el presidente José López Portillo. Cuando comenzó la administración de Miguel de la Madrid la SEDUE se encargó de la reserva y le asignó la categoría de reserva especial de la biosfera.

El 9 de octubre de 1986 se promulga un decreto por el Ejecutivo Federal, en el que se declaran “áreas naturales protegidas para los fines de migración, invernación y reproducción de la mariposa monarca así como la conservación de sus condiciones ambientales”. En este decreto, se precisa la superficie y la zonificación actual.

La reserva tiene características que hacen diferente a cada uno de los santuarios, las principales actividades en la zona son: agricultura, ganadería, estas actividades son mínimas y son de autoconsumo, pero a pesar de estar prohibida la tala del bosque, ésta se sigue dando clandestinamente por la población porque necesita de combustible.

En estas zonas núcleo, Figura 2, solamente en dos existen instalaciones, en Sierra Chincua se encuentra el centro de investigación para la mariposa monarca y un vivero para fines de reforestación. En el Cerro El Campanario hay instalaciones de utilidad para los turistas.



Figura 2. Instalaciones en los miradores establecidos de la mariposa monarca (Posta, 2016)



---

La reserva está constituida esencialmente por bosques de oyamel o abeto, su composición conforma las características físicas ideales para que la mariposa monarca complete su ciclo de vida en la estación invernal. Así mismo el clima de la región es el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, la temperatura más elevada es cercana a los 22 °C, y por su altitud, permite la existencia de tres zonas meso-climáticas predominantes: fresca-subhúmeda, semifrías-subhúmeda y fría-subhúmeda.

La altitud y lo quebrado del relieve de la zona la vuelven una importante zona de captación y recarga acuífera, que funciona como parteaguas de los dos principales sistemas hidrográficos del país, las cuencas del Lerma y del Balsas.

Las principales amenazas en la reserva son:

- Asentamientos humanos
- Tala clandestina
- Incendios
- Plagas forestales
- Erosión
- Cacería
- Actividad turística

Para las cuales existen estudios y proyectos: monitoreo de la mariposa monarca, diagnóstico forestal, reforestación y prevención de incendios, ecoturismo, estufas rurales, estudio de factibilidad para la creación de una empresa forestal, deslinde y amojonamiento, divulgación y proyectos de educación ambiental.

Dentro de la reserva trabajan instituciones como la SEMARNAT con el fin de conservar la zona (CONABIO, 2007).

## Usos del agua en México

Antes de comenzar a describir la distribución y usos del agua en México, definiremos que es el agua, Figura 3. El agua es un recurso hídrico que se encuentra en la naturaleza, la podemos encontrar en tres estados: sólido (hielo), líquido (ríos, manantiales, lagos, mares, océanos, depósitos subterráneos) y gaseoso (el vapor que se encuentra en la atmósfera). El agua se encuentra formada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno. (INEGI, 2016).



Figura 3. *El agua* (UG, 2015)

El agua se utiliza para prácticamente todas las actividades humanas, ya sea para sustituir o producir e intercambiar bienes y servicios. En el registro público de derechos del agua (REDPA), se tienen registrados los volúmenes concesionados a los usuarios de aguas nacionales, Tabla 1. En dicho registro se tienen clasificados los usos del agua en 12 rubros, mismos que para fines prácticos se han agrupado en cinco grandes grupos, cuatro de ellos corresponden a uso consuntivo (existe consumo de agua), es decir, el agrícola, el abastecimiento público, la industria autoabastecida y las termoeléctricas, y por último el hidroeléctrico, que se contabiliza aparte por corresponder a un uso no consuntivo (no consumen agua). (CONAGUA, 2010).

Tabla 1. *Usos consuntivos, según origen del tipo de extracción, 2008* (CONAGUA, 2010)

Uso	Origen		Volumen total	Porcentaje de extracción
	Superficial	Subterráneo		
Agrícola <sup>a</sup>	40.7	20.5	61.2	76.8
Abastecimiento público <sup>b</sup>	4.2	7.0	11.2	14.0
Industria autoabastecida <sup>c</sup>	1.6	1.6	3.3	4.1
Termoeléctricas	3.6	0.4	4.1	5.1
<b>TOTAL</b>	<b>50.2</b>	<b>29.5</b>	<b>79.8</b>	<b>100.0</b>

NOTA: 1 km<sup>3</sup> = 1 000 hm<sup>3</sup> = mil millones de m<sup>3</sup>.

Los datos corresponden a volúmenes concesionados al 31 de diciembre de 2008.

<sup>a</sup> Incluye los rubros agrícola, pecuario, acuacultura, múltiples y otros de la clasificación del REDPA. Incluye asimismo 1.30 km<sup>3</sup> de agua correspondientes a Distritos de Riego pendientes de inscripción.

<sup>b</sup> Incluye los rubros público urbano y doméstico de la clasificación del REDPA.

<sup>c</sup> Incluye los rubros industrial, agroindustrial, servicios y comercio de la clasificación del REDPA.

FUENTE: CONAGUA. Subdirección General de Administración del Agua.

---

✓ Uso agrícola y ganadero

El principal uso del agua en México es para el riego de los campos, Figura 4 y como parte de la alimentación de los animales, Figura 5, México ocupa el sexto lugar mundial en superficie con infraestructura de riego, en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado. (CONAGUA, 2010).



Figura 4. *Uso del agua para riego de los campos (Agricultores, 2016)*



Figura 5. *El agua para cría de ganado (Barreiro, 2013)*

---

✓ Abastecimiento público

Incluye la totalidad del agua entregada a través de las redes de agua potable que consumimos en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal. En la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc. Figura 6.



Figura 6. *Usos domésticos del agua* (Jiménez, 2015)

✓ Uso industrial

En las industrias, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción, etc. Figura 7.



Figura 7. *El agua en la industria* (Bascañana, 2015)



---

✓ Uso hidroeléctrico

Aprovechamos el agua para producir energía eléctrica. En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas. Figura 8.



Figura 8. *El agua para generar energía (Belling, 2015)*

✓ Ocio

En piscinas, parques acuáticos, en ríos o mareas practicando diferentes deportes como natación, surf, etc. (Ávila, 2003). Figura 9.



Figura 9. *El agua para el ocio*

---

## **La gestión del agua en México**

Hace algunos años el gobierno mexicano declaró el tema del agua como una problemática nacional, aunque en general el país no carezca de agua, la desigualdad en la repartición del recurso hídrico en el territorio nacional, su contaminación y la falta de mantenimiento en la infraestructura hidráulica son causas de su escasez.

Considerada como un bien común había sido administrada por organismos públicos responsables de velar por el interés de la población.

La gestión del agua en México ha evolucionado a través de los años, un momento histórico que marco esta evolución fue un modelo de gobierno centralista en el cual la administración pública del recurso era responsabilidad de las instituciones federales, un segundo momento fue marcado por un modelo de gobierno basado en la descentralización y la democratización de la gestión del recurso hídrico, así como su privatización.

## **La gestión del agua antes de 1992**

Durante el periodo de la presidencia de Lázaro Cárdenas México entró en la era moderna, periodo que se caracterizó por la nacionalización de varios recursos y la protección económica, durante un periodo aproximado de setenta años el país vivió bajo un gobierno centralizado autoritario de un partido político. En la década de los años ochenta se pudo observar una alternación política con una diversificación de políticos y multiplicación de grupos sociales constituidos.

A principios de los años ochenta México conoce un crecimiento económico acelerado, estimulado por la industrialización y el proteccionismo estatal, a esta etapa se le llamó el milagro económico. En 1981 con la caída del precio del petróleo y el aumento de las tasas de interés México entró en un periodo de crisis que afectó todos los sectores económicos, por lo cual se vio obligado a pedir un financiamiento a instituciones internacionales. Esta ayuda implicó la modificación de las instituciones mexicanas.

México no carece de aguas dulces pues se considera que tiene una disponibilidad de 4 573 metros cúbicos anuales por habitante (según datos de la CONAGUA, 2006). Las aguas superficiales están clasificadas desde los años setenta en setecientos veintiocho cuencas hidrográficas, éstas fueron clasificadas en 37 regiones hidrológicas y recientemente subdivididas en 13 regiones hidrológicas administrativas. El país cuenta con aguas subterráneas que son consideradas como de reserva, desde 1945 se han contado con un total de 653 acuíferos explotados, esto debido al fuerte crecimiento de la población. Según el Instituto de Estadística y Geografía en los años cincuenta cada habitante disponía de 18 035 metros cúbicos anuales y para el 2006 la cantidad disponible disminuyó a 4 416 metros cúbicos por habitante al año, a este problema se añade el déficit hídrico de nuestro país que registró en los compromisos internacionales que contrajo con Estados Unidos.

---

Dentro de este contexto socioeconómico México adoptó las políticas públicas que regían sus recursos hídricos hasta 1992. Las políticas se caracterizaban por una fuerte concentración en las instituciones federales que impulsaban los modelos de gestión públicos y centralizados.

## **Un federalismo arraigado**

México hizo del agua una competencia legislativa esto a partir de la constitución de 1917. La voluntad de centralización comenzó con la adopción del artículo 72 de la Constitución de 1857 que concedía a las instituciones legislativas federales de poder reglamentar el transporte del agua. Estas ideas se reforzaron con la adopción de la ley de vías federales de comunicación de junio de 1988, esta ley preveía que los lagos y ríos que sirven de frontera a la república mexicana o a varias entidades federativas constituían vías generales de comunicación como las carreteras nacionales, esta misma ley establecía que las vías generales y de comunicación y los medios de transporte que operaban en ellas quedaban sujetos exclusivamente a los poderes federales. De igual manera estas aguas se encontraban regidas por la ley de clasificación y régimen de los bienes inmuebles federales (ley del 18 de diciembre de 1902) todos estos esfuerzos causaron la reforma de la fracción XXII del artículo 72 de la Constitución de 1857 que en julio de 1908 reconoció al poder federal como una competencia suprema sobre las aguas nacionales.

Asimismo mediante, el artículo 27 de la Constitución de 1917 se otorgó al poder federal la competencia exclusiva de las aguas nacionales superficiales. Estas son: las aguas internacionales, las aguas marinas interiores, los que fluyen directa o indirectamente hacia el mar, los lagos, los ríos y las aguas interestatales de acuerdo con el artículo 27 párrafo 5, de la Carta Magna Mexicana.

En lo que concierne a las aguas subterráneas, el artículo 27 prevé que éstas son propiedad del dueño del suelo, a excepción de que el interés público este en juego, en cuyo caso son reglamentadas por el poder ejecutivo federal. A partir de 1948 la ley reglamentaria del párrafo 5 del artículo 27 en materia de aguas subterráneas estableció la competencia legislativa del gobierno federal sobre las aguas subterráneas y la obligación de los usuarios para obtener un permiso para su explotación y utilización. Entre los años 1945 y 1949 invirtió en la perforación de pozos para el abastecimiento público sobre todo para la irrigación y el consumo doméstico debido a las intensas sequías. Con el paso de tiempo las aguas subterráneas se convirtieron en la principal fuente de abastecimiento de las ciudades.

Por lo tanto se limitó la competencia reglamentaria federal en lo referente al agua. Los estados y regiones lamentaban el poco control que les habían dejado sobre este recurso necesario para su desarrollo.

La Constitución contempla que las aguas nacionales son propiedad de la nación. La doctrina y la jurisprudencia afirman que es un derecho de regulación, de control y de gestión que permite otorgar concesiones para su utilización y explotación.

---

## **La centralización**

En 1934 México adoptó un código agrario para reglamentar la irrigación en todo el territorio mexicano, seguido de una ley de aguas de propiedad nacional la cual estuvo vigente hasta 1972, estas medidas se tomaron ante la urgencia que había de hacer más eficiente la gestión de las aguas nacionales. Al establecer esta ley una jerarquía de usos permitió implementar un sistema de distribución de aguas bajo el control del estado.

En la década de los 30's México presentaba un servicio de agua muy deficiente (solo el 10% de la población tenía acceso al agua potable). El Gobierno Federal invirtió en infraestructuras para proveer de agua potable a las entidades federativas y los municipios. En esta época se impulsó la exploración de los mantos acuíferos lo cual permitió encontrar nuevas fuentes de abastecimiento para las ciudades que carecían de este recurso.

Esta situación justificó la modificación del artículo 27 de la Constitución de 1945, el cual concentraba el poder de intervenir en la explotación y conservación de aguas subterráneas, reglamentar su extracción y utilización, y establecer zonas de veda para proteger los acuíferos.

## **La gestión pública del agua**

Los cuerpos de agua no se encuentran clasificados como aguas nacionales, se consideran de dominio privado, pero si atraviesan varios terrenos pertenecientes a diferentes propietarios o son declarados de utilidad pública, forman parte de los bienes del dominio público del estado donde se encuentran y serán regulados por el mismo.

El código civil federal establece dos tipos de dominio: público y privado. Los bienes de dominio público pueden estar bajo la responsabilidad de la federación del estado o municipio. Estos a su vez se encuentran sub divididos en distintas categorías: en primer lugar están los bienes comunes como las cosas que por naturaleza son inapropiables, quiere decir que están fuera del comercio y que son inalienables e imprescriptibles; en segundo lugar los bienes públicos los cuales al igual que los bienes comunes son inalienables e imprescriptibles, estos bienes pueden ser concesionados por el estado.

Y en tercer lugar los bienes propios utilizados para fines administrativos como parte del dominio privado del estado.

En derecho civil el agua ha sido considerada como una cosa común o un bien común, aunque los lechos de los ríos y mantos acuíferos hayan sido considerados en ocasiones como bienes públicos y otras veces como privados. El código civil se aplica solo a las aguas que son susceptibles de apropiación por particulares, ya sean las aguas de manantiales, de un estanque o de un lago que se encuentren ubicadas exclusivamente en un predio. Estas aguas son muy raras, pueden ser aprovechadas por su propietario en forma libre.



---

En lo que se refiere al derecho público los títulos existentes dejaron de ser derechos de propiedad y se convirtieron en derechos de uso, los cuales empezaron a clasificarse en orden de prioridad: uso doméstico, uso público, riego, producción de energía, actividades industriales, etc.

La evolución de la legislación del agua en México se ha inspirado en las diferentes ideologías a lo largo de la historia. De tal manera el marco jurídico de la gestión de las aguas es el reflejo de la situación política y económica que se ha mantenido en México desde finales de la revolución hasta las primeras crisis que afectaron el país: la centralización casi absoluta de los poderes del estado federal y la omnipotencia d un partido político único, el PRI.

## **Tendencias contemporáneas**

Alrededor de 1992 se situó un punto de ruptura que ocasionó una profunda transformación de las instituciones y de la mentalidad dominante, la crisis económica que afecto a México en 1981 ya había comenzado a afectar las políticas públicas que reglamentaban la administración de las aguas.

Los grandes cambios habían sido generados por condiciones medioambientales alarmantes: la polución de los recursos naturales y las infraestructuras en malas condiciones necesitaban grandes inversiones que el país no podía asumir.

La adhesión al TLCAN causó una segunda crisis financiera a México debido a la especulación de capitales. La sobrevaluación de la moneda nacional causada por el flujo de capitales extranjeros causó el temor de una devaluación súbita y provocó el retiro de inversores preocupados. La disminución de capitales impulsó al gobierno mexicano a depreciar el precio, el cual perdió 15.2% de su valor aproximado. La tercera crisis acentuó la necesidad de México de pedir ayuda internacional y por lo tanto la dependencia con respecto a los grandes organismos económicos aumentó.

En la actualidad el banco mundial financia proyectos con un valor aproximado de un millón de millones de dólares por año: 23% se destina a la agricultura, 11% a las finanzas, 28% a la administración pública, 3% al sector minero y la energía, 1% a la industria y comercio, 6% al agua, 16% a la educación, 7% a los servicios de salud y servicios sociales y 5% para el transporte (Banco Mundial 2007).

Bajo la influencia de organismos económicos internacionales con los cuales México tuvo un lazo fuerte de dependencia económica se emprendieron reformas a nuevas doctrinas tales como la descentralización, la democratización y la privatización.

---

## La descentralización

Durante la crisis de 1982 se propuso una reforma para el artículo 115 de la Constitución, con el fin de que los municipios en acuerdo con los estados manejaran los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento. Esto constituía una manera de reducir la carga económica y administrativa del poder federal.

Sin embargo la ley de aguas nacionales de 1992 la cual otorga un papel más activo en la gestión de las aguas a los gobiernos estatales y los invita a adoptar sus propias leyes de gestión de agua potable, saneamiento y alcantarillado, y así fijar sus tarifas.

Mediante la creación de un organismo nacional se estructuró la descentralización. Así en 1989 el estado estableció a la CONAGUA como la encargada de la preservación, administración y gestión de las aguas nacionales. La CONAGUA tiene amplios poderes en la toma de decisiones y a pesar de estar relacionada administrativamente con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), depende del Gobierno Federal y es la única instancia a la cual debe rendir cuentas de forma directa. La misión de la CONAGUA es preservar las aguas nacionales, de común acuerdo con la sociedad, para alcanzar un desarrollo sustentable; está constituida por oficinas centrales en la Ciudad de México, organismos de cuenca de acuerdo a la distribución de las regiones hidrológicas administrativas y de direcciones locales en los estados.

La dirección central otorga los permisos de extracción y utilización de agua y de descarga de aguas residuales. También administra el registro público de derechos de agua, elabora normas en materia hídrica, propone modificaciones a la ley de aguas nacionales y administra el servicio meteorológico nacional.

Por otro lado los organismos de cuenca son los encargados de preservar los recursos hídricos, controlar su calidad y administrarlos de manera sustentable. Las direcciones locales son las encargadas de aplicar las políticas, las estrategias, programas y reglas de la CONAGUA en las entidades federativas.

La CONAGUA trabaja en conjunto con diversas instituciones de los gobiernos estatales y federales, pero sobre todo con instituciones municipales y organismos operadores los cuales están encargados de los servicios públicos. Así mismo trabaja en colaboración con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), esto para el desarrollo de investigaciones en el sector.

---

## **La democratización**

Esta corriente comenzó en 1972 con algunas de las modificaciones de la ley federal de aguas, en la democratización las distintas instituciones gubernamentales están llamadas a participar en la cuestión del agua. El estado contempló un sistema de representación democrática en provecho de los usuarios del agua de una misma cuenca. Los comités debían aprobar la programación para el riego, los proyectos de nuevas industrias, al igual que cualquier actividad que requiriera agua.

