



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA CIVIL

PRESENTA:

ALEX BRANDON HERNÁNDEZ ORTIZ

NOMBRE DEL ASESOR:

ING. JOSÉ GERMAN CARLOS ANDALCO AGUILAR

APIZACO, TLAX., ABRIL 2026

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

Le agradezco muy profundamente a mis tutores por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento.

Finalmente, agradezco a mi compañera de estudio, de tristezas y alegrías, con quien compartí este camino desde el inicio bajo nuestro lema “juntos entramos, juntos salimos”, logrando alcanzar nuestras metas. Gracias por impulsarme cuando sentía que no podía continuar, por no dejarme atrás y por cada momento, cada risa y cada experiencia compartida que me hicieron de este proceso algo inolvidable.

RESUMEN

La presente investigación está encaminada a brindar información de profundo interés en el sector de desarrollos inmobiliarios en cuanto a la recolección, descarga y evacuación de las cargas hidráulicas generadas por las necesidades básicas de la población. Por otra parte, pretende asentarse como cuerpo de consulta para futuros investigadores del tema que busquen un proceso metodológico asequible, de fácil discernimiento e información de primera mano para profundizar su proceso de investigación.

El sistema de recolección y transporte de las aguas residuales y potable perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas encierra características habituales en cuanto a su infraestructura y comportamiento. Es una estructura hidráulica que funciona por tramos largos, comprende una longitud bajo la calle y está constituida por tuberías en propileno, PVC y en concreto cuyos diámetros oscilan entre 2 y 16 pulgadas, dependiendo el sistema del que se hable que conectan las redes, los cuales cumplen con parámetros normativos de diseño, con características similares, distribuidos en zonas urbanísticas, que influyen en el comportamiento hidráulico de la red.

En el ámbito hidráulico las redes adoptan un comportamiento inadecuado y se registra algún tipo de problemática que interrumpe su funcionamiento en tiempos de lluvia a diferencia del ámbito seco de la red ya que en tiempos de lluvia se presentan inconvenientes.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO EL ESTUDIANTE	11
PROBLEMAS A RESOLVER	12
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
JUSTIFICACIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Marco Físico.....	15
1.1.1. Localización geográfica.....	17
1.1.2. Categoría Política	20
1.1.3. Extensión	21
1.1.4. Orografía.....	22
1.1.5. Hidrografía	22
1.1.6. Vegetación	25
1.1.7. Fauna.....	25
1.1.8. Tipo de suelo	26
1.1.9. Clima.....	26

1.1.10.	Comunicaciones y transportes.	29
1.1.11.	Vivienda.....	31
1.2.	Descripción de servicios públicos existentes.	33
1.3.	Aspectos demográficos y económicos.	34
1.3.1.	Tasa de crecimiento.....	35
1.3.2.	Densidad de población	36
1.3.3.	Datos estadísticos.....	36
1.3.4.	Empleo.....	37
1.3.5.	Educación	38
1.3.6.	Infraestructura escolar	39
1.3.7.	Aulas disponibles	40
2.	PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	41
2.2.	Planificación y Revisión Documental	41
2.1.1.	Revisión de Planos Existentes de la Red de Agua Potable y Alcantarillado.....	42
2.1.2.	Planificación de Levantamientos Topográficos, Identificación de Zonas a Cubrir y Asignación de Equipos	42
2.1.3.	Revisión de Información Relacionada con el Lugar del Proyecto	43
2.2.	Levantamiento topográfico	44

2.3.	Diagnóstico de la infraestructura existente.	47
2.3.1.	Identificación de fuentes de abastecimiento y alcantarillado.....	47
3.	Resultados	56
3.1.	Red de agua potable hidráulica existente.	56
3.1.1.	Condiciones particulares de la captación:.....	58
3.2.	Red de alcantarillado existente.	60
3.2.1.	Condiciones particulares del sistema de alcantarillado:.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
FUENTES DE INFORMACIÓN		67