La ley de aguas nacionales creó una dirección de la CONAGUA en cada región hidrológica para la organización de los consejos de cuenca y de la concertación de los usuarios del agua. Estos consejos tienen como función programar y coordinar los diferentes usos de agua en la región. Estos trabajan en conjunto con los comités técnicos de aguas subterráneas.

El consejo consultivo del agua es otro órgano de consulta en cuestión de aguas, este fue creado como una asociación civil en el año 2000. Está formado por instituciones y personas provenientes de instituciones académicas, sociales y económicas. Su objetivo es promover y apoyar los cambios estratégicos necesarios para el uso racional y la gestión sustentable del agua.

México ha emprendido el esfuerzo de democratización desde hace más de una década, sin embargo aún no existen estudios que permitan evaluar los efectos reales de este tipo de estructuras en gestión del agua.

## **La liberalización**

Esta reforma hace referencia al impulso que se le ha dado a la privatización de los recursos. Existen instituciones como el Banco Mundial que defienden valores asociados al liberalismo económico y prefieren las reglas del mercado al intervencionismo estatal. México buscó apoyo en el Banco Mundial dadas las condiciones lamentables de los recursos hídricos mexicanos y la necesidad de inversiones en infraestructura. (Louise Rolland, 2010).

---

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL**

---

## Agua residual

Las aguas residuales son las que han sido utilizadas en las actividades diarias (domésticas, comerciales, industriales y de servicios), éstas pueden clasificarse en dos grupos:

- **Aguas residuales municipales.** Son los residuos transportados en el alcantarillado y tratados en una planta de tratamiento. Figura 10.
- **Aguas residuales industriales.** Son las aguas provenientes de las descargas de las industrias.

Pero también pueden ser clasificadas en base a los contaminantes que contienen, se dividen en:

- **Aguas negras.** Son las aguas provenientes de los inodoros, son las que contienen excrementos humanos y orina, son ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.
- **Aguas grises.** Son las aguas provenientes de tinajas, baños, lavabos y lavadoras, contienen sólidos suspendidos, fosfatos, grasas, son aguas residuales domésticas excluyendo las provenientes de los inodoros.
- **Aguas negras industriales.** Son las aguas mezcla de las aguas negras de la industria con las aguas residuales de la descarga. Los contaminantes de la descarga están en función del tipo de industria, y la mayoría de los contaminantes tienen efectos nocivos en la salud si no se tiene el debido cuidado. (CONAGUA, 2009).



Figura 10. Descarga de agua residual para tratamiento (Envitech, 2016)

---

Las aguas residuales pueden ser contaminantes por la gran cantidad de sustancias que contienen, esto debido a que son descargadas sin algún tipo de tratamiento previo.

Definimos la polución del agua como una alteración provocada por el hombre, se modifica su calidad volviéndola inapropiada y peligrosa para consumo o cualquier otro tipo de uso. Podemos decir que la polución es una consecuencia ineludible del desarrollo. Con el desarrollo aumenta la variedad de los contaminantes procedentes de las actividades agrícolas, industriales, urbanas, que la población no se preocupa por destruir o reciclar o no es de manera suficiente.

De algunas sustancias se desconoce el efecto que tiene en los seres vivos, en otros casos, la contaminación ambiental por diferentes sustancias, que tal vez no estén en grandes concentraciones en el ambiente, pero a los que los seres humanos están expuestos durante periodos largos.

Los malos olores y sabores son resultado de variedad de sustancias que contienen y de los productos de su descomposición, sobre todo en los procesos anaerobios donde se descompone la materia orgánica donde hay desprendimiento de gases.

Son tóxicas cuando afectan la flora y fauna natural de los cuerpos hídricos receptores y en los consumidores que hagan uso de ellas, o sean afectados por la acumulación de las sustancias tóxicas en la cadena alimenticia. Para la descomposición de estas sustancias necesitan grandes cantidades de oxígeno, llegando a agotarse y generando condiciones anóxicas que impiden la vida acuática.

Los organismos pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad de las aguas, ya que su presencia indica el nivel de contaminación, la presencia de un organismo en distintos medios puede indicar distintos medios puede indicar diferentes grados de polucion.

Los efectos de las aguas contaminadas pueden ser:

- **Letales.** Causan la muerte por envenenamiento.
- **Subletales.** Afectan el desarrollo, la reproducción o actividad de los organismos.
- **Agudos.** Generalmente causan la muerte en un periodo corto de tiempo.
- **Crónicos.** Causan efectos letales o subletales durante un periodo prolongado de tiempo.
- **Acumulativos.** Va incrementando el efecto con las dosis.

---

## Características de las aguas residuales

Es importante conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, pues son parte fundamental para el diseño y buen funcionamiento de las plantas de tratamiento.

Características físicas: dentro de éstas las más importantes son el contenido total de sólidos totales disueltos y sólidos totales en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Figura 11. Dichas características son:

- **Temperatura.** Es un parámetro de gran importancia por modificar las características del agua, en las operaciones y procesos de tratamiento, así como en su disposición final. La temperatura puede modificar la concentración de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de las reacciones y de la actividad bacterial.
- **Turbiedad.** Es un parámetro que indica la calidad de las aguas. Constituye una medida del material suspendido en el agua. La medición se realiza por la comparación entre la intensidad de la luz se dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. Los resultados de esta medición se dan en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
- **Color.** Es causado por los sólidos suspendidos y disueltos. El color originado por los primeros se denomina color aparente y al obtenido por los últimos se denomina color verdadero, este se obtiene sobre una muestra filtrada. El color nos indica si el agua residual es de origen doméstico o industrial, si las aguas son frescas son generalmente de color gris claro y a medida que envejecen se van oscureciendo hasta llegar al color negro.
- **Olor.** En aguas frescas este es inofensivo pero cuando hay degradación biológica se liberan gases, éstos generalmente son sulfuros de hidrógeno (olor a huevo podrido).
- **Sólidos o residuos.** Están presentes en el agua residual, son la materia restante después de evaporar y secar una muestra a 103-105 °C. Éstos los podemos encontrar en tres estados: suspendidos, coloidal y disueltos. (Lara, 2010).



Figura 11. Características físicas del agua residual (Tellols, 2012)

---

Los constituyentes químicos de las aguas residuales podemos dividirlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de los orgánicos podemos encontrar carbohidratos, grasas animales, aceites, pesticidas, fenoles, proteínas, agentes tensoactivos, entre otros. Entre los compuestos inorgánicos podemos encontrar cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, fósforo, azufre, etc.

- **Proteínas.** Se encuentran en plantas y animales, están constituidas a base de unidades más pequeñas llamadas aminoácidos. Su estructura química compleja e inestable permite su descomposición de diferentes maneras.
- **Carbohidratos.** Están compuestos por carbono, hidrógeno, y oxígeno. Dentro de los carbohidratos podemos encontrar los azúcares, los almidones, las celulosas y ciertas gomas. Éstos pueden ser solubles en agua como los azúcares e insolubles como los almidones.
- **Grasas animales y aceites.** No son polímeros de unidades moleculares repetitivas, las grasas son una fuente de combustible para los seres vivos. Son compuestos orgánicos más estables por lo tanto tardan más en descomponerse. Generalmente se encuentran flotando en las aguas lo cual impide la acción biológica, deben de eliminarse de los sistemas de tratamiento.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).** Es un parámetro para cuantificar la polución orgánica, es la cantidad de oxígeno disuelto necesario por los microorganismos para la oxidación bioquímica de la materia orgánica y determina cuanto oxígeno se requiere para la estabilización biológica de la materia orgánica presente.
- **Demanda química de oxígeno (DQO).** Es un parámetro para medir el contenido de materia orgánica de las aguas residuales. Generalmente la demanda química de oxígeno es mayor que la demanda bioquímica de oxígeno porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse de forma química que biológicamente, ésta puede determinarse en aproximadamente en tres horas.
- **pH.** Potencial hidrógeno, es una unidad de medida de la acidez del agua. La actividad biológica se da dentro de un intervalo de pH generalmente estricto. Un aspecto importante del pH es la agresividad de las aguas ácidas, que da lugar a la solubilización de sustancias por ataque a los materiales. Un flujo con pH adverso puede modificar la composición y alterar la vida biológica de las aguas naturales. Los métodos biológicos sólo se pueden dar con valores de pH de 6.5 a 8.5. Las aguas residuales generalmente tienen un pH próximo al neutro.
- **Cloruros.** Antes eran considerados como indicador de contaminación fecal, esto ha cambiado pues las aguas pueden contener cloruros por intrusión salina o por la aparición de sustancias ablandadoras utilizadas en plantas potabilizadoras.
- **Alcalinidad.** Nos indica la cantidad de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua, las aguas residuales tienen un cierto grado de alcalinidad originada por el aporte de sustancias de uso doméstico.



- 
- **Nitrógeno.** Es un elemento necesario para el desarrollo de microorganismos y plantas, también contribuye al agotamiento del oxígeno, cuando las aguas residuales son de origen agrícola tienen mayor concentración de éste pues se utiliza en los fertilizantes.

Las características biológicas incluyen el conocimiento de los grupos principales de los microorganismos presentes en las aguas superficiales y en las aguas residuales y las que intervienen en el tratamiento biológico y el de los organismos indicadores de polución.

- **Bacterias.** Estas pueden ser de origen fecal o bacterias participantes en procesos de biodegradación en la naturaleza y en las plantas de tratamiento. Se utilizan como indicador de polución por vertidos de origen humano.
- **Virus.** Proviene de los excrementos por individuos infectados, su supervivencia origina la resistencia de algunos tratamientos de aguas residuales, lo que es un peligro para las aguas receptoras.
- **Algas.** Crecen por la presencia de fósforo y nitrógeno, así como de carbono y algunos residuos de hierro y cobalto.
- **Protozoos.** Estos organismos son muy importantes en los procesos de tratamiento biológico, especialmente en filtros percoladores y fangos activos.
- **Hongos.** En su mayoría son aerobios, pueden soportar valores de pH relativamente bajos y tienen demanda de nitrógeno baja.

Para poder devolver las aguas residuales a un caudal es necesario que reciban un tratamiento previo, hay diversos tratamientos, éstos están divididos en etapas o pasos, cada uno de ellos de gran importancia en el proceso de eliminación de contaminantes que adquirió durante su utilización en las actividades diarias. Figura 12.

Primero se deben de filtrar para eliminar los residuos sólidos que tienen mayor volumen, de aquí será enviado a las próximas etapas en las que se removerá toda la basura, esto para que el agua pase sin problema por las tuberías.

En la siguiente etapa se lleva a cabo la depuración del agua residual, aquí el fluido se coloca en tanques de sedimentación, donde se asientan los residuos y el fluido continúa con el siguiente tratamiento.

Posteriormente se utilizan procedimientos biológicos aeróbicos para la desintegración de los contaminantes. Las bacterias que se desarrollan en este medio favorecen la eliminación de residuos biológicos, con lo que se depura en gran medida el fluido.

Finalmente es trasladada a depósitos de filtrado donde se eliminan los últimos residuos que puedan permanecer en el fluido para ser enviado a los depósitos donde se realiza el tratamiento químico. En el tratamiento químico se aplican diversos procesos como lo puede ser la aplicación

de cloro en alguno de sus estados, el más común es el líquido, la filtración a través de carbón activado o rayos ultravioleta.



Figura 12. Proceso del tratamiento de aguas residuales (Morazan, 2013)

El último paso dependerá de cada una de las plantas de tratamiento y del nivel de depuración que se pretenda obtener en el fluido, así como del entorno en el cual se verterá para mantener la composición del afluente natural para no afectar el medio ambiente.

Un tratamiento eficiente permite devolver el fluido al ambiente natural y reducir el impacto y contaminación ambiental. (Admin, 2013).

Hay diversas normas que rigen los aspectos que deben de cumplir las aguas antes de ser devueltas al ambiente, hay normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, las de mayor valor o de mejor referencia son las normas oficiales mexicanas elaboradas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). A continuación se presentan dichas normas.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996**

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objetivo de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta norma no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996**

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

---

- **Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997**

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilicen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reutilización. En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente norma, desde la producción de agua tratada hasta su reutilización o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002**

Esta norma establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana.

---

## **CAPÍTULO III**

### **USO DEL AGUA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA MARIPOSA MONARCA**

---

## **Características de las localidades dentro de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca**

Por criterios demográficos, culturales y socioeconómicos la zona de influencia de la reserva es rural, nueve de los 11 municipios que abarca la reserva registran localidades menores a los 5 000 habitantes, la mayoría de la población pertenece al estado de Michoacán, las poblaciones menores a 100 habitantes representan el 50% de la población, la dispersión es una problemática para la dotación de los servicios básicos.

Los problemas económicos, la baja fertilidad de la tierra y la pulverización de su propiedad, surge la necesidad de la búsqueda de un empleo fuera de la región, lo que genera la migración de la población de manera temporal o permanentemente, los salarios obtenidos fuera de la región ayudan a complementar los gastos alimenticios de la población, el acceso a servicios médicos, la escolaridad de los hijos o de cualquier actividad necesaria para mantener el bienestar social.

En décadas pasadas la minería y el desarrollo forestal generaron el desarrollo económico de la región, la zona cuenta con diversa infraestructura principalmente en las cabeceras municipales, en ellas hay teléfono, correo, servicio de taxis, camiones y autobuses. La zona cuenta con carreteras rurales pavimentadas hacia las cabeceras municipales, estos accesos están conectados a carreteras importantes como la Toluca-Morelia y la autopista México-Guadalajara.

En lo que se refiere a los servicios básicos, el agua potable y la energía eléctrica, hay en las cabeceras municipales, algunas de las pequeñas poblaciones cuentan con suministro de estos servicios, el servicio de agua es por medio de tomas comunes o piletas al pie de manantiales, sin embargo en varias comunidades no cuentan con ningún tipo de servicio, utilizan leña como único combustible.

Dentro de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca rige la propiedad social de la tierra distribuida entre los más de 100 núcleos agrarios, 57 son ejidos, 13 comunidades, existen dos terrenos nacionales, tres predios en litigio y el resto son propiedades pequeñas.

Las comunidades tienen diversas actividades productivas, una de las más arraigadas es la agricultura, ésta representa una garantía de reproducción biológica y social de los habitantes, las características físicas y la fertilidad de los suelos se han transmitido de generación en generación y es una parte importante del conocimiento y capacidades locales. La eficiencia de esta actividad está en función de la disponibilidad de los medios de producción, la calidad de la tierra y el temporal.

Otra actividad distintiva de esta región es la producción bovina que es de autoconsumo, trabajo de campo y venta dentro del mercado local. La ganadería ayuda en la economía de las familias pues permite que las familias ahorren para emergencias y proporciona alimentos y productos para la comercialización.

Entre sus actividades también podemos encontrar la tala, los bosques de la región son afectados por esta actividad que se da de forma clandestina, en los bosques los árboles alcanzan una altura

---

entre los 25 y 40 metros, con un diámetro entre 40 y 60 centímetros a los 50 años de vida según la calidad de la estación. La diversidad forestal ofrece mejores posibilidades para el manejo de los recursos naturales, por la adaptación de especies a las condiciones.

A continuación se describe de forma más amplia cada una de las comunidades pertenecientes a la reserva de la biosfera de la mariposa monarca.

### **Cambaye**

La comunidad de Cambaye se encuentra en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 580 m sobre el nivel del mar. Figura 13. La comunidad cuenta con un total de 119 habitantes: 66 hombres y 53 mujeres, 56 de los habitantes son adultos y de ellos son mayores de 60 años; 85 personas cuentan con acceso al seguro social. El porcentaje de analfabetismo en los adultos es de 7.92% y el grado de escolaridad es de 5.82 años. Esta comunidad está conformada por 25 viviendas habitables de las cuales 18 de ellas tienen instalaciones sanitarias fijas pero ninguna de ellas está conectada a una red pública, 23 viviendas tienen instalaciones eléctricas y solamente cuatro tienen piso de tierra. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 13. *Comunidad de Cambaye*

### **Chamangareo**

La comunidad de Chamangareo se encuentra situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán, a 2 600 m de altitud. Figura 14. Tiene 11 habitantes de los cuales cinco son hombres y seis mujeres; dos menores de edad y nueve adultos, dos mayores de 60 años. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 9.09% y el grado de escolaridad es de 6.90 años. (América P., Pueblos América, s.f.). Dentro de la comunidad 9.09% de los adultos hablan alguna lengua indígena, cuentan con un total de tres viviendas de las cuales ninguna tiene piso de tierra, todas ellas tienen instalaciones sanitarias y están conectadas a la red pública pero no cuentan con energía eléctrica. De toda la población solamente una persona mayor de 15 años es analfabeta, cuatro personas tienen escolaridad incompleta, dos personas tienen escolaridad básica y tres cuentan con educación post-básica. Un total de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la media de escolaridad entre la población es de siete años.



Figura 14. *Comunidad de Chamangareo*

### **Monasterio**

La localidad de Monasterio se encuentra situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 630 m sobre el nivel del mar. Figura 15. Hay un total de cinco habitantes, y una vivienda. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 15. *Comunidad de Monasterio*



---

### **La Toma de Agua**

La localidad de La Toma de Agua se encuentra situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 640 m sobre el nivel del mar. Figura 16. Hay un total de 26 habitantes. 53.85% de la población son hombres y el 46.15% son mujeres, 14 de los habitantes son mayores de 18 años. En la localidad solamente hay cuatro viviendas. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 16. *Comunidad de La Toma de Agua*

### **Las Camelinas**

La localidad de Las Camelinas se encuentra situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 600 m sobre el nivel del mar. Figura 17. Hay un total de 45 habitantes; 18 hombres y 27 mujeres. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 31.11% y el grado de escolaridad es de un año. Ninguno de los habitantes habla alguna lengua indígena, dentro de la localidad hay un total de siete viviendas. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 17. *Comunidad de Las Camelinas*



---

### **San José de los Corrales**

La localidad de San José de los Corrales se encuentra situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 900 m sobre el nivel del mar. Figura 18. Hay un total de 440 habitantes; 213 hombres y 227 mujeres. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es de 11.59% y el grado de escolaridad es de 4.67 años. La población se divide en 232 menores de edad y 208 adultos: 21 con más de 60 años de edad, 30 habitantes tienen derecho a atención médica por el seguro social. Hay un total de 83 hogares. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 18. *Comunidad de San José de los Corrales*

### **El Capulín**

La localidad de El Capulín se encuentra situada en el municipio de Zitácuaro en el Estado de Michoacán a 2 360 m sobre el nivel del mar. Figura 19. Hay un total de 21 habitantes: nueve hombres y 12 mujeres; siete menores de edad y 14 adultos de los cuales cinco son mayores de 60 años. Solamente cuatro habitantes tienen derecho a atención médica por el seguro social. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 14.29% y el grado de escolaridad es de 3.60 años. En la localidad ninguno de los habitantes habla alguna lengua indígena. Hay tres analfabetos mayores de 15 años, 11 personas tienen una escolaridad incompleta y dos personas tienen escolaridad básica. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 19. *Comunidad El Capulín*

### **Cerro Colorado**

La localidad de Cerro Colorado se encuentra situada en el municipio de Contepec en el Estado de Michoacán a 2 550 metros sobre el nivel del mar. Figura 20. Hay un total de 72 habitantes: 38 hombres y 34 mujeres; 37 menores de edad y 35 adultos de los cuales siete tienen más de 60 años y cinco personas tienen derecho a atención médica por el seguro social. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 16.67% y el grado de escolaridad es de 4.90 años. Hay 15 personas mayores de 15 años analfabetos, uno de los jóvenes entre los seis y los 15 años no asiste a la escuela. De la población 19 tienen una escolaridad incompleta, siete tienen una escolaridad básica y cinco cuentan con educación post-básica. Un total de cinco jóvenes entre los 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la media de escolaridad de la población es de 5 años. En la localidad se encuentran 15 viviendas: seis con piso de tierra, dos con una sola habitación, cinco con instalaciones sanitarias, 13 conectadas al servicio público, 14 con acceso a energía eléctrica. (América P., Pueblos América, s.f.).



Figura 20. *Comunidad de Cerro Colorado*

### **San Jerónimo Pilitas**

La localidad de San Jerónimo Pilitas se encuentra situada en el municipio de San José del Rincón en el Estado de México a 2 940 m sobre el nivel del mar. Figura 21. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano y con una temperatura promedio que oscila entre los 12 °C y 18 °C. Algunos de los atractivos son las zonas boscosas donde se alberga la mariposa monarca. Hay un total de 198 habitantes: 100 hombres y 98 mujeres, seis habitantes tienen derecho a atención médica por el seguro social. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 11.62% y el grado de escolaridad es de 5.28 años. El 7.07% de los adultos habla alguna lengua indígena, hay 23 personas mayores de 15 años analfabetas, ocho de los jóvenes entre los seis y 14 años no asisten a la escuela, 75 personas tienen una escolaridad incompleta, 16 personas tienen escolaridad básica, solamente una persona entre los 15 y 24 años ha asistido a la escuela, la media de escolaridad entre la población es de 5 años. En la localidad hay un total de 39 viviendas: 16 tienen piso de tierra, dos de una sola habitación, 32 tienen instalaciones sanitarias pero ninguna se encuentra conectada a una red pública, 36 tienen acceso a energía eléctrica. (América P., Pueblos América, s.f.).

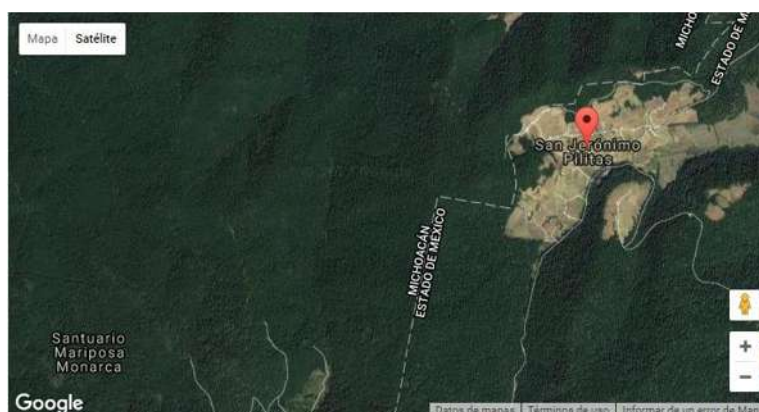


Figura 21. Ubicación de la comunidad de San Jerónimo Pilitas

### **Cevatí**

La localidad de Cevatí se encuentra localizada en el municipio de San José del Rincón en el Estado de México a 2 959 m sobre el nivel del mar. Hay un total de 109 habitantes: 55 hombres y 54 mujeres. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 13.76% y el grado de escolaridad es de 4.92 años. Hay un total de 28 viviendas. (América P., Pueblos América).

### **Barrio de San Pedro**

La localidad del Barrio de San Pedro está situado en el municipio de Angangueo en el Estado de Michoacán a 2 680 m sobre el nivel del mar. Hay un total de 45 habitantes: 23 hombres y 22 mujeres. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 15.56% y el grado de escolaridad es de 4.1 años, la localidad está conformada por seis viviendas. (América P., Pueblos América).

---

### **La Cruz (Monte de las Cruces)**

La localidad de La Cruz (Monte de las Cruces) está situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 609 m sobre el nivel del mar. Hay un total de 25 habitantes. (Telepaisa, s.f.).

### **Rosa Azul**

La localidad de Rosa Azul está ubicada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 886 m sobre el nivel del mar. Figura 22. Hay un total de 436 habitantes: 235 hombres y 201 mujeres. Solamente seis de los habitantes tiene derecho a atención médica por parte del seguro social. Hay 27 personas analfabetas mayores de 15 años, 10 personas entre seis y 14 años no asisten a la escuela, 136 personas tienen estudios incompletos, 43 personas tienen estudios básicos y 50 tienen educación post-básica. La media de escolaridad entre la población es de 5 años. (México, Nuestro México, s.f.).



Figura 22. Imagen satelital de la ubicación de la comunidad Rosa Azul

### **Pichardo Peña Blanca**

La localidad de Pichardo Peña Blanca está situada en el municipio de Senguio en el Estado de Michoacán a 2 540 m sobre el nivel del mar. Hay un total de 405 habitantes: 197 hombres y 208 mujeres; 203 menores de edad, 202 adultos y 29 mayores de 60 años. Del total de la población solamente 11 tienen acceso a atención médica por parte del seguro social. En la población hay 41 personas analfabetas mayores de 15 años, dos jóvenes entre seis y 14 años no asisten a la escuela, 140 personas tienen estudios incompletos, 53 personas tienen estudios básicos y 12 tienen educación post-básica. La localidad está conformada por 83 viviendas: 12 tienen piso de tierra y son de una sola habitación, 73 cuentan con instalaciones sanitarias y están conectadas a una red pública, 81 tienen acceso a energía eléctrica. (América P. , Pueblos América, s.f.).

### **El Tigre**

La localidad de El Tigre está situada en el municipio de Angangueo en el Estado de Michoacán a 2 800 m sobre el nivel del mar. Figura 23. Hay un total de 76 habitantes: 36 hombres 40 mujeres; 39 menores de edad y 37 adultos, de los cuales seis son mayores de 60 años de edad, pero de toda la población solamente 31 personas tienen acceso a atención médica por parte del seguro social. Hay 10 personas mayores de 15 años analfabetas, 16 personas tienen estudios incompletos, ocho tienen estudios básicos y cinco tienen educación post-básica. La localidad está conformada por 16 viviendas: siete tienen piso de tierra, dos tienen una sola habitación, 12 tienen instalaciones



sanitarias pero solamente cuatro están conectadas a una red pública, 14 tienen acceso a energía eléctrica. (América P. , Pueblos América, s.f.).

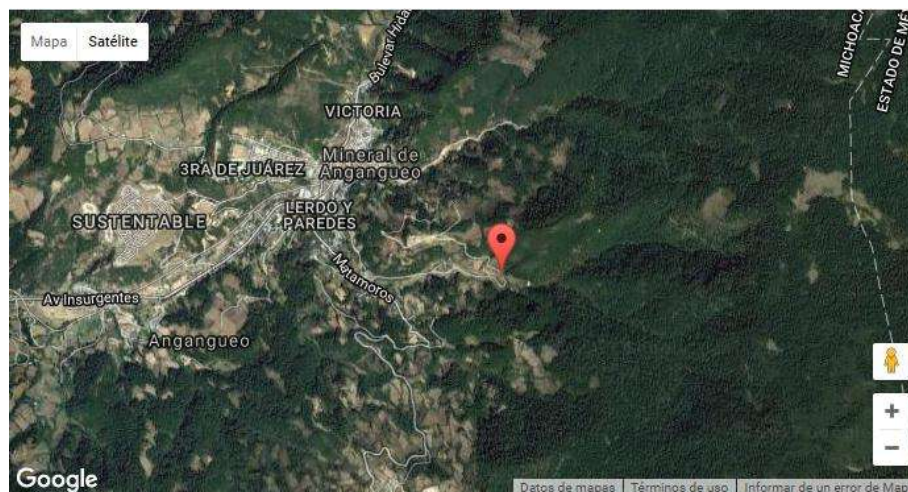


Figura 23. Imagen satelital de la ubicación de la comunidad de El Tigre

### **El Llano de las Papas**

La localidad El Llano de las Papas está situada en el municipio de Angangueo en el Estado de Michoacán. Hay un total de 11 habitantes: siete hombres y cuatro mujeres; tres menores de edad y ocho adultos de los cuales dos tienen más de 60 años de edad. 10 personas tienen acceso a atención médica por parte del seguro social. Hay cinco personas mayores de 15 años analfabetas. (América P. , Pueblos América, s.f.).

En el **Anexo A** se muestra la información brindada por la CONAGUA respecto al abastecimiento de agua potable, es importante conocer como es el abastecimiento de agua potable para así poder realizar el cálculo de aportación de aguas residuales a la red de alcantarillado pública.

En el **Anexo B** se muestran tablas donde se puede observar el porcentaje de la red de alcantarillado en las comunidades de los municipios de Michoacán donde se encuentra la reserva de la biosfera de la mariposa monarca, esta información fue proporcionada por la CONAGUA.

En el **Anexo C** se muestran encuestas realizadas al representante de algunas comunidades de la reserva referentes a los servicios con los que cuenta su comunidad.

---

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA DE LA GESTIÓN DEL AGUA RESIDUAL**

---

Dentro de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca se encuentran un gran número de localidades, pero para nuestra propuesta nos enfocaremos a la comunidad El Cuartel de la Mesa (El Asoleadero) ubicada en el municipio de Ocampo en el Estado de Michoacán. Escogimos esta comunidad porque es la más próxima al Santuario “El Rosario”, es el más importante dentro de la reserva. Cada año este santuario recibe alrededor de 140 000 visitantes durante la época de anidación de la mariposa, los santuarios están abiertos de noviembre a marzo, durante estos meses es cuando hay más demanda de agua potable por lo tanto tienen más descargas de aguas residuales.

### **Generalidades de la comunidad Cuartel la Mesa (El Asoleadero)**

La localidad Cuartel la Mesa (El Asoleadero) se encuentra ubicada en el municipio de Ocampo, en el Estado de Michoacán, está a 2 749 m sobre el nivel del mar. El clima predominante es templado con lluvias en verano, presenta temperaturas que oscilan de 8.3 °C a 25.4 °C. (MX, 2014).

Área geoestadística estatal: Michoacán de Ocampo

Área geoestadística municipal: Ocampo

Clave geoestadística: 160610003

Latitud: 19° 34' 1" N

Longitud: 100° 17' 13" W

Altitud: 2 749 m

Carta topográfica: E14A26

Tipo: rural

### **Datos históricos**

Durante la época de 1900 a 1921 la comunidad se llamaba “Asoleadero” y pertenecía al Municipio de Angangueo, Estado de Michoacán y era considerada como ranchería, en el año de 1921 cambia su nombre a “El Asoleadero”, más tarde en el año de 1930 por decreto No. 68 del 20 de febrero pasa a ser parte del Municipio de Ocampo, Estado de Michoacán, en este mismo año regresa a su nombre original, en 1940 cambia de categoría política, deja de ser considerada como ranchería para ser considerada como ejido, a partir de 1990 su categoría política se vuelve indefinida, durante el conteo de 1995 realizado por el INEGI cambia de nombre nuevamente a “El Asoleadero” y en el año 2000 cambia a “Cuartel la Mesa (El Asoleadero)”. (INEGI, s.f.).

---

## Macro-localización

En la Figura 24 y Figura 25 se muestra la macro-localización de la comunidad de Cuartel la Mesa.

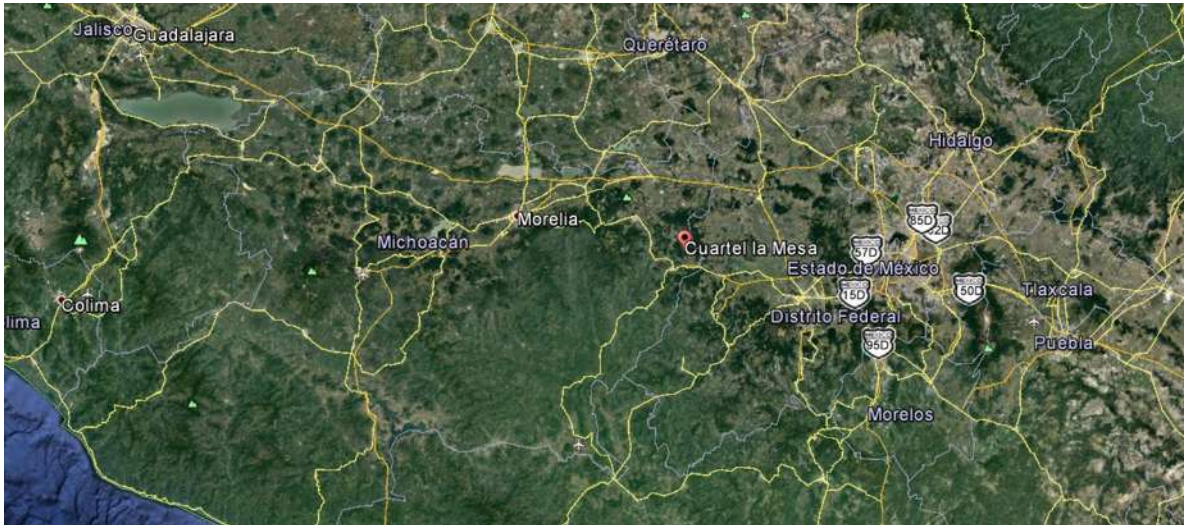


Figura 24. *La comunidad Cuartel la Mesa (Google Earth)*



Figura 25. *La comunidad Cuartel la Mesa se encuentra cerca de los límites del Estado de México (Google Earth)*



---

## Micro-localización

En la Figura 26 y Figura 27 se muestra la micro-localización de la comunidad de Cuartel la Mesa.



Figura 26. La comunidad Cuartel la Mesa se encuentra cerca del Santuario del Rosario (Google Earth)



Figura 27. Comunidad Cuartel la Mesa (Google Earth)

---

## Población histórica de la comunidad

Se obtuvo la población del archivo histórico del INEGI, Tabla 2, para conocer al población de la comunidad a lo largo de los años, esta información se utiliza para realizar el cálculo de la población de proyecto para un adecuado diseño de la red de alcantarillado y saneamiento de la comunidad.

Tabla 2. *Población histórica (INEGI, s.f.)*

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	867	456	411
1910	Censo	1092	474	618
1921	Censo	924	475	449
1930	Censo	400	214	186
1940	Censo	514	251	263
1950	Censo	752	374	378
1960	Censo	870	426	444
1970	Censo	1049	-	-
1980	Censo	1346	654	692
1990	Censo	672	348	324
1995	Conteo	747	367	380
2000	Censo	911	456	455
2005	Conteo	948	470	478
2010	Censo	1034	517	517

## Cálculo de la población de proyecto

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener al final del periodo que se consideró para el diseño del sistema de alcantarillado, nosotros consideramos un periodo de diseño de 20 años. Se calculó la población utilizando diferentes métodos.

---

## Recomendación para la población según la norma técnica NT-011-CNA-2001

Para el cálculo de la población de proyecto generalmente se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{i+n} = P_i(1 + T_c)^n$$

Donde

$P_{i+n}$  = población “n” años después, en habitantes

$P_i$  = población conocida al inicio del periodo, año “i”, en habitantes

$T_c$  = tasa de crecimiento, adimensional

La tasa de crecimiento es variable respecto al tiempo ya que nunca es de forma constante, Tabla 3. Se calculó la tasa de crecimiento, en por ciento, con la siguiente fórmula:

$$T_c = \left[ \left( \frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] 100$$

Tabla 3. Tasa de crecimiento para los diferentes periodos

Año	Población (habitantes)	Tasa de Crecimiento (%)	Periodo
1900	867	-	-
1910	1092	2.33409521	1900-1910
1921	924	-1.507199807	1910-1921
1930	400	-8.883155966	1921-1930
1940	514	2.539291601	1930-1940
1950	752	3.878452723	1940-1950
1960	870	1.468243211	1950-1960
1970	1049	1.888606733	1960-1970
1980	1346	2.524334091	1970-1980
1990	672	-6.710573914	1980-1990
1995	747	2.138685844	1990-1995
2000	911	4.04939397	1995-2005
2005	948	0.799410458	2000-2005
2010	1034	1.751879567	2005-2010

---

Como se puede observar en la Tabla 3 donde se calcularon las tasas de crecimiento no son constantes, en algunos periodos las tasas son negativas, para poder realizar el cálculo de la población proyecto utilizamos la última tasa de crecimiento positiva. A continuación se muestran los resultados de los cálculos utilizando la tasa de crecimiento del 1.75% anual, Tabla 4.

Tabla 4. *Población a futuro*

<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>
2010	1034
2011	1052
2012	1071
2013	1089
2014	1108
2015	1128
2016	1148
2017	1168
2018	1188
2019	1209
2020	1230
2021	1252
2022	1274
2023	1296
2024	1319
2025	1342
2026	1365
2027	1389
2028	1413
2029	1438
2030	1463
2031	1489
2032	1515
2033	1542
2034	1569
2035	1596
2036	1624
2037	1653

## Funciones de ajuste utilizando la hoja de cálculo Excel

Con los datos históricos de la población se obtuvieron las funciones de ajuste para la población directamente de la hoja de cálculo de Excel. En la Figura 28 se muestra el ajuste lineal y en la Tabla 5 la población a futuro.