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 01. División municipal del Estado de Tlaxcala.....	18
Imagen 02. Municipio de Lázaro Cárdenas	19
Imagen 03. Urbanización de Lázaro Cárdenas	19
Imagen 04. Traza urbana de Lázaro Cárdenas	20
Imagen 05. Extensión del Municipio de Lázaro Cárdenas	21
Imagen 06. Orografía e Hidrografía del Estado De Tlaxcala	23
Imagen 07. Ubicación de Presa de Lázaro Cárdenas	23
Imagen 08. Hidrología del Estado de Tlaxcala	24
Imagen 09. Mapa de Cimas del Estado de Tlaxcala	27
Imagen 10. Mapa de Carreteras del Estado de Tlaxcala	30
Imagen 11. Mapa de carretera Apizaco-Lázaro Cárdenas, Tlaxcala.....	31
Imagen 12. Toma y registro de datos topográficos con estación total.....	45
Imagen 13. Apoyo de bastón de aplomar y prismas topográficos	45
Imagen 14. Lecturas tomadas y registradas en fuente de abastecimiento.....	46
Imagen 15. Lecturas tomadas y registradas en Tanque de regulación	46
Imagen 16. Ubicación del pozo No. 01	48
Imagen 17. Pozo No. 01	48
Imagen 18. Tren de descarga de Pozo No. 1	49

Imagen 19. Ubicación de Pozo No. 2	50
Imagen 20 y 21. Pozo No. 2 perforado.....	50
Imagen 22. Ubicación de fuentes de abastecimiento y Tanques de Regulación 51	
Imagen 23. Ubicación de cajas de válvulas	52
Imagen 24. Pozos de visita	54
Imagen 24 Ubicación de la descara No. 1 y No. 2	55
Imagen 25. Aforo de descargas de aguas residuales	55

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 01. Temperatura promedio en el Municipio de Lázaro Cárdenas	28
Gráfica 02. Lluvia promedio mensual en el Municipio de Lázaro Cárdenas	28
Gráfica 03. Pirámide de edades en el Municipio de Lázaro Cárdenas	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Longitud de Red Carretera en Lázaro Cárdenas en el 2018.....	29
Tabla 02.	Total, de viviendas en Lázaro Cárdenas (2015).....	32
Tabla 03.	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, energía eléctrica y drenaje, en Lázaro Cárdenas (2015).....	32
Tabla 04.	Fuentes de abastecimiento y volumen de extracción concesionada de agua potable (2017)	33
Tabla 05.	Tomas eléctricas domiciliarias y no domiciliarias (2017)	34
Tabla 06.	Población por sexo (2015)	35
Tabla 07.	Tasa de crecimiento media anual (2015)	36
Tabla 08.	Densidad de población (2015).....	36
Tabla 09.	Datos estadísticos INEGI	37
Tabla 10.	Distribución de la población por condición de actividad (2015).....	38
Tabla 11.	Infraestructura escolar (2018).....	39
Tabla No 12.	Aulas disponibles (2018).....	40
Tabla No. 13	Coordenadas de descargas de aguas negras	55
Tabla No 13.	Datos puntuales de Fuentes de Abastecimiento.....	56

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a la población, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo. Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias.

En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, mientras más nos acercamos a la cobertura universal, la tarea se vuelve más compleja.

Se orienta el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, impulsar el intercambio de volúmenes de agua y realizar en general un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente. Sin embargo, en la actualidad solo un porcentaje de las cabeceras municipales de México se encuentran abastecidas de estos recursos.

A partir de la información y teniendo en cuenta las condiciones de abastecimiento del Municipio de Lázaro Cárdenas, surge la necesidad de realizar un estudio del estado actual de sus redes de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario y determinar cuáles son las alternativas que permitan la optimización del sistema y con ello disponer del servicio para la totalidad del municipio de manera continua, bajo los parámetros de calidad del agua mínimos establecidos.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO EL ESTUDIANTE

MISSION: Proyectar, gestionar, construir y mantener la infraestructura residencial e industrial, aplicando los más avanzados criterios de diseños técnicos y económicos cumpliendo en todos los casos con la normatividad vigente y adecuada a las necesidades específicas de nuestros clientes.

VISION: Establecer precios competitivos sin castigar la calidad de nuestros trabajos que permitan relaciones comerciales a largo plazo asegurando con ello el crecimiento rentable y sostenido de los ingresos en beneficio de nuestros clientes y colaboradores.

Director general: Ing. Sergio Nava Gutiérrez.

Domicilio fiscal: C. Rep. De Ecuador No. 42.

Colonia: Venustiano Carranza.