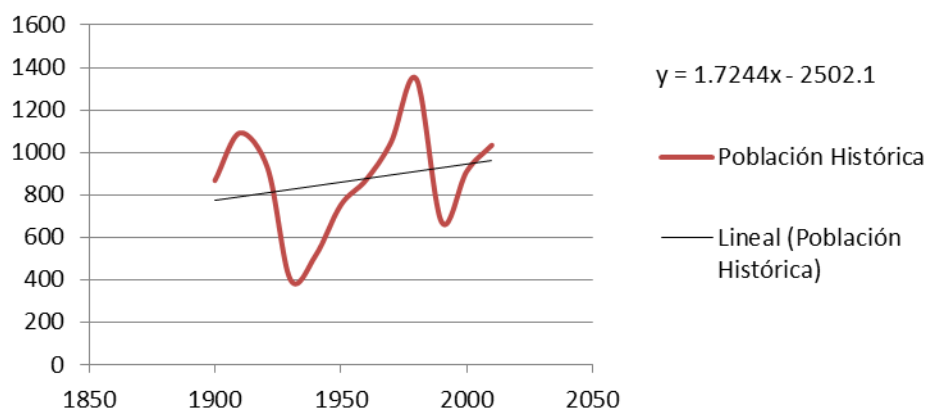


Figura 28. Ajuste lineal para la proyección de la población a futuro

Tabla 5. Ajuste lineal para la proyección de la población a futuro

Fecha	Habitantes	2018	978
1900	774	2019	979
1910	792	2020	981
1921	810	2021	983
1930	826	2022	985
1940	843	2023	986
1950	860	2024	988
1960	878	2025	990
1970	895	2026	992
1980	912	2027	993
1990	929	2028	995
2000	947	2029	997
2010	964	2030	998
2011	966	2031	1000
2012	967	2032	1002
2013	969	2033	1004
2014	971	2034	1005
2015	973	2035	1007
2016	974	2036	1009
2017	976	2037	1011

En la Figura 29 se muestra el ajuste exponencial y en la Tabla 6 la población a futuro.

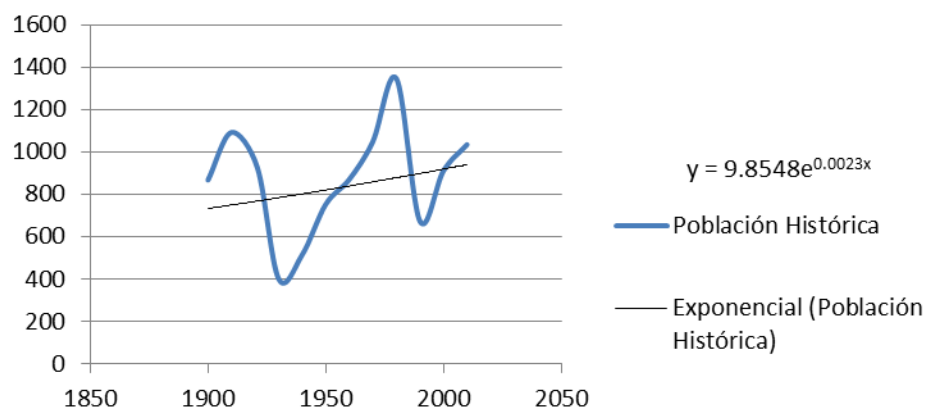


Figura 29. Ajuste exponencial para la proyección de la población a futuro

Tabla 6. Ajuste exponencial para la proyección de la población a futuro

Fecha	Habitantes	2018	1022
1900	779	2019	1024
1910	797	2020	1027
1921	818	2021	1029
1930	835	2022	1031
1940	854	2023	1034
1950	874	2024	1036
1960	894	2025	1038
1970	915	2026	1041
1980	936	2027	1043
1990	958	2028	1046
2000	980	2029	1048
2010	1003	2030	1050
2011	1006	2031	1053
2012	1008	2032	1055
2013	1010	2033	1058
2014	1012	2034	1060
2015	1015	2035	1063
2016	1017	2036	1065
2017	1019	2037	1067

En la Figura 30 se muestra el ajuste logarítmico y en la Tabla 7 la población a futuro.

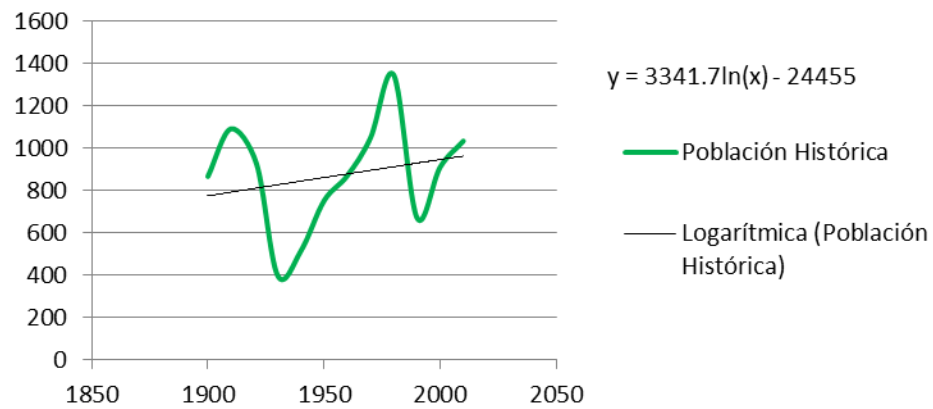


Figura 30. Ajuste logarítmico para la proyección de la población a futuro

Tabla 7. Ajuste logarítmico para la proyección de la población a futuro

Fecha	Habitantes	2018	975
1900	774	2019	977
1910	791	2020	978
1921	810	2021	980
1930	826	2022	981
1940	843	2023	983
1950	860	2024	985
1960	877	2025	986
1970	894	2026	988
1980	911	2027	990
1990	928	2028	991
2000	945	2029	993
2010	962	2030	995
2011	963	2031	996
2012	965	2032	998
2013	967	2033	1000
2014	968	2034	1001
2015	970	2035	1003
2016	972	2036	1005
2017	973	2037	1006



En la Figura 31 se muestra el ajuste logarítmico y en la Tabla 8 la población a futuro.

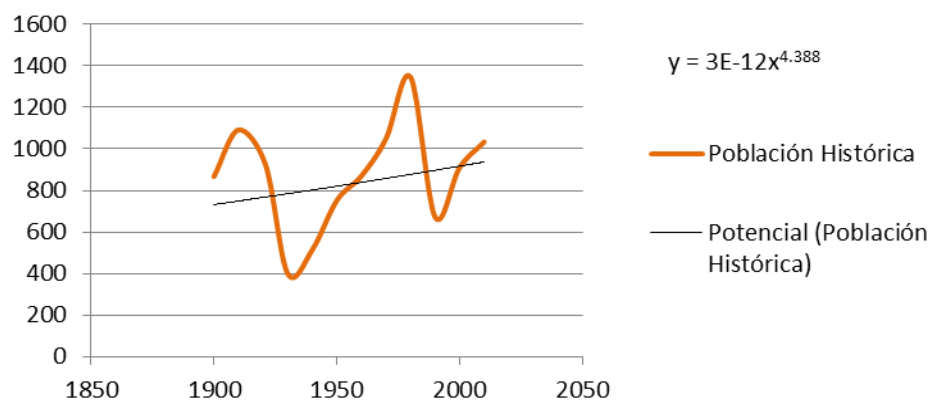


Figura 31. Ajuste potencial para la proyección de la población a futuro

Tabla 8. Ajuste potencial para la proyección de la población a futuro

Fecha	Habitantes	2018	953
1900	732	2019	955
1910	749	2020	957
1921	768	2021	959
1930	784	2022	961
1940	802	2023	963
1950	820	2024	966
1960	839	2025	968
1970	858	2026	970
1980	877	2027	972
1990	896	2028	974
2000	916	2029	976
2010	937	2030	978
2011	939	2031	980
2012	941	2032	982
2013	943	2033	985
2014	945	2034	987
2015	947	2035	989
2016	949	2036	991
2017	951	2037	993

---

La población a futuro que utilizaremos es la de 1 653 habitantes obtenida con la norma técnica NT-011-CNA-2001.

### **Levantamiento topográfico**

Se obtienen las curvas de nivel del área de estudio, Figura 32. la obtención de las curvas se hizo a cada metro utilizando el programa Global Mapper el cual es un Sistema de Información Geográfica que permite acceder a diversas fuentes en línea de imágenes, mapas topográficos, y los datos DEM/DSM, pero para nuestro caso en particular se utilizó la carta topográfica E14A26 en diversos formatos, el formato “tif” para identificar solamente el área de la comunidad y así evitar generar las curvas en toda la carta topográfica, el formato “shp” que contiene la base de datos de los atributos de los objetos; y finalmente, el MDE (Modelo Digital de Elevaciones). Una vez cargados todos los formatos en el programa, desde el menú Análisis escogemos la opción de generar contornos a partir de un mallado del terreno, nos despliega una ventana para especificar la equidistancia entre las curvas, en este mismo cuadro podemos delimitar el área en la cual se generen las curvas de nivel, una vez especificado damos clic en aceptar y nos genera las curvas, después las exportamos a Autocad para realizar el plano topográfico de la red, para hacer esto damos clic en el menú archivo después elegimos la opción de exportar como vector, al hacer esto nos despliega un cuadro de diálogo donde especificamos el formato al cual se exportará, una vez que se ha elegido el formato especificamos los atributos con los que se realizará la exportación y seleccionamos el área. Las curvas de nivel nos dan la información necesaria para hacer la planeación adecuada de la red de alcantarillado y saneamiento.

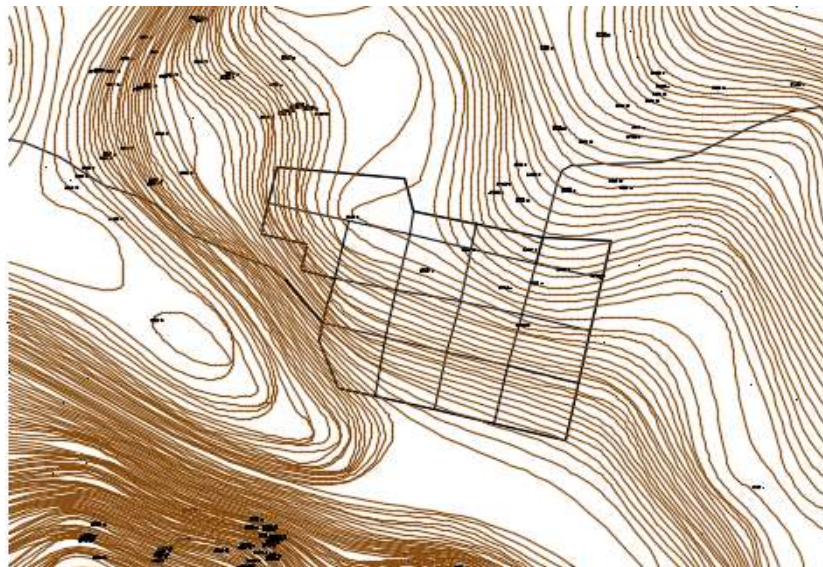


Figura 32. *Curvas de nivel y traza de la población*

## Dibujo y trazo de la propuesta de la red de alcantarillado sanitario

Con la ayuda del programa AutoCAD se traza la red de alcantarillado, se trazó la red de tal manera que el agua residual fluya por gravedad y tratando de evitar la contrapendiente la cual nos generaría problemas con la revisión de pendientes e hidráulica. En la Figura 33 se muestra una imagen con la propuesta de la red.

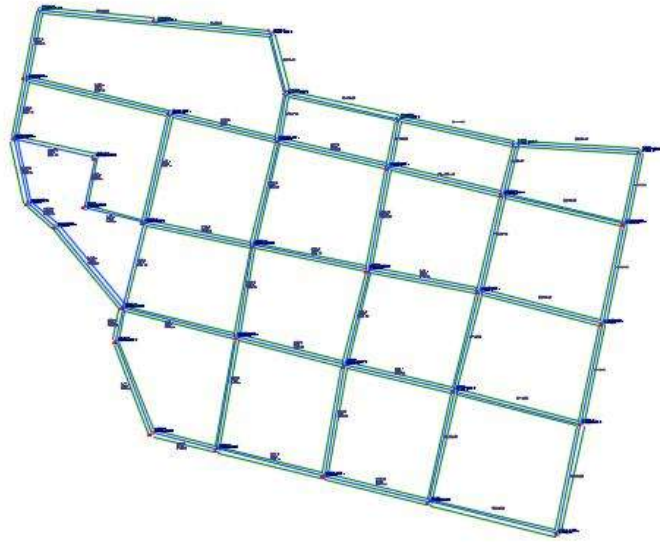


Figura 33. *Traza de la red de alcantarillado sanitario*

Con la ubicación de los pozos en autocad con sus elevaciones, nos permite convertir el archivo en “dxf” para poder abrirlo con el programa de EpaCAD, con la ayuda de este programa convertiremos el archivo a formato “inp”. A continuación se describe el procedimiento. Desde la interfaz de epacad abrimos el archivo “dxf” y seleccionamos la capa de la forma de nodos y damos en terminar. Figura 34.



Figura 34. *Interfaz de EpaCAD para exportar a SWMM*

Se realizaron los cálculos de la revisión de pendientes y se calcularon los gastos de la aportación de aguas residuales a la red de alcantarillado, Tabla 9.

Tabla 9. Gastos de diseño para la red de alcantarillado sanitario

Concepto	Años																						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Población	1128	1148	1168	1188	1209	1230	1252	1274	1296	1319	1342	1365	1389	1413	1438	1463	1489	1515	1542	1569	1596	1624	1653
Dotación en zonas habitacionales-comerciales (l/hab/día)	174.7	175.5	176.4	177.4	178.3	179.2	180.1	181	182	182.9	183.8	184.9	185.8	186.9	187.8	188.9	189.9	190.9	191.9	192.95	194.07	195.15	196.18
Aportación (l/hab/día)	131	131.7	132.3	133	133.7	134.4	135	135.7	136.5	137.1	137.9	138.7	139.4	140.2	140.9	141.7	142.4	143.2	143.9	144.71	145.56	146.36	147.13
Gasto medio (l/s)	1.711	1.749	1.789	1.829	1.871	1.913	1.957	2.001	2.047	2.094	2.142	2.191	2.241	2.292	2.345	2.399	2.454	2.511	2.569	2.6279	2.6887	2.7511	2.8149
Gasto mínimo (l/s)	0.855	0.875	0.894	0.915	0.935	0.957	0.978	1.001	1.024	1.047	1.071	1.095	1.12	1.146	1.172	1.199	1.227	1.255	1.284	1.3139	1.3444	1.3755	1.4075
Coefficiente de Harmon (M)	1.372	1.37	1.367	1.364	1.361	1.358	1.355	1.353	1.35	1.347	1.345	1.342	1.339	1.337	1.334	1.331	1.329	1.326	1.324	1.321	1.3185	1.316	1.3135
Gasto máximo instantáneo (l/s)	2.348	2.396	2.445	2.495	2.546	2.599	2.652	2.707	2.764	2.821	2.879	2.94	3.001	3.064	3.128	3.194	3.261	3.329	3.4	3.4715	3.5452	3.6205	3.6974
Gasto máximo extraordinario (l/s)	3.522	3.594	3.667	3.743	3.82	3.898	3.979	4.061	4.145	4.231	4.319	4.409	4.501	4.596	4.692	4.79	4.891	4.994	5.099	5.2073	5.3178	5.4307	5.5461

Para el cálculo de los gastos de diseño y la aportación se utilizaron las siguientes fórmulas.

### Gasto medio

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. El gasto medio en cada tramo de la red se calcula en función de la población y de la aportación.

$$Q_{med} = \frac{Ap P}{86\,400}$$

Donde:

$Q_{med}$  = Gasto medio de aguas negras, en L/s

$Ap$  = Aportación de aguas negras, en L/habitante/día

$P$  = Población, en número de habitantes

### Gasto mínimo

Es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med}$$

Donde:

$Q_{min}$  = Gasto mínimo de aguas negras, en L/s

### Gasto máximo instantáneo

Es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon ( $M$ ).

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

$P$  = Población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada, expresada en miles de habitantes

El coeficiente de Harmon se aplica considerando que:

- $M = 3.8$ ; es constante en tramos con una población acumulada menor a 1 000 habitantes
- $M = 2.17$ ; es constante para una población acumulada mayor que 63 454 habitantes

Para nuestro caso tendremos que calcular el coeficiente dado que nuestra población es mayor a los 1 000 habitantes pero también es mucho menor a los 63 454 habitantes.

Así, la expresión para el cálculo del gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{máxi} = M Q_{med}$$

Donde:

$Q_{máxi}$  = Gasto máximo instantáneo, en L/s

$M$  = Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea

### Gasto máximo extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no previsto. La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario es la siguiente.

$$Q_{máxe} = CS Q_{máxi}$$

Donde:

$Q_{máxe}$  = Gasto máximo extraordinario, en L/s

$CS$  = Coeficiente de seguridad igual a 1.5

Para la revisión de pendientes se consideró una mínima de 3% para evitar azolves en la red con los sedimentos y una máxima del 8% para evitar la erosión de las tuberías por las grandes velocidades, si se rebasa esta pendiente se calculan caídas adosadas entre los pozos. Tabla 10.

Tabla 10. Revisión de pendientes entre pozos de visita

# POZO	PROF. POZO	COTA TERRENO	COTA PLANTILLA	# POZO	PROF. POZO	COTA TERRENO	COTA PLANTILLA	Tramo			LONGITUD ENTRE POZOS	DESNIVEL	PENDIENTE
34	1.20	2748.55	2747.35	1	1.15	2748.15	2747.00	34	*	1	88.00	0.35	4.000
1	1.15	2748.15	2747.00	2	1.19	2744.24	2743.05	1	*	2	52.00	3.95	76.000
2	1.19	2744.24	2743.05	3	1.21	2738.78	2737.57	2	*	3	72.00	5.47	76.000
3	1.21	2738.78	2737.57	4	1.21	2730.00	2728.79	3	*	4	72.00	8.78	122.000
4	1.21	2730.00	2728.79	4-A	3.40	2734.39	2730.99	4	*	4-A	36.00	2.20	61.000
4-A	3.40	2734.39	2730.99	3	5.60	2738.78	2733.18	4-A	*	3	36.00	2.20	61.000
4	1.21	2730.00	2728.79	5	1.22	2721.16	2719.94	4	*	5	79.00	8.85	112.000
5	1.22	2721.16	2719.94	5-A	3.43	2725.58	2722.15	4	*	4-A	39.50	2.21	56.000
5-A	3.43	2725.58	2722.15	4	5.63	2730.00	2724.37	5-A	*	4	39.50	2.21	56.000
5	1.22	2721.16	2719.94	10	1.22	2720.15	2718.93	5	*	10	92.00	1.01	11.000
10	1.22	2720.15	2718.93	15	1.24	2719.56	2718.32	10	*	15	76.00	0.61	8.000
15	1.24	2719.56	2718.32	16	1.24	2717.82	2716.58	15	*	16	79.00	1.74	22.000
16	1.24	2717.82	2716.58	22	1.21	2712.95	2711.74	16	*	22	51.00	4.84	95.000
22	1.21	2712.95	2711.74	22-A	2.43	2715.39	2712.95	22	*	22-A	25.50	1.21	47.500
22-A	2.43	2715.39	2712.95	16	3.66	2717.82	2714.16	22-A	*	16	25.50	1.21	47.500

Una vez que la revisión de pendientes está terminada, realizamos la revisión hidráulica para verificar si los diámetros que propusimos son adecuados o requieren ser modificados.

Ya con los cálculos terminados, se exportan los puntos al programa SWMM (Storm Water Management Model) en el cual se pueden editar los datos como diámetro, rugosidad o coeficiente de Manning, cuidando que la red cumpla con las especificaciones que marca el MAPAS (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la CONAGUA). Figura 35.

Nuestra red de alcantarillado es de tipo convencional diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas de la población. La red se trazó en forma de peine para de esta manera garantizar aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, propiciando rápidamente un régimen hidráulico establecido.

Se consideraron pozos de visita de tipo común y con caída adosada, los pozos de visita del tipo común son aquellos que tienen un diámetro interior de un metro y se utilizan para unir tuberías de hasta 0.76 m de diámetro, y los pozos de visita con caída adosada son aquellos a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída de tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de dos metros.

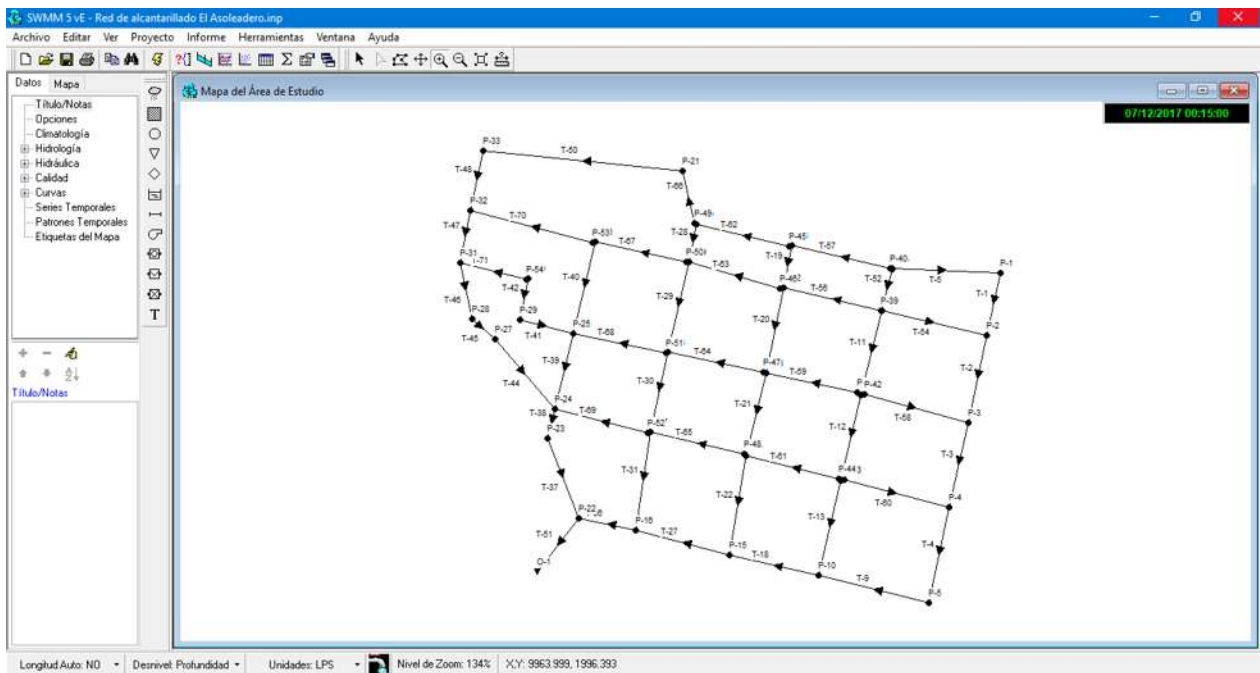


Figura 35. Red de alcantarillado trazada en el programa SWMM



Una vez que hemos trazado la red en el programa SWMM comenzamos a editar los datos tales como: profundidad de pozos, coeficiente de manning, el diámetro de las atarjeas, cuando terminamos de poner los datos correctos obtenidos de los cálculos de la revisión de la pendiente y de la revisión hidráulica, ejecutamos el análisis con el programa el cual nos permite verificar si los cálculos antes mencionados son correctos, en la Figura 36 se muestran las pendientes de las atarjeas.

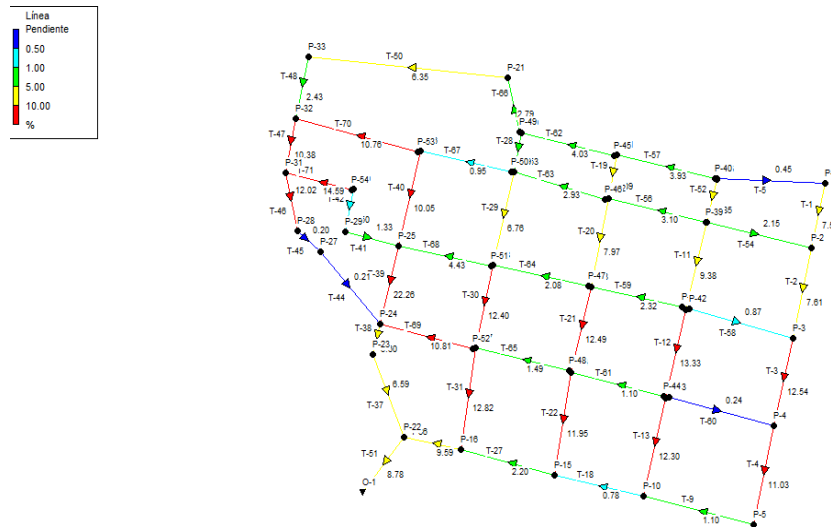


Figura 36. Simulación de la red de alcantarillado, se muestran las pendientes de las atarjeas

A continuación en la Figura 37 se muestran los resultados de las velocidades alcanzadas en la red.

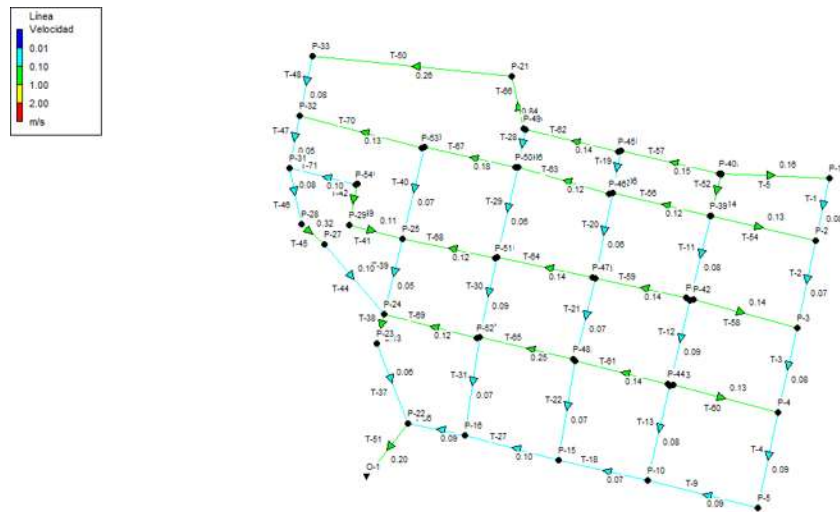


Figura 37. Velocidades que se presentan en las atarjeas de la red

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la simulación de la red en el programa SWMM los cálculos realizados con anterioridad son correctos.

Realizamos un pequeño análisis para obtener el costo aproximado de la red, los precios de los tramos de tubería se obtuvieron de un catálogo de precios de la distribuidora “PAVCO”, Tabla 11, cabe resaltar que solamente es un estimado pues los precios están sujetos a cambios según la economía, a continuación se muestra una Tabla 12 con los cálculos realizados.

Tabla 11. *Catálogo de precios “PAVCO”*

## SANITARIA - VENTILACIÓN

### Sistema de Tuberías y Conexiones

Tuberías				
	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x tubo
 <p style="font-size: x-small; color: red; margin-top: 5px;">NUEVO NUEVO</p>	<b>Tuberías Sanitaria</b>			
	<b>Tramos de 6 metros</b>			
	2900319	1½	1 tubo	\$ 64.344
	2902515	2	1 tubo	\$ 79.774
	2902517	3	1 tubo	\$ 119.154
	2900331	4	1 tubo	\$ 166.054
	2900336	6	1 tubo	\$ 351.644
	2900420	8	1 tubo	\$ 632.605
2900421	10	1 tubo	\$ 988.106	
	<b>Tuberías Sanitaria</b>			
	<b>NOVATEC</b>			
	2900323	2	1 tubo	\$ 79.774
	2900326	3	1 tubo	\$ 119.154
	2900330	4	1 tubo	\$ 166.054
2900335	6	1 tubo	\$ 351.644	

Tabla 12. *Costo aproximado de la red de alcantarillado de la comunidad El Asoleadero*

	No. de pozos	51			
	Long. de la red	3527.00 m			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
1	Tubo de 8" de diametro, longitud de 6m por tramo	588	Tramo	\$ 632.61	\$ 371,866.31
2	Pozos de visita común	36	Pza	\$ 4,770.00	\$ 171,720.00
3	Pozos de visita con caída adozada	15	Pza	\$ 8,249.00	\$ 123,735.00
4	Excavación de zanjas de 0.60 m de ancho a mano en terreno tipoA	4232.4	M3	\$ 105.00	\$ 444,402.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,111,723.31</b>

Cabe mencionar que los costos de los pozos de visita y la excavación de las zanjas ya incluyen el material necesario y la mano de obra necesarios para su construcción. A continuación en las Tablas 13 y 14 se muestran los ejemplos de los cálculos de los costos de los pozos de visita.

Tabla 13. *Cálculo estimado del costo de un pozo de visita común*

1. MATERIALES						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total	
1492	Agua de toma municipal	m³	0.7824	21.3300	16.6895	
1508	Arena	m³	1.1414	201.0000	229.4160	
1558	Cemento normal gris tipo I en saco	t	0.3057	2,500.0000	764.2293	
1633	Escalón fofo	pza	2.0000	156.0000	312.0000	
1681	Madera de pino de 3a.	pt	0.9022	14.9000	13.4428	
1703	Piedra braza	m³	1.1400	233.3300	265.9962	
1748	Tabique común de barro rojo recocido de 7x14x28 cm	mill	0.7855	2,184.0000	1,715.6150	
<b>Total materiales</b>					<b>3,317.3889</b>	
2. MANO DE OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total	
1877	Ayudante	jor	2.0815	249.3500	519.0300	
1884	Oficial albañil	jor	2.0815	398.2400	828.9494	
1908	Cabo de oficios	jor	0.0694	512.2800	35.5439	
<b>Total mano de obra</b>					<b>1,383.5233</b>	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total	
				Herramienta menor	5.00%	69.1762
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>69.1762</b>	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
5. UTILIDAD						
6. IMPUESTOS						
Total Precio Unitario de Pozo de visita "común" según diseño del D.D.F. de 1.51 a 2.00 m de profundidad interior, con media caña de 0.30 a 0.61 m de diámetro, plantilla de mampostería de piedra braza, plataforma de tabique común, muro de tabique de 0.28 m en forma de cono, aplanado pulido de cemento con mortero cemento arena 1:4 y escalones de fierro fundido incluye: materiales, mano de obra, herramienta acarreo y desperdicios no incluye brocal.					4,770.0883	

Tabla 14. *Cálculo estimado del costo de un pozo de visita con caída adosada*

Unidad	Descripción	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>				
m²	Concreto f <sub>c</sub> =30 MPa (300 kg/cm²), clasificación de exposición D, tamaño máximo del agregado 20 mm, revestimiento nominal del concreto fresco de 5 a 10 mm, premezclado, según RCDF NTC Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2004).	0.675	1,642.14	1,108.44
m²	Malla electrosoldada de alambre liso de acero tipo 6x6 2/2, separación 15.24x15.24 cm y Ø 6.67-6.67 mm, según NMX-B-290-CANACERO.	2.250	61.01	137.27
m²	Concreto simple f <sub>c</sub> =30 MPa (300 kg/cm²), clasificación de exposición D, tamaño máximo del agregado 20 mm, revestimiento nominal del concreto fresco de 5 a 10 mm, premezclado, según RCDF NTC Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2004).	0.466	1,642.14	765.24
Ud	Tabique de barro recocido de elaboración mecánica para revestir, 25x12x5 cm.	220.000	3.47	763.40
m³	Agua.	0.048	20.15	0.97
t	Arena de cantera, para mortero hecho en obra.	0.380	275.95	104.86
kg	Cemento gris en sacos.	72.274	1.98	143.10
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros u concretos.	0.565	16.12	9.11
m	Tubo de PVC, serie B, de 250 mm de diámetro y 4.9 mm de espesor, con extremo abocardado, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1.300	407.44	529.67
m³	Concreto simple f <sub>c</sub> =20 MPa (200 kg/cm²), clasificación de exposición A1, tamaño máximo del agregado 20 mm, revestimiento nominal del concreto fresco menor de 5 mm, premezclado, según RCDF NTC Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2004).	0.151	1,090.17	164.62
Ud	Anillo prefabricado de concreto simple, con unión rígida machihembrada con junta de goma, de 100 cm de diámetro interior y 50 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm², para formación de pozo de visita.	1.000	642.02	642.02
Ud	Cono asimétrico prefabricado de concreto simple, con unión rígida machihembrada con junta de goma, de 100 a 60 cm de diámetro interior y 60 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm², para formación de pozo de visita.	1.000	906.84	906.84
kg	Lubricante para unión con junta elástica, en pozos de visita prefabricados.	0.007	45.62	0.32
Ud	Tapa circular con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fundición dúctil de 850 mm de diámetro exterior y 100 mm de altura, paso libre de 600 mm, para pozo, carga de rotura 400 kN. Tapa revestida con pintura bituminosa y marco provisto de junta de insonorización de polietileno y dispositivo antirrobo.	1.000	1,378.43	1,378.43
Ud	Pate de polipropileno conformado en U, para pozo, de 330x160 mm, sección transversal de D=25 mm.	4.000	75.40	301.60
			<b>Subtotal materiales:</b>	<b>6,955.89</b>
<b>Equipo y herramienta</b>				
h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0.201	666.53	133.97
h	Revolvedora de concreto.	0.168	22.65	3.81
			<b>Subtotal equipo y herramientas:</b>	<b>137.78</b>
<b>Mano de obra</b>				
h	Oficial albañil de obra civil.	7.701	91.12	701.72
h	Ayudante albañil de obra civil.	6.100	47.91	292.25
			<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>993.97</b>
<b>Herramienta menor</b>				
%	Herramienta menor	2.000	8,087.64	161.75
Simiento decenal: \$ 412.47 en los primeros 10 años.			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>	<b>8,249.39</b>

Como se observa en la Tabla 12 el costo de la construcción de la red es muy bajo considerando que la red está diseñada para dar servicio durante 20 años a la comunidad sin necesidad de mantenimiento mayor proporcionando una mejor calidad de vida a los habitantes de la comunidad El Asoleadero.

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de incorporar la información necesaria en el programa de SWMM, como son los diámetros, profundidades de pozos, longitudes y realizar el correspondiente análisis, el programa nos arroja resultados óptimos de nuestra red, en la simulación realizada por el programa nos permite observar que las velocidades y las pendientes están dentro de los límites permisibles establecidos en el MAPAS de la CONAGUA, por lo cual la red funcionará de forma adecuada y no presentará problemas de azolve o erosión en la tubería de las atarjeas.

También se puede observar que los diámetros de las tuberías son adecuados para la aportación de aguas residuales de la comunidad y no será necesario cambiarlos o adecuarlos durante el periodo para el cual fue diseñada.

Con el análisis de costos que se realizó podemos observar claramente que el precio de la construcción de la red es bajo comparado con el tiempo que funcionará sin necesidad de recibir obras de mantenimiento mayor y brindará una mejor calidad de vida a los habitantes de la comunidad y a los turistas de la zona.

Si se realiza la construcción de la red de alcantarillado en la comunidad será necesario adecuar la topografía a la real, la utilizada en el proyecto de tesis fue obtenida con el software global mapper por lo cual nuestros datos pueden variar un poco respecto a la realidad de la comunidad.