Municipio: Xaloztoc.

Estado: Tlaxcala

Giro: privado

Correo: jomar.construc@gmail.com

RFC: NAGS791213BB0

El área de trabajo en la que desempeñé, fue el área de “proyectos”.

PROBLEMAS A RESOLVER

- Pérdida de presión y filtraciones, especialmente en tuberías.
- Zonas de reciente crecimiento no cuentan con conexión al sistema.
- Baja presión en viviendas ubicadas en zonas altas o alejadas del tanque de distribución.
- Red insuficiente en zonas urbanas marginales o rurales.
- La red no cuenta con un programa periódico de revisión y limpieza, lo que incrementa las fallas.
- Reportes ciudadanos sobre sabor u olor inusual, posiblemente por contaminación en las tuberías.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado actual de las infraestructuras y servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, identificando sus principales deficiencias, necesidades de mantenimiento, capacidad operativa y cumplimiento normativo, con el fin de establecer recomendaciones y estrategias para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y calidad del servicio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la condición de la infraestructura existente.
- Determinar la capacidad operativa de la red.
- Analizar la eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario.
- Identificar áreas de riesgo y posibles puntos críticos.
- Proponer recomendaciones para la mejora y optimización del sistema.

JUSTIFICACIÓN

El acceso a agua potable y a sistemas adecuados de alcantarillado sanitario es un derecho humano fundamental y un factor clave para la salud pública y el bienestar de la población. La infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario es esencial para prevenir enfermedades relacionadas con el agua, mejorar la calidad de vida de los habitantes y garantizar el desarrollo social y económico de la comunidad.

A lo largo de los años, las redes de agua potable y alcantarillado en el municipio de Lázaro Cárdenas pueden haber experimentado desgaste, insuficiencia en la capacidad, o deficiencias en su mantenimiento. A menudo, los sistemas existentes no están dimensionados para satisfacer las necesidades actuales de la población o para resistir los efectos de fenómenos como el cambio climático. En este contexto, es crucial contar con un diagnóstico preciso que permita conocer el estado real de la infraestructura, identificar fallas, cuellos de botella, y evaluar la eficiencia de la red.

Un diagnóstico detallado permitirá identificar posibles riesgos relacionados con la cobertura del servicio, y la disposición final de las aguas residuales. Además, permitirá detectar pérdidas de agua, fugas, obstrucciones o áreas no conectadas a la red, lo que puede generar problemas tanto en la salud pública como en la sostenibilidad del recurso hídrico.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Marco Físico.

En este apartado se describen las principales características de la región en estudio, que nos permiten tener un panorama general de su marco físico.

Nombre de la localidad: LÁZARO CÁRDENAS

Municipio: LÁZARO CÁRDENAS

Estado: TLAXCALA



La región donde está enclavado el municipio de Lázaro Cárdenas desde tiempos de la Colonia, fue un espacio que se desarrolló bajo la concentración de normas extensiones de tierra, propiciando la creación de ranchos y haciendas. Con la Revolución Mexicana, los campesinos demandaron el reparto agrario como forma de acceder a la justicia social y una distribución más justa de la riqueza.

Esta región se fundó el 20 de noviembre de 1938, erigiéndose en cabecera del municipio del mismo nombre mediante decreto del 27 de septiembre de 1995. En él se incluían las localidades de la ex hacienda de San José de La Laguna, el rancho La Mancera y la propia cabecera.

Entre los años 800 al 350 a.c., se desarrolló la cultura Texoloc, llegando a contar con dos pueblos grandes o ciudades, 21 pueblos, 47 villas y 160 aldeas, además de 31 estancias, que se encontraban distribuidas en una extensión aproximada de 2 700 km². Dentro de los 21 pueblos pertenecientes a la cultura Texoloc se encuentra el sitio arqueológico San José de La Laguna, en terrenos de la ex hacienda de La Laguna, dato que permite afirmar que la historia del municipio Lázaro Cárdenas comenzó cuando menos en la fase Texoloc.

El pueblo de la ex hacienda de La Laguna desarrolló una agricultura de carácter intensivo, mediante un sistema de irrigación que aprovechó las corrientes temporales de los ríos Tepeyahualco y Puente Colorado, El Pozo de Topizac, Los Encinos y Los Ailites.