Con el dato obtenido del costo de la red de alcantarillado se puede dividir entre el número de habitantes beneficiados con ella para obtener un costo aproximado de las obras de saneamiento requeridas en las comunidades de la zona de la biosfera que no cuentan con este importante servicio.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Admin. (2013). *Trtamiento de aguas residuales*. Obtenido de Tratamiento de aguas residuales: <http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-de-l-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Aga, C. N. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. En CNA, *Datos Básicos* (pág. 4).
- Agricultores. (21 de Febrero de 2016). *INVERSIONESAGRO.COM*. Obtenido de INVERSIONESAGRO.COM: <http://www.inversionesagro.com/noticias-productivas/es-la-innovacion-el-camino-para-un-mejor-uso-del-agua-en-la-agricultura>
- agua, C. e. (2009). *Cuido el agua.org*. Obtenido de Cuido el agua.org: <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguasresiduales/aguasresiduales.html>
- América, P. d. (s.f.). *Pueblos de América*. Obtenido de Pueblos de América: <http://en.mexico.pueblosamerica.com/foto/lascamelinas>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/foto/cambaye>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/foto/el-monasterio-2>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://en.mexico.pueblosamerica.com/foto/la-toma-de-agua>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/foto/el-capulin-95>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/foto/cerro-colorado-31>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/san-jeronimo-pilitas/>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/cevati/>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/pichardo-pena-blanca/>
- América, P. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Pueblos América: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/el-tigre-nueva-comunidad-el-tigre/>
- Ávila. (11 de Marzo de 2003). *El agua*. Obtenido de El agua: <http://mimosa.pntic.mec.es/vgarcil4/index.htm>
- Barreiro, R. O. (19 de Mayo de 2013). *Portafolio Cultural*. Obtenido de Portafolio Cultural: <http://www.fundacionportafoliocultural.co/249-el-agua-y-la-ganaderia.html>
- Bascuñana, Á. R. (- de Junio de 2015). *elawita*. Obtenido de elawita: <http://elawita.blogspot.mx/2015/06/el-agua-en-la-industria.html>
- Belling, M. A. (20 de Abril de 2015). *ProActivo*. Obtenido de ProActivo: <http://proactivo.com.pe/la-generacion-hidroelectrica-y-el-uso-del-agua/>
- Características de las aguas residuales*. (s.f.). Obtenido de Características de las aguas residuales: <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
- Características de las aguas residuales*. (s.f.). Obtenido de Características de las aguas residuales: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/895/Capitulo3.pdf>
- CONABIO. (15 de Noviembre de 2007). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/2/monarca.html>
-

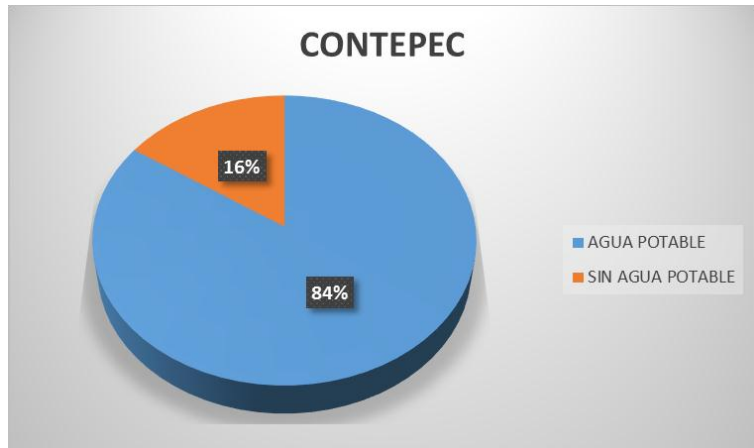
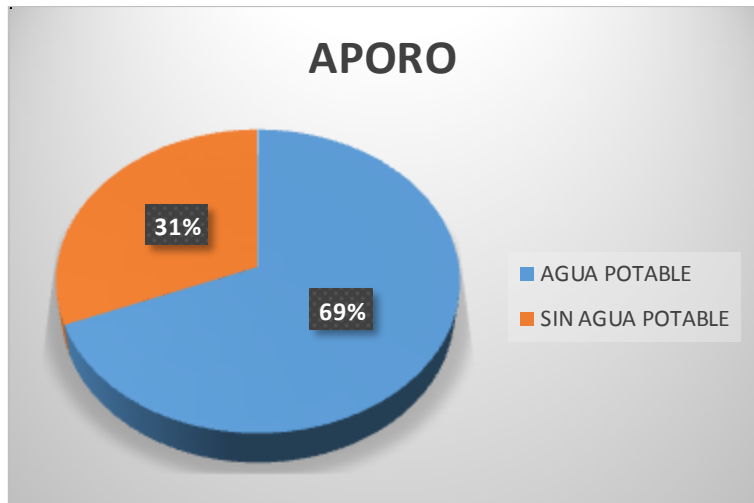
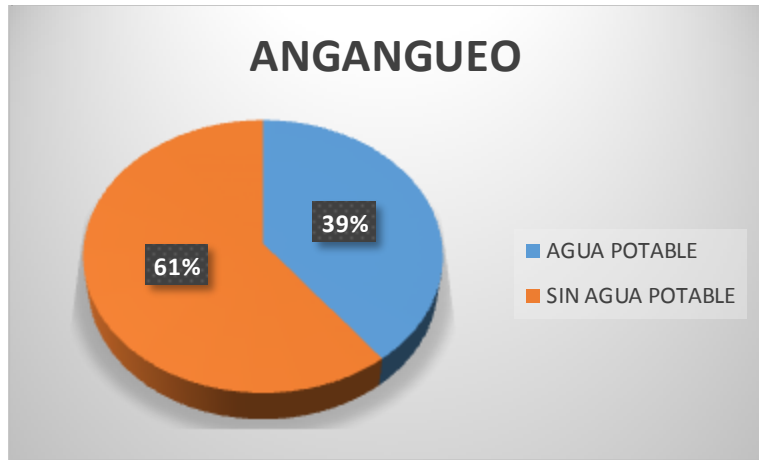
- 
- CONAGUA. (2010). *Usos del Agua*. Obtenido de Usos del Agua: [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Capitulo\\_3.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Capitulo_3.pdf)
- CONANP. (s.f.). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. Obtenido de Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/monarca.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/monarca.pdf)
- e.visuales. (27 de 12 de 2016). *Manyfot*. Obtenido de Manyfoto: <http://www.manyfoto.com/mx/mx/Chamangareo,michoacan.html>
- Earth, G. (2010). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth: Google Earth
- Envitech, C. (2016). *Aguas Residuales.Info*. Obtenido de Aguas Residuales.Info: <http://www.aguasresiduales.info/revista/blog/tratamiento-de-emulsiones-y-aguas-residuales-aceitosas>
- INEGI. (19 de Octubre de 2016). *Cuéntame territorio*. Obtenido de Cuéntame territorio: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/que.aspx?tema=T>
- INEGI. (s.f.). *INEGI*. Obtenido de INEGI: <http://geoweb2.inegi.org.mx/ahl/realizaBusquedaurl.do?cvegeo=160610003>
- issuu. (2016). H2O Gestión del agua 12. *issuu*, -.
- Jimenez, E. A. (14 de Diciembre de 2015). *El uso eficiente del agua*. Obtenido de El uso eficiente del agua: <http://es.slideshare.net/EdgarAbdielCedeoJime/el-uso-eficiente-del-agua>
- Lara, I. O. (2010). *Universidad Alas Peruanas*. Obtenido de Universidad Alas Peruanas: <http://www.uap.edu.pe/intranet/fac/material/24/20102BT240224E10240108011/20102BT240224E1024010801117880.pdf>
- López, M. E. (s.f.). *Aguas residuales. Composición*. Obtenido de Aguas residuales. Composición: [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- Louise Rolland, Y. V. (2010). La gestión del agua. *Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM*, 155-188.
- Mexico, A. a. (s.f.). *Mexico Facts*. Obtenido de Mexico Facts: <http://www.mexico-facts.com/Michoacan/Senguio/Up-to-500/San-Jose-de-los-Corrales/>
- Mexico, E. S. (23 de Marzo de 2016). *El Sol de México*. Obtenido de El Sol de México: <https://www.elsoldemexico.com.mx/mexico/158539-semarnat-debe-informar-sobre-elaboracion-de-proyectos-de-normas-oficiales-mexicanas>
- México, N. (s.f.). *Nuestro México*. Obtenido de Nuestro México: <http://www.nuestro-mexico.com/Michoacan-de-Ocampo/Senguio/Areas-de-menos-de-500-habitantes/Rosa-Azul/>
- México, N. (s.f.). *Todo sobre México*. Obtenido de Todo sobre México: <http://www.mx.mexico-facts.com/Michoacan/Senguio/Up-to-500/Rosa-Azul/>
- Morazan, P. (11 de Diciembre de 2013). *Portafolio Virtual*. Obtenido de Portafolio Virtual: [http://paolamorazan.blogspot.mx/2013/12/visita-planta-de-tratamiento-de-aguas\\_11.html](http://paolamorazan.blogspot.mx/2013/12/visita-planta-de-tratamiento-de-aguas_11.html)
- MX, v. (2014). *vive MX*. Obtenido de vive MX: <https://www.vivemx.com/col/cuartel-la-mesa-el-aseleadero-ocampo.htm>
- Posta. (27 de Noviembre de 2016). *Posta*. Obtenido de Posta: <http://www.posta.com.mx/fotografia/michoacan-listo-para-recibir-la-mariposa-monarca>
- Rogelio, D. (s.f.). *Ingeniería Sanitaria*. Obtenido de Ingeniería Sanitaria: <https://daavidrogelio.wordpress.com/ingenieria-sanitaria-3/apuntes-ap/>
- Saiz, L. (- de - de -). *webconsultas*. Obtenido de webconsultas: <http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/vida-activa/deportes-de-playa-acuaticos-11810>
-

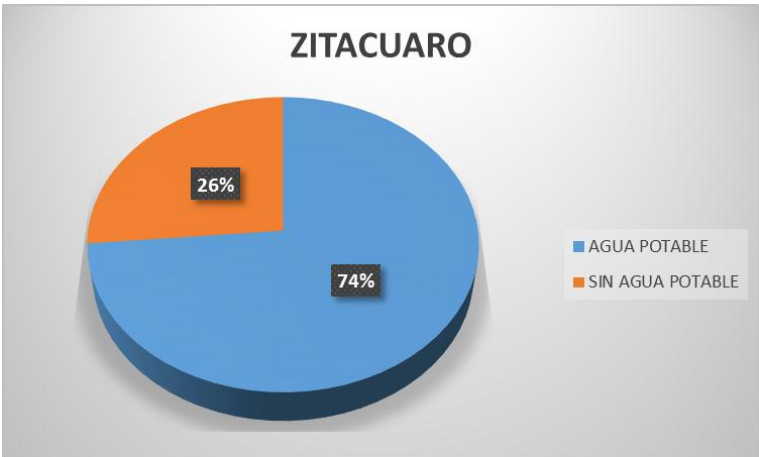
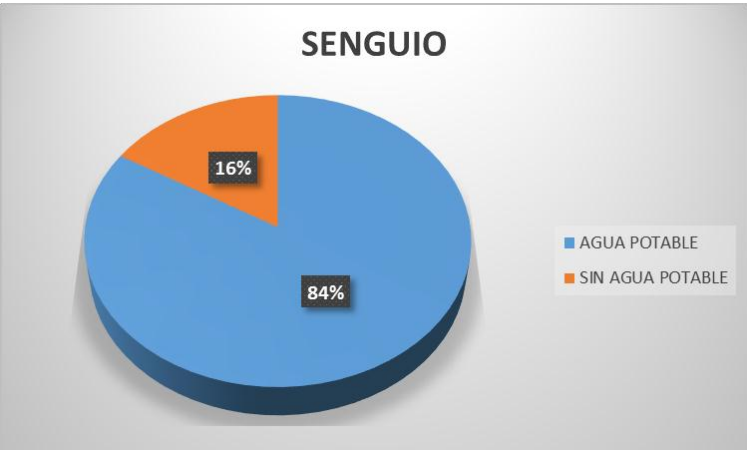
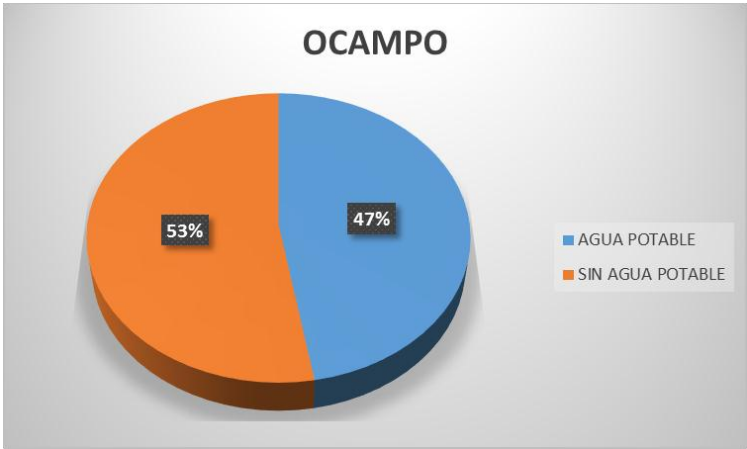


- 
- SEMARNAT. (15 de Agosto de 2003). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_nom\\_004\\_sema\\_rnat2002.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_nom_004_sema_rnat2002.pdf)
- SEMARNAT. (s.f.). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_nom\\_003\\_sema\\_rnat1997.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_nom_003_sema_rnat1997.pdf)
- SEMARNAT. (s.f.). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_nom\\_001\\_sema\\_rnat1996.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_nom_001_sema_rnat1996.pdf)
- SEMARNAT. (s.f.). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: [http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_nom\\_002\\_sema\\_rnat1996.pdf](http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_nom_002_sema_rnat1996.pdf)
- telepaisa. (s.f.). *Pueblos de México*. Obtenido de Pueblos de México: [http://www.telepaisa.com/pueblos.php?action=poblacion\\_ver&poblacion\\_id=144560](http://www.telepaisa.com/pueblos.php?action=poblacion_ver&poblacion_id=144560)
- Tello, M. C. (2012). *Triple Enlace Química*. Obtenido de Triple Enlace Química: <http://triplenlace.com/2012/06/15/caracterizacion-del-agua-residual-en-una-edar-urbana-ii/>
- UG, B. (9 de Noviembre de 2015). *Conexiones*. Obtenido de Conexiones: <http://conexiones.digital/brigadistas-ug-al-cuidado-del-agua/>
- Vertidos, C. A. (2010). *TEIDAGUA, La Laguna Tacoronte*. Obtenido de TEIDAGUA, La Laguna Tacoronte: <http://www.teidagua.es/ESP/681.asp>
- virtual, A. (s.f.). *Caracterización Agua Residual*. Obtenido de Características Biológicas: [http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/curso/uni\\_03/U3C3S7.htm](http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/curso/uni_03/U3C3S7.htm)
- Yañez, M. (29 de Noviembre de 2014). *CobaesGeo*. Obtenido de CobaesGeo: <http://cobaesgeo.foroactivo.com/t1328-piquele-pa-que-vea-el-tema-del-bosque-de-la-mariposa-monarca-3>

---

## ANEXO A





## ANEXO B

Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
5	ANGANGUEO	31	AMPLIACIÓN NUEVA EL PEDREGAL	21			38.1	38.1	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
5	ANGANGUEO	29	CERRO DEL MELÓN	64				28.13	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto	Muy Alto
5	ANGANGUEO	4	COLONIA INDEPENDENCIA	1,150	1	0.09	71.04	95.04	Muy Bajo	Medio	Medio	Medio
5	ANGANGUEO	3	DOLORES	302			30.46	96.36	Bajo	Medio	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	19	EL LLANO DE LAS PAPAS	13			53.85	23.08	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
5	ANGANGUEO	30	EL PUERTO	162				3.7	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto
5	ANGANGUEO	25	EL TIGRE (NUEVA COMUNIDAD EL TIGRE)	55			29.09	85.45	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	6	JESUS DE NAZARENO (LA HACIENDA)	667	2	0.3	62.82	63.57	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	32	LA CALERA	117				41.88	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
5	ANGANGUEO	9	LA RONDANILLA (PRIMER CUARTEL)	566	3	0.53	35.51	72.61	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	10	LA SALUD	891			20.2	77.78	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	5	LAS JARAS	92			52.17	40.22	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	14	MANZANA DE LA TRINIDAD (LA JUNTA)	908	2	0.22	21.15	77.2	Bajo	Medio	Medio	Alto
5	ANGANGUEO	1	MINERAL DE ANGANGUEO	4,601	9	0.2	61.64	91.72	Muy Bajo	Bajo	Medio	Medio
5	ANGANGUEO	20	PRIMERA MANZANA DE NICOLÁS ROMERO (LOS MIMBRES)	328	3	0.91	28.35	70.12	Bajo	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	26	SAN ANTONIO	60				30	Bajo	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	8	SEGUNDA MANZANA DE NICOLÁS ROMERO (CAÑADA DEL MUERTO)	412			51.7	55.34	Medio	Alto	Alto	Alto
5	ANGANGUEO	21	SEGUNDO CUARTEL DE RONDANILLA	314			23.89	30.25	Medio	Alto	Muy Alto	Alto
<b>Total -&gt; 18</b>				<b>10,723</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
7	APORO	8	ALVARADO	115			15.65	49.57	Alto	Alto	Alto	Alto
7	APORO	1	APORO	2,120	3	0.14	90.09	90.09	Muy Bajo	Medio	Medio	Medio
7	APORO	2	ARROYO SECO	195			30.77	35.9	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
7	APORO	10	LA CIÉNEGA	55			74.55	67.27	Muy Alto	Alto	Sin Grado	Alto
7	APORO	16	LA SILLETA	43	1	2.33	51.16	9.3	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto
7	APORO	5	MARTINILLOS JUAN PÉREZ	96			11.46	18.75	Medio	Alto	Alto	Alto
7	APORO	6	OUO DE AGUA	87	1	1.15	72.41	78.16	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
7	APORO	7	RINCÓN DE SOTO (EL OYAMEL)	370			23.78	72.43	Alto	Alto	Alto	Alto
7	APORO	9	ZARZAMORA	127			3.94	15.75	Muy Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto
<b>Total -&gt; 9</b>				<b>3,208</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
17	CONTEPEC	2	AGUA CALIENTE	1,081			70.77	97.13	Medio	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	100	AMPLIACION DE BUENA VISTA	86			73.26	13.95	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	114	AMPLIACION PARQUE INDUSTRIAL	16			62.5	37.5	Sin Grado	Sin Grado	Bajo	Alto
17	CONTEPEC	3	ARROYO DEL MUERTO (PRESA SANTA TERESA)	220			6.82	17.27	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	4	ATOTONILCO	1,401			79.51	80.23	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	107	BALNEARIO DE BUENA VISTA	62			35.48	85.48	Sin Grado	Sin Grado	Alto	Alto
17	CONTEPEC	5	BRAVO	1,156	1	0.09	95.16	94.81	Medio	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	6	BUENA VISTA	2,536			94.83	90.97	Medio	Alto	Medio	Medio
17	CONTEPEC	7	CANOA'S (EL ROSARIO)	138			16.67	19.57	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	87	CERRITO UNA TAL	16			100	100	Sin Grado	Sin Grado	Alto	Alto
17	CONTEPEC	82	CERRO AGUJERADO (CUARTEL TERCERO)	182			77.47	59.34	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	101	CERRO COLORADO	74	1	1.35	91.89	83.78	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	10	CERRO PRIETO	254	2	0.79	51.97	56.69	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	81	COLONIA LA PAZ (EL ZAROTE)	313			97.44	78.27	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	96	COLONIA LOS PIRULES	12					Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	1	CONTEPEC	4,184	9	0.22	84.63	93.64	Muy Bajo	Medio	Bajo	Medio
17	CONTEPEC	8	EL CAPULIN	628	2	0.32	98.57	96.5	Medio	Medio	Medio	Alto
17	CONTEPEC	9	EL CÉREO	324			90.74	73.77	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	11	EL CÉSPED	1,217			98.19	93.26	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	102	EL CRUCERO	257			51.75	95.33	Alto	Alto	Bajo	Medio
17	CONTEPEC	13	EL ENCINO	580			52.41	89.31	Medio	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	44	EL MILAGRO	93			100	70.97	Alto	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	117	EL NOGAL (AMPLIACION SAN RAFAEL)	205			86.83	38.05	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
17	CONTEPEC	70	EL PEDREGAL (CUARTEL CUARTO)	365			90.14	84.11	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	80	EL REDONDO	60			50	70	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto	Alto
17	CONTEPEC	29	EL SAUZ (LA COLONIA DEL SAUZ)	11			18.18	36.36	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	51	EL SOMBRERITO (EL CERRITO)	108			4.63	12.96	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	31	EL TECOLOTE	262			95.42	82.44	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	63	EL TERRERO	118			56.78	3.39	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	85	EL ZORRILLO (EL CERRO DEL ÁGUILA)	146			77.4	95.21	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	62	ESTACION CONTEPEC	12			58.33	100	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	15	ESTANZUELA	291			91.75	70.1	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	99	LA ALBERCA	14			64.29	64.29	Sin Grado	Alto	Muy Alto	Alto
17	CONTEPEC	106	LA BALASTRERA	79			94.94	60.76	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	14	LA ESTANZUELA (LA CHIRIPA)	230			100	77.39	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	97	LA HACIENDA (BORDE DE LA CRUZ)	92			71.74	9.78	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto

17	CONTEPEC	16	LA HIGUERILLA (LOS LIRIOS)	1,102	1	0.09	80.94	63.16	Medio	Medio	Alto	Alto
17	CONTEPEC	112	LA LADERA	57	2	3.51	100	36.84	Sin Grado	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	89	LA LOMA	435	1	0.23	94.71	51.03	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	113	LA PLACITA	17					Sin Grado	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	46	LA PUERTA (LA PUERTA DE TEPUXTEPEC)	130			89.23	44.62	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	24	LA RUEDA	435	1	0.23	57.01	30.11	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	76	LA SOLEDAD	61	2	3.28	24.59	44.26	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	12	LAS CUEVAS	190				53.16	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	22	LAS PERITAS	233			85.41	58.37	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	23	LAS PILAS	321			83.8	97.51	Medio	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	33	LAS TENERÍAS (LAS TENERÍAS DE TEPETONGO)	529			97.92	90.17	Medio	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	18	LÁZARO CÁRDENAS	210			93.81	77.14	Medio	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	59	LOS ARTONES	421			78.86	54.63	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	118	LOS FRESNOS	51			39.22	19.61	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
17	CONTEPEC	116	LOS PIRULES	59			91.53	25.42	Sin Grado	Sin Grado	Medio	Alto
17	CONTEPEC	19	LLANO LARGO (SANTA ROSA DE LIMA)	539			90.35	77.55	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	21	MELCHOR OCAMPO (PATEO)	1,014			83.73	49.51	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	20	MOGOTES	187	1	0.53	100	32.62	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	103	NUEVA COLONIA AMPLIACIÓN DE ATOTONILCO	76			81.58	50	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	104	PUEBLO NUEVO	243			58.85	66.67	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	121	FUENTE NEGRO (SAN RAFAEL)	41			56.1	56.1	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
17	CONTEPEC	119	RANCHO COLORADO	35			80	51.43	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
17	CONTEPEC	25	SALTO DE TEPUXTEPEC	1,836	6	0.33	89.32	88.45	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio
17	CONTEPEC	91	SAN ANTONIO	47			80.85	91.49	Alto	Medio	Bajo	Medio
17	CONTEPEC	55	SAN JERÓNIMO	8					Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
17	CONTEPEC	26	SAN PEDRO TARIMBARO	637			95.76	74.25	Medio	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	27	SAN RAFAEL	446			83.86	85.65	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	72	SANTA MARÍA DE LOS ÁNGELES	963	2	0.21	87.75	71.86	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	28	SANTA MARÍA LA AHOGADA	266			96.99	80.45	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	111	SANTIAGO LOMA BONITA	60			10	30	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	32	TEMASCALES (EL JACAL)	606			72.77	64.52	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	34	TEPETONGO	1,426	1	0.07	96.91	88.71	Medio	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	35	VENTA DE BRAVO	1,576	3	0.19	93.59	91.5	Medio	Alto	Medio	Alto
17	CONTEPEC	36	YEREJE	479			88.52	79.54	Alto	Alto	Alto	Alto
17	CONTEPEC	37	ZARAGOZA (FUERTO DE MEDINA)	1,383	1	0.07	96.6	77.87	Bajo	Medio	Medio	Medio
			<b>Total -&gt; 71</b>	<b>32,942</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				



Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
61	OCAMPO	6	CERRO PRIETO	627			16.43	55.82	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	36	CIENEGUILLAS	601			7.32	12.31	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	50	CUARTEL DE EMILIANO ZAPATA	486			37.86	76.95	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	3	CUARTEL LA MESA (EL ASOLEADERO)	1,034	3	0.29	48.26	26.89	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	44	CUARTEL LAS PALMAS	618	1	0.16		53.72	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	19	EJIDO EL ROSARIO	1,080			11.85	18.15	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	28	EJIDO LAS TROJES	469			45.63	85.07	Bajo	Medio	Alto	Alto
61	OCAMPO	46	EL LLANO (CERRO DE LA COCINA)	227			73.13	39.65	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	17	EL PASO	749			99.2	92.12	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio
61	OCAMPO	25	EL SOLDADO ANÓNIMO	636	4	0.63		94.34	Medio	Medio	Alto	Alto
61	OCAMPO	30	HERNÁNDEZ (EL PASO)	29			72.41	41.38	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	10	HERVIDERO Y PLANCHA (QUAUHTÉMOC)	425			77.65	29.18	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	24	LA MANZANA DE SANTA CRUZ	580	8	1.38	66.03	7.07	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	49	LA VOLANTE	98			91.84	24.49	Medio	Medio	Alto	Alto
61	OCAMPO	14	LAGUNA VERDE	341			69.5	37.54	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	13	LAS JOYAS	28			89.29	60.71	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio
61	OCAMPO	35	LOS TEPETATES	261	9	3.45	23.75	98.08	Medio	Medio	Medio	Alto
61	OCAMPO	9	MANZANA DE CORRAL FALSO	59				28.81	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	29	MANZANA DE DOLORES	270			96.67	17.04	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	22	MANZANA DE SAN LUIS	2,996	5	0.17	58.21	8.51	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	20	MANZANA DEL CENTRO DE SAN CRISTÓBAL	801	18	2.25	86.64	6.62	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	27	MANZANA DEL TEJOCOTE	325	1	0.31	32	21.85	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	12	MANZANA EL FRESNO	21			61.9	19.05	Muy Alto	Alto	Muy Alto	Alto
61	OCAMPO	43	MANZANA EL GRASERO	225			15.11	12.89	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	15	MANZANA EL MORTERO DE SAN CRISTÓBAL	585			65.81	16.41	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	42	MANZANA EL PASO DE SAN CRISTÓBAL	70			92.86	80	Bajo	Medio	Medio	Muy Bajo
61	OCAMPO	26	MANZANA EL TEJOCOTE	234	13	5.56	53.42	2.14	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	52	MANZANA JUAN PÉREZ	31			16.13	32.26	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
61	OCAMPO	4	MANZANA LA BARBA COA	139			17.27	26.62	Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	40	MANZANA LA CANTERA	674			0.74	43.03	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	7	MANZANA LA CIÉNEGA	257			11.67	5.06	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	8	MANZANA LA COFRADÍA	1,040	13	1.25	79.13	20.38	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	47	MANZANA LOS CEDROS	175			31.43	8.57	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	18	MANZANA LOS REMEDIOS	379			70.45	34.56	Bajo	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	41	MANZANA RANCHO ESCONDIDO	911			0.55	59.06	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	2	MESA EL ARENAL	315			19.68	29.52	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	1	OCAMPO	3,799	13	0.34	55.15	94.95	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio
61	OCAMPO	33	OJO DE AGUA	334			48.2	55.99	Medio	Medio	Alto	Alto
61	OCAMPO	21	SAN JUAN	487	1	0.21	72.48	32.44	Medio	Alto	Alto	Alto
61	OCAMPO	23	SANTA ANA	212			69.81	30.19	Medio	Alto	Alto	Alto
			<b>Total -&gt; 40</b>	<b>22,628</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
80	SENGUIO	77	ACEBUCHES	60			93.33	46.67	Alto	Sin Grado	Muy Alto	Alto
80	SENGUIO	41	CACHIVI	581	1	0.17	87.78	73.49	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	57	CAMBAYE	119			95.8	4.2	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	76	CANEDO	18			61.11		Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	35	CERRO DEL TECOMATE	174			73.56	78.74	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	73	CERRO PELÓN	12			58.33	41.67	Muy Alto	Muy Alto	Sin Grado	Alto
80	SENGUIO	84	CUARTEL TERCERO (TUPÁTARO)	269			95.54	89.59	Sin Grado	Medio	Medio	Alto
80	SENGUIO	55	CHAMANGAREO	12			100	75	Muy Alto	Sin Grado	Alto	Alto
80	SENGUIO	4	CHINCUA (COLONA EMILIANO ZAPATA)	701			92.58	92.01	Bajo	Medio	Medio	Medio
80	SENGUIO	72	EL CALABOCTO	80			82.5	56.25	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	2	EL CALABOZO PRIMERA FRACCIÓN	457	1	0.22	80.31	67.61	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	3	EL CALABOZO SEGUNDA FRACCIÓN	551			62.25	71.51	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	71	EL CUARTEL QUINTO (COLEGIO DEL CUARTEL)	263			85.55	55.13	Muy Alto	Alto	Medio	Alto
80	SENGUIO	70	EL HUERFANO (EMILIANO ZAPATA)	504			61.51	54.76	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	65	EL PUERTO	117			66.67	79.49	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	32	EL SALITRILLO	283	1	0.35	87.28	57.95	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	29	EL TEJOCOTE	25			32	68	Muy Alto	Sin Grado	Muy Alto	Muy Alto
80	SENGUIO	39	EMILIANO ZAPATA (LA OJAJADA)	314			88.22	85.67	Medio	Medio	Medio	Medio
80	SENGUIO	5	EX-HACIENDA DE SOTO	64			81.25	68.75	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	45	GUADALUPE (RANCHO DE GUADALUPE)	23			100	39.13	Muy Alto	Muy Alto	Sin Grado	Muy Alto
80	SENGUIO	80	GUADALUPE CARINDAPAZ	60			50	80	Muy Alto	Sin Grado	Alto	Alto
80	SENGUIO	17	HACIENDA DE SAN ANTONIO (SEGUNDA DE SAN ANTONIO)	382			97.38	75.39	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	8	JOSE MARIA MORELOS (MANZANA GUADALUPE)	847	1	0.12	88.31	45.81	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	28	LA CAPILLA DE OCOTLÁN	87			100	94.25	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	61	LA LAGUNITA	96			100	95.83	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	27	LA LOMA	421	3	0.71	98.81	68.65	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	87	LAS CAMELINAS	38			39.47	21.05	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto	Muy Alto
80	SENGUIO	31	LAS CRUCES	97			84.54	15.46	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	82	LAS POLVILLAS	235			100	59.57	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	30	LOS AILES (RIO DE LOS AILES)	134			91.79	58.21	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	88	LOS MEMBRILLOS	38			78.95	71.05	Sin Grado	Sin Grado	Alto	Muy Alto
80	SENGUIO	20	LOS SAUCES	858	1	0.12	50.23	63.52	Alto	Alto	Medio	Alto
80	SENGUIO	9	MANZANA DE CARINDAPAZ UNO	411			96.35	85.64	Medio	Medio	Medio	Alto
80	SENGUIO	34	MILPILLAS	727			95.46	85.83	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	85	PEÑA BLANCA	55			94.55	61.82	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	25	RICHARDO PEÑA BLANCA	490	1	0.2	94.69	82.45	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	15	ROSA AZUL	436	1	0.23	96.79	59.17	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	16	SAN ANTONIO PRIMERA FRACCIÓN	699			83.26	74.54	Medio	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	36	SAN JOSÉ SOTO	846	1	0.12	94.56	76.36	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	18	SAN JUAN HUERTA	860			95	84.77	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	19	SAN NICOLÁS TARIMORO	401			71.57	80.05	Medio	Alto	Medio	Alto
80	SENGUIO	75	SAN PEDRO	73			100	75.34	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	89	SAN RAFAEL	144			66.67	54.17	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
80	SENGUIO	33	SANTA ANA	224			82.14	68.75	Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	12	SEGUNDA MANZANA DE CHINCUA	647	2	0.31	83	65.84	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	1	SENGUIO	2,707	6	0.22	92.94	97.6	Muy Bajo	Medio	Bajo	Medio
80	SENGUIO	21	TARIMORO	98			96.94	78.57	Bajo	Medio	Medio	Bajo
80	SENGUIO	22	TARIMORO VILLAMAR	78				60.26	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
80	SENGUIO	66	TUPÁTARO	1,581	3	0.19	79.38	60.4	Alto	Alto	Alto	Alto
			<b>Total -&gt; 49</b>	<b>18,397</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

Clave Municipio	Municipio	Clave Localidad	Localidad	Pob. Tot.	Pob. Ind.	% Pob. Ind.	% Cob A.P.	% Cob Dren.	Grado Marg. 95	Grado Marg. 2000	Grado Marg. 2005	Grado Marg. 2010
112	ZITÁCUARO	172	AGUA BENDITA (EL POCTO)	30	3	10	43.33	30	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	194	AGUA BLANCA (LA PALMA)	280			83.21	73.21	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	173	AGUA DE LA ROSA	52	1	1.92	50	25	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	114	AGUA NUEVA	150	1	0.67	56	41.33	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	3	APUTZIO DE JUÁREZ (SANTA MARÍA)	1,383	6	0.43	95.59	63.34	Medio	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	85	ARMADILLOS (TERCERA MANZANA DE TRIBNECO)	220			42.73	100	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	70	BOCA DE LA CAÑADA (QUARTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	655	242	36.95	61.83	11.76	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	6	CAMEMBARO	1,021	1	0.1	86.97	93.73	Alto	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	7	CARPINTEROS	860	1	0.12	77.21	88.37	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	67	CERRITO DE LOS MAGUEYES	35			82.86	65.71	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	197	COLONIA ADOLFO LÓPEZ MATEOS	293	9	3.07	7.17	4.44	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	20	COLONIA EMILIANO ZAPATA (SAN JUAN ZITÁCUARO)	1,887	4	0.21	66.56	73.45	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	14	CRESCENCIO MORALES (SAN MATEO)	1,709	637	37.27	88.3	60.56	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	17	CHIMUSDÁ (CUARTA MANZANA DE DONACIANO OJEDA)	774	23	2.97	81.52	58.27	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	19	DONACIANO OJEDA (PRIMERA Y SEGUNDA MANZANA SAN FRANCISCO)	1,180	105	8.9	27.71	78.73	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	4	DOS RÍOS (BARBECHOS)	196			60.2	72.45	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	2	EL AGUACATE	229			46.72	86.46	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	117	EL ÁLAMO	26			100	100	Alto	Alto	Bajo	Alto
112	ZITÁCUARO	87	EL ASOLEADERO	12			50	25	Sin Grado	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	79	EL BANCO	43			79.07	69.77	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	97	EL BORDO	330	4	1.21	73.64	30.61	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	230	EL CAOQUE (SEGUNDA MANZANA DE RINCÓN DE NICOLÁS ROMERO)	116	4	3.45	100	87.07	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	174	EL CALLEJÓN	67			32.84	83.58	Muy Alto	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	120	EL CAMPAMENTO (SEXTA MANZANA DE NICOLÁS ROMERO)	614	1	0.16	82.25	53.09	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	175	EL CAPULÍN	89	2	2.25			Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	192	EL CAPULÍN (TERCERA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	269	84	31.23	100	43.49	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	184	EL DERRUMBADE RO	124	1	0.81	72.58	86.29	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	198	EL ESCOBAL (TERCERA MANZANA DE SAN MIGUEL)	84			23.81	42.86	Sin Grado	Alto	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	223	EL ESPINAL (LOS ESPINALES)	136	13	9.56	96.32	18.38	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	189	EL GIGANTE	11			63.64	63.64	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	128	EL GRANJENO	200	1	0.5	87	84	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	163	EL HORTELANO (FUERTO DE SANTA MARÍA)	283	4	1.41	80.21	28.27	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	176	EL KILOMETRO (LLANO DE SAN FELIPE)	353			88.95	69.12	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	28	EL LINDERO (SEGUNDA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	299	59	19.73	88.63	39.46	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto

112	ZITÁCUARO	65	EL LLANO DE CURUNGUEO	89				5.62	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	202	EL MAGUEY	53			56.6	79.25	Sin Grado	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	37	EL NARANJO	473			82.88	85.41	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	206	EL OJO DE AGUA	75			28		Sin Grado	Muy Alto	Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	219	EL OJO DE AGUA	36			58.33	72.22	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	170	EL PEDREGAL	132			88.64	59.09	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	71	EL POLVORÍN	123			73.98	100	Alto	Bajo	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	150	EL PUERTO (TERCERA MANZANA)	48			100	87.5	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	211	EL PUERTO DE VALLE VERDE	91	3	3.3	68.13	68.13	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	50	EL RINCÓN DE SAN FELIPE (TERCERA MANZANA SAN FELIPE)	1,945	54	2.78	74.04	57.28	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	191	EL RINCÓN DE VECCHI	99			45.45	35.35	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	89	EL SALIZ (TERCERA MANZANA)	85			100	87.06	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	161	EL SOMBRERETE (TERCERA MANZANA DE CURUNGUEO)	408	2	0.49	49.51	50.49	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	57	EL TIGRE (SEGUNDA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	1,029	463	45	92.71	32.07	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	157	EL TIGRITO (SEGUNDA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	290	121	41.72	93.79		Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	111	EL TROJE	177	3	1.69	85.88	25.42	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	124	FRACCIONAMIENTO A GUACATERA DEL MONTE	75			89.33	89.33	Medio	Medio	Alto	Bajo
112	ZITÁCUARO	221	FRACCIONAMIENTO PRIMERO DE MAYO	463	6	1.3	68.68	95.68	Sin Grado	Sin Grado	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	23	FRANCISCO SERRATO (SAN BARTOLO)	2,396	1,488	62.1	69.45	28.84	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	1	HERÓICA ZITÁCUARO	84,307	339	0.4	92.64	96.52	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Bajo
112	ZITÁCUARO	13	IGNACIO LÓPEZ RAYÓN (COYOTA PRIMERA MANZANA)	902			92.9	97.01	Medio	Medio	Medio	Medio
112	ZITÁCUARO	27	KILÓMETRO ONCE	189	2	1.06	92.06	53.97	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	186	LA ANGOSTURA (LA VUELTA)	252	3	1.19	86.9	93.25	Bajo	Medio	Medio	Medio
112	ZITÁCUARO	5	LA BARRANCA (QUINTA MANZANA CRESCENCIO MORALES)	887	46	5.19	86.92	67.64	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	196	LA CALERA	44			45.45	88.64	Sin Grado	Alto	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	119	LA CALERA	28			89.29	78.57	Medio	Medio	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	151	LA CAPILLA (TERCERA MANZANA DE FRANCISCO SERRATO)	165	36	21.82	40.61	47.88	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	61	LA CARNE HEDIONDA	85			91.76	100	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	118	LA COLONIA DE APUTZIO	431			71.69	65.66	Medio	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	12	LA CORTINA	263			90.49	74.9	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	83	LA CUMBRE (QUINTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	389	4	1.03	94.34	31.88	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	18	LA DIETA (SEGUNDA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	514	61	11.87	68.09	38.13	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	21	LA ENCARNACIÓN	1,714	1	0.06	88.16	94.75	Bajo	Medio	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	24	LA FUNDICIÓN (QUINTA MANZANA)	1,731	21	1.21	88.79	51.88	Alto	Alto	Alto	Alto

112	ZITÁCUARO	25	LA GARITA DE COATEPEC	27			85.19	66.67	Medio	Alto	Alto	Medio
112	ZITÁCUARO	162	LA GIRONDA (HACIENDA LA GIRONDA)	459	2	0.44	64.92	84.1	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	199	LA GUÁSIMA (SÉPTIMA MANZANA DE SAN MIGUEL)	146			86.99	77.4	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	95	LA GUITARRITA (LA GUITARRA)	43			100	83.72	Muy Alto	Muy Alto	Sin Grado	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	168	LA JOYA DE MANZANILLO (SEGUNDA MANZANA)	505	2	0.4	99.21	100	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	226	LA LOMA (QUINTA MANZANA CRESCENCIO MORALES)	51					Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	132	LA LOMA (TERCERA MANZANA DE SAN MIGUEL)	465	1	0.22	90.32	83.44	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	222	LA LOMTA	225	8	3.56	29.33	48	Sin Grado	Sin Grado	Muy Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	135	LA MESA	285	4	1.4	62.81	40.7	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	136	LA MESA (LA MESA DE CEDANO)	1,284	20	1.56	70.87	85.12	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	84	LA MESA CHIQUITA (LA MESITA CHIQUITA)	132			86.36	43.18	Muy Alto	Sin Grado	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	190	LA MESA DE ABAJO	24			41.67	100	Sin Grado	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	179	LA MESA DEL RINCÓN DE CURINGUEO	234	2	0.85	88.03	38.89	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	205	LA MIEL (PRIMERA MANZANA DE SAN FELIPE)	32			65.63	100	Sin Grado	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	154	LA MOJONERA	221			96.83	98.64	Alto	Medio	Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	40	LA PALMA	840	1	0.12	76.07	84.64	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	116	LA PERA (LA MORA EL AGUACATE)	265			50.19	33.21	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	155	LA PRESA (SEGUNDA MANZANA BARRIO DE SANTA CRUZ)	535	5	0.93	83.36	44.67	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	214	LA RESISTOL (SEGUNDA MANZANA DE SAN FELIPE)	48			70.83	79.17	Sin Grado	Bajo	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	56	LA SOLEDAD (CUARTA MANZANA DE FRANCISCO SERRATO)	492	47	9.55	51.22	58.74	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	218	LA VIGUITA (CUARTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	193	35	18.13	31.09	31.09	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	81	LA Y GRIEGA	392	1	0.26	93.88	72.7	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	171	LA ZIRANDA (EL FRESNO)	86			90.7	77.91	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	149	LAS CASAS BLANCAS	8			100	100	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	131	LAS LOMAS DE APUTZIO (LAS LOMAS)	367			75.75	73.3	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	26	LAS MAJADAS (RANCHO DE GUADALUPE)	410			92.44	89.27	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	42	LAS PERAS	97			67.01	85.57	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	160	LAS PILAS	98	11	11.22	66.33	58.16	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	181	LAS PILITAS	63			25.4	100	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	51	LAS ROSAS	377	1	0.27	64.99	84.35	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	167	LAS TILIAS (LA HACIENDITA)	36			50	50	Medio	Sin Grado	Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	177	LECHUGILLAS	99			83.84	52.53	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	80	LINDA VISTA (EL BOSQUE)	423	1	0.24	73.76	91.96	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	178	LOMA DE APARICIO	300	7	2.33	41.67	9	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	29	LOMA LARGA	569	1	0.18	79.96	79.96	Alto	Alto	Alto	Alto

112	ZITÁCUARO	227	LOMAS DEL SOL	55	1	1.82	7.27	72.73	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	225	LOS ENCINOS	23	1	4.35	100	60.87	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	159	LOS ESCOBALES (QUINTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	622	371	59.65	90.51	10.45	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	130	LOS LAMPAZOS (TERCERA MANZANA)	45			24.44	75.56	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
112	ZITÁCUARO	203	LOS MEJIA	79			94.94	91.14	Sin Grado	Alto	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	90	LOS POLVILLOS (EL CRUCERO)	215			97.67	81.4	Alto	Alto	Medio	Medio
112	ZITÁCUARO	76	LOS REYES (QUINTA MANZANA)	35			11.43	80	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	88	LOS ROMERILLOS (TERCERA MANZANA)	50			100	100	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	59	LOS ZAPOTES (PUERTO LOS ZAPOTES)	298			89.6	81.54	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	30	MACUTZIO	1,191	13	1.09	5.63	13.6	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	31	MACHO DE AGUA (QUINTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	1,696	74	4.39	96.8	59.13	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	33	MANZANILLOS (PRIMERA MANZANA)	335	1	0.3	65.37	70.75	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	204	MESA DE DOS RÍOS (LA MESA OCTAVA MANZANA)	173	2	1.16	71.1	71.1	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	169	MESA DE LOMA LARGA (LOMA BONITA)	304			75.99	78.95	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	36	MESA DE LOS ALZATI (MESA DE SAN FELIPE)	931	5	0.54	65.09	65.09	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	35	MESAS DE ENANDIO (CUARTA MANZANA)	584	1	0.17	62.5	91.44	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	39	OCURO	1,203	1	0.08	79.22	51.12	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	180	OJO DE AGUA (TERCERA MANZANA DE ZIRAHUATO)	253	3	1.19	15.81	98.42	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	73	OJO DE AGUA DE SAN FELIPE (PRIMERA MANZANA)	118	1	0.85	41.53	54.24	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	228	PIEDRA AHUMADA	30			50		Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
112	ZITÁCUARO	142	PUENTECLLAS (TERCERA MANZANA DE DONACIANO OJEDA)	310	22	7.1	20	73.23	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	44	PUENTECLLAS (TERCERA MANZANA DE ZIRAHUATO)	1,032	4	0.39	87.5	85.85	Medio	Medio	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	45	PUENTEZUELAS (TERCERA MANZANA DE CURUNGUEO)	330			28.79	64.55	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	46	PUERTO AZUL (QUINTA MANZANA DE SAN FELIPE)	632			53.01	51.74	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	69	PUERTO DE SAN FELIPE (EL TRÉBOL)	144	3	2.08	47.22	52.78	Alto	Alto	Alto	Alto



112	ZITÁCUARO	182	PUERTO DEL AIRE	89			100	100	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo
112	ZITÁCUARO	49	RINCÓN DE CURUNGUEO (SEGUNDA MANZANA DE CURUNGUEO)	1,310	1	0.08	44.66	43.59	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	82	RINCÓN DE NICOLÁS ROMERO (CEDROS TERCERA MANZANA)	6,213	128	2.06	61.5	77.66	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	48	RINCÓN DEL AHORCADO	356			76.4	37.64	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	92	RÍO DE GUADALUPE (CUARTA MANZANA DE CRESCENCIO MORALES)	769	423	55.01	83.22	55.66	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	106	ROSA SANTA	155			100	90.97	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	220	ROSAS DE ZICATA	42			100	90.48	Sin Grado	Sin Grado	Bajo	Bajo
112	ZITÁCUARO	52	SAN FELIPE LOS ALZATI (COLONIA NUEVA)	2,747	48	1.75	59.16	74.19	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	15	SAN FRANCISCO CURUNGUEO	2,657	51	1.92	77.76	84.19	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	215	SAN MIGUEL CHICHIMEQUILLAS	36			100	100	Sin Grado	Bajo	Muy Bajo	Medio
112	ZITÁCUARO	63	SANTA RITA (SEGUNDA MANZANA DE CURUNGUEO)	91	1	1.1	48.35	82.42	Bajo	Sin Grado	Muy Bajo	Alto
112	ZITÁCUARO	53	SEIS PALOS (QUINTA MANZANA DE SAN MIGUEL)	456			76.75	56.8	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	54	SILVA DE ABAJO	553			79.39	76.13	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	55	SILVA DE ARRIBA (EL CHORRITO)	219			88.58	63.93	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	213	TERCERA MANZANA DE MANZANILLOS (EL RANCHO)	443	11	2.48	89.62	63.21	Sin Grado	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	11	TIMBINEO LOS CONTRERAS	295			73.9	92.54	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	58	TOMA DE AGUA	795			9.81	31.32	Alto	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	158	VALLE VERDE	1,617	6	0.37	96.66	91.09	Medio	Alto	Alto	Alto
112	ZITÁCUARO	60	ZIRAHUATO DE LOS BERNAL	2,075	15	0.72	92.87	84.58	Medio	Medio	Medio	Alto
112	ZITÁCUARO	207	ZITÁCUARO (PARQUE INDUSTRIAL)	25			100	100	Sin Grado	Sin Grado	Sin Grado	Alto
<b>Total -&gt; 148</b>				<b>155,450</b>	<b>5195</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

# ANEXO C



## ENCUESTA



- 1) Nombre de la Localidad.  
ENILIANO ZAPATA
- 2) Número de habitantes.  
\_\_\_\_\_
- 3) Tipo de fuente de abastecimiento.  
MANANTIAL EN CIENEGUILLAS
- 4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?  
SI
- 5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?  
SI, SE TRATA EN LAS CASAS
- 6) Actividad Económica preponderante de la localidad.  
AGRICULTURA
- 7) La localidad tiene vocación rural o urbana.  
URBANO
- 8) Servicios con los que cuenta la localidad.  
LUZ, DRENAJE
- 9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.  
\_\_\_\_\_
- 10) Gasto de agua potable.  
\_\_\_\_\_
- 11) Gasto de agua servida.  
NO SE PAGA
- 12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.  
NO

*Felipe Berrón*



## ENCUESTA



- 1) Nombre de la Localidad.  
Dolores.
- 2) .. Número de habitantes.  
85 familias (340 h)
- 3) Tipo de fuente de abastecimiento.  
Venero (cerro cumacho)
- 4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?  
NO
- 5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?  
Cloración (por familia)
- 6) Actividad Económica preponderante de la localidad.  
Jornaleros.
- 7) La localidad tiene vocación rural o urbana.  
rural
- 8) Servicios con los que cuenta la localidad.  
Agua, Energía eléctrica,
- 9) Número de viviendas o Tomas domiciliarias activas.  
85 tomas.
- 10) Gasto de agua potable.  
Desconoce
- 11) Gasto de agua servida.  
Desconoce
- 12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.  
No cuentan con industria



## ENCUESTA



- 1) Nombre de la Localidad.  
ESIDO EL PASO
- 2) .. Número de habitantes.  
600
- 3) Tipo de fuente de abastecimiento.  
OJO DE AGUA
- 4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?  
SI
- 5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?  
NO
- 6) Actividad Económica preponderante de la localidad.  
MADERA Y Bloque P/CONSTRUCCIÓN
- 7) La localidad tiene vocación rural o urbana.  
2
- 8) Servicios con los que cuenta la localidad.  
LUZ, Drenaje, cable, Internet, Telefono
- 9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.  
250
- 10) Gasto de agua potable. ?
- 11) Gasto de agua servida. ?
- 12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.  
Talleres de Bloque P/CONSTRUCCIÓN.

~~\_\_\_\_\_~~



## ENCUESTA



- 1) Nombre de la Localidad.  
EL Fresno.
- 2) .. Número de habitantes.  
18 habitantes
- 3) Tipo de fuente de abastecimiento.  
ceneca (cerro)
- 4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?   
No.
- 5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?  
No.
- 6) Actividad Económica preponderante de la localidad.  
El campo.
- 7) La localidad tiene vocación rural o urbana.  
rural
- 8) Servicios con los que cuenta la localidad.  
Agua potable, Energía eléctrica.
- 9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.  
7
- 10) Gasto de agua potable.  
Desconoce
- 11) Gasto de agua servida.  
Desconoce
- 12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.  
No existe.

*Henry Sánchez*



ENCUESTA



1) Nombre de la Localidad.

RINCON DE HERVIDERO Y PLANCHA

2) Número de habitantes.

3) Tipo de fuente de abastecimiento.

ARROYO (LA BARRANCA) (ARROYO EL CHICRO)

4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?

No

5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?

Si, se hierve

6) Actividad Económica preponderante de la localidad.

A LA AGRICULTURA

7) La localidad tiene vocación rural o urbana.

RURAL.

8) Servicios con los que cuenta la localidad.

Luz

9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.

CADA QUIEN TRAE EL AGUA COMO PUEDE

10) Gasto de agua potable.

11) Gasto de agua servida.

12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.

NO HAY



He Azucena Tello U.

ENCARGADO DEL ORDEN  
DEL RINCON DE HERVIDERO  
Y PLANCHA  
MPIO DE OCANPC, MICH.







ENCUESTA



- 1) Nombre de la Localidad.  
Ejido Las Trojes. (Unidad de Riego  
Rio. Salitrillo).
- 2) Número de habitantes.
- 3) Tipo de fuente de abastecimiento.  
Rio Salitrillo.
- 4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?  
Si el 100% de las familias.
- 5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?  
No se trata.
- 6) Actividad Económica preponderante de la localidad.  
Agricultura.
- 7) La localidad tiene vocación rural o urbana.  
Rural
- 8) Servicios con los que cuenta la localidad.  
Agua, Energía eléctrica, Drenaje y Alcantarillado.
- 9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.
- 10) Gasto de agua potable.  
No tienen medidor
- 11) Gasto de agua servida.  
2,049 m<sup>3</sup> autorizados (páimás)
- 12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.  
No hay industria

Antonio López



ENCUESTA



1) Nombre de la Localidad.

EL MORTERO

2) .. Número de habitantes.

3) Tipo de fuente de abastecimiento.

SE BOMBEA DE UN OJO DE AGUA UBICADO EN LA MANZANA EL PASO DE SAN CRISTOBAL.

4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?

No

5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?

SE HIERVE Y SE CIOBA EN LAS CASAS.

6) Actividad Económica preponderante de la localidad.

EL CAMPO

7) La localidad tiene vocación rural o urbana.

RURAL

8) Servicios con los que cuenta la localidad.

AGUAS CALIENTES

9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.

36 USUARIOS

10) Gasto de agua potable.

SE PAGA EL BOMBEO DEL AGUA ENTRE LOS USUARIOS.

11) Gasto de agua servida.

12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.

No HAY

*Esteban Cortés*



ENCUESTA



1) Nombre de la Localidad.

El asoleadero

2) Número de habitantes.

760 Ejidatarios

3) Tipo de fuente de abastecimiento.

Superficial arroyo el agostadero

4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?

de manera parcial

5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?

Si, Fosa Sèptica

6) Actividad Económica preponderante de la localidad.

Agricultura y Ganadería

7) La localidad tiene vocación rural o urbana.

Rural

8) Servicios con los que cuenta la localidad.

Energía eléctrica, tiendas de abarrotes, Servicio colectivo, Alumbrado público parcial, Pavimento Parcial, escuela primaria, centro de salud.

9) Número de viviendas o Tomas domiciliarias activas.

10) Gasto de agua potable.

11) Gasto de agua servida.

12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad



COMISARIADO EJIDAL  
EL ASOLEADERO,  
MPIO. DE OCAMPO, MICH.  
2014 - 2017



## ENCUESTA



1) Nombre de la Localidad.

FILIBANDO ZAQATA

2) Número de habitantes.

3) Tipo de fuente de abastecimiento.

EL SALTO ASOCIADERO Y PARA REGAR SE TOMA DEL RIO  
SA ROBERTO DE LA LUZ

4) ¿Se cuenta con sistema de alcantarillado?

EN LA MITAD DE LA LOCALIDAD SI EN LA OTRA NO HAY

5) ¿Se trata el agua? ¿Qué sistema usa?

NO

6) Actividad Económica preponderante de la localidad.

AGRICULTURA

7) La localidad tiene vocación rural o urbana.

RURAL

8) Servicios con los que cuenta la localidad.

LUZ, TELEFONIA, DRENJE UNA PARTE

9) Número de viviendas o Tomás domiciliarias activas.

120 TOMAS APROXIMADAMENTE

10) Gasto de agua potable.

11) Gasto de agua servida.

\$10.00 SEMANAL POR PERSONA

12) En caso de contar con industria, de que tipo existen en la localidad.

NO HAY NINGUNA

Utilia Flores Salgado