Todo un sistema de redes de canales para regar como para drenar se construyen en las áreas de cultivo, así como diques para desviar y utilizar el agua en terrenos elevados a orilla de los ríos.

Es muy probable que en los terrenos bajos y de nivel freático muy elevado, se hayan construido chinampas y camellones donde se practicaron cultivos de humedad.

La hacienda de San José de La Laguna y otras más, contribuyeron al triunfo de las armas republicanas con abastecimiento para el Ejército de Oriente, al mando de los generales González Ortega y Porfirio Díaz.

En 1976 el gobierno federal daría un mayor impulso a los ejidatarios construyendo la presa Tenexac que benefició a 39 familias campesinas irrigando, 133 hectáreas.

La mayoría de la población está ocupada en las actividades agrícolas, aunque también existen trabajadores laborando como obreros en las fábricas que se ubican en el corredor industrial Xicohtécatl. La producción agrícola se va especializando en cultivos hortícolas de alto rendimiento. En el periodo de cosecha de lechuga, salen con rumbo a la ciudad de México entre 50 y 60 camionetas diarias, donde se comercializa la producción.

1.1.1. Localización geográfica.

Ubicado en el Altiplano central mexicano a 2 520 metros sobre el nivel del mar, el municipio de Lázaro Cárdenas se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19 grados 32 minutos 15 segundos latitud norte y 97 grados 58 minutos 56 segundos longitud oeste.

Localizado al norte del estado, el municipio de Lázaro Cárdenas colinda al norte con los municipios de Tlaxco y Emiliano Zapata, al sur y al oriente se establecen linderos con el municipio de Terrenate, asimismo al poniente colinda con los municipios de Tlaxco y Tetla de la Solidaridad.

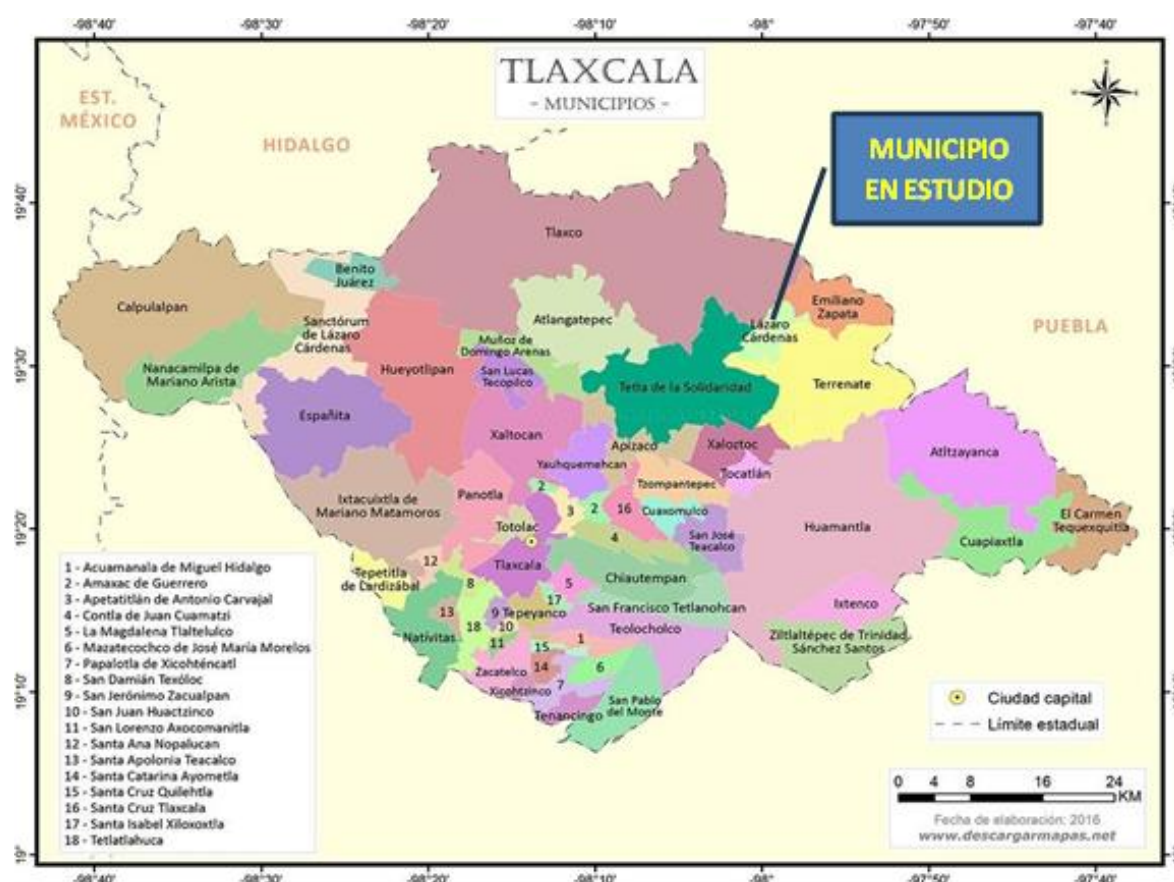


Imagen 01. División municipal del Estado de Tlaxcala.



Imagen 02. Municipio de Lázaro Cárdenas



Imagen 03. Urbanización de Lázaro Cárdenas



Imagen 04. Traza urbana de Lázaro Cárdenas

1.1.2. Categoría Política

Principales Localidades

Lázaro Cárdenas, cabecera municipal con una población de 1 595 habitantes, su principal actividad se encuentra en la agricultura, ganadería y Silvicultura. Cabe hacer mención que el municipio no cuenta con más localidades, únicamente con cabecera municipal.

Caracterización de Ayuntamiento

De acuerdo a lo establecido en el artículo 87 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tlaxcala; los Ayuntamientos se compondrán de un presidente Municipal, un Síndico y los Regidores que determine la Ley, nombrados cada tres años en elección directa calificada por el Congreso en los términos que la propia Ley prescriba.

1.1.3. Extensión

De acuerdo con la información geoestadística del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el municipio de Lázaro Cárdenas comprende una superficie de 25.406 kilómetros cuadrados, lo que representa el 0.64 por ciento del total del territorio estatal, el cual asciende a 3 987.943 kilómetros cuadrados.



Imagen 05. Extensión del Municipio de Lázaro Cárdenas

1.1.4. Orografía

Se presentan en el municipio dos formas características de relieve: Zonas accidentadas, que abarcan el 65.0 por ciento de la superficie total, se localizan al norte y noreste del municipio. Zonas semiplanas, que ocupan el 35.0 por ciento de la superficie y se ubican en el centro del municipio.

1.1.5. Hidrografía

Los recursos hidrográficos del municipio se componen de un arroyo de nombre Tenexac, el cual tiene un recorrido de 5 km., en dirección norte-sur, así como de algunos arroyos de caudal durante la época de lluvias y pozos para extracción de agua.

Presa de Lázaro Cárdenas se ubica al norte del estado de Tlaxcala en el municipio de Tlaxco en las coordenadas $19^{\circ}32'00''$ N y $97^{\circ} 59'00''$ O, cerca de ésta se encuentran una proporción alta de terrenos de cultivo tanto de temporal como de riego, el principal aprovechamiento de este cuerpo de agua es para la producción de hortalizas y semillas, como lechuga, betabel, cilantro, brócoli, zanahoria, y maíz entre otros cultivos sobre todo del municipio de Lázaro Cárdenas.

La mayor parte de la producción agrícola es llevada para su venta a grandes mercados como la central de abasto de la Ciudad de México y otros cercanos (INEGI, 2010).



Imagen 06. Orografía e Hidrografía del Estado De Tlaxcala

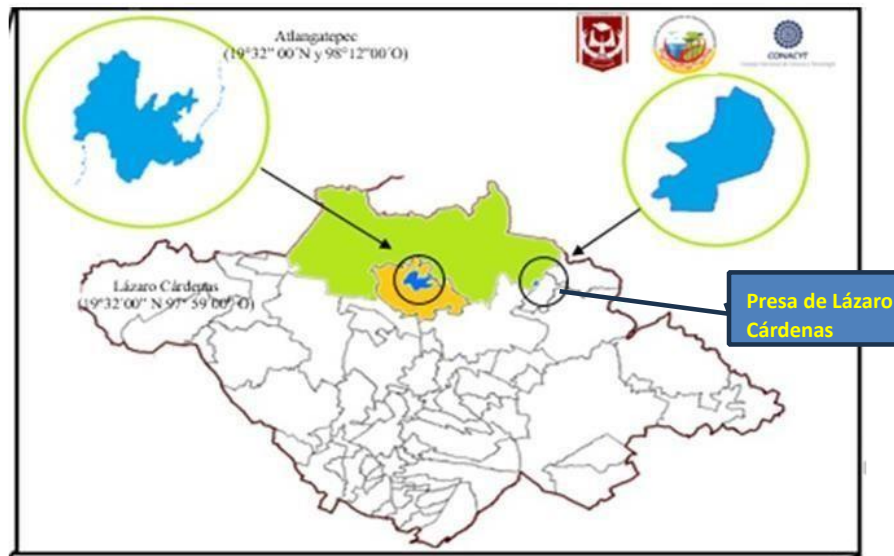


Imagen 07. Ubicación de Presa de Lázaro Cárdenas

1.1.6. Vegetación

Por su ubicación geográfica y clima, corresponde a este municipio, una vegetación compuesta principalmente por bosque de junípeo, el cual en la mayoría de los casos se encuentra fuertemente perturbado o bien ha sido desplazado por la agricultura.

La especie dominante es el sabino (*Juniperus deppena*) y cuando la densidad del arbolado es baja, se asocian otras especies de árboles, arbustos y hierbas como por ejemplo: pirul (*Schinus molle*), el tepozán (*Buddleia cordata*), la uña de gato (*Mimosa biuncifera*), el chicalote blanco (*Argemone platyceras*), la lengua de vaca (*Reseda luteola*), el maguey pulquero (*Agave salmiana*), varias especies de nopales (*Opuntia* spp.), la gobernadora (*Brickelia veronicifolia*), el abrojo (*Adolphia infesta*) y el capulín (*Pronus serotina*), así como el zacate lobero (*Lycurus pleoides*).

Es muy común encontrar este bosque, asociado a elementos propios del matorral xerófito y bosque de encino.

1.1.7. Fauna

No obstante, el crecimiento y expansión acelerada de la mancha urbana, en el territorio del municipio todavía es común encontrar algún tipo de fauna silvestre como, por ejemplo; ardilla, (*Spermophilus mexicanus*), conejo (*Silvilagus floridanus*), liebre (*Lepus californicus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*); aves como el búho (*Bubo virginianus*), gavián (*Falco sparverius*) y zopilote (*Coragyps atratus*).

1.1.8. Tipo de suelo

Los recursos edafológicos de la región son de vital importancia para la economía local. A partir de ellos se genera la vegetación y la actividad agrícola, ganadera y forestal y son un factor determinante para la conservación de los suelos.

De acuerdo con la acuciosa investigación del Dr. Gerd Werner, publicada en su libro titulado Los Suelos en el Estado de Tlaxcala , editado por la Universidad Autónoma de Tlaxcala y el gobierno de Tlaxcala, existen en el territorio del estado los suelos tipo cambisoles, litosoles, andosoles, regosoles, gleysoles, fluvisoles, vertisoles, salenchakes, ranker, rendzinas, serosoles e histosoles.

Sobre la base de ese estudio, se determinó que en el territorio del municipio de Lázaro Cárdenas existen dos tipos de suelos: los cambisoles y los litosoles.

Corresponden a los cambisoles aquellos suelos de sedimentos piroplásticos translocados, con frecuencia con horizontes duripan ó tepetate. Los suelos litosoles, son extremadamente delgados, la roca se encuentra a menos de 10 cm., de profundidad.

1.1.9. Clima.

Existen 27 estaciones climatológicas en el estado de Tlaxcala. En cada una de ellas se lleva a cabo un registro, tanto de las variaciones del clima como del régimen pluviométrico, durante todos los días del año.

La información de referencia es de gran utilidad para apoyar las actividades económicas regionales, en especial las relacionadas con la agricultura y la ganadería.

En el municipio el clima se considera templado subhúmedo, con régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre. Los meses más calurosos son abril y mayo. La dirección de los vientos en general es de sur a sureste y al norte, igualmente la temperatura media anual máxima registrada es de 20.1 grados centígrados y la mínima de 7.3 grados centígrados.

La precipitación media anual durante el periodo 1977-1996 en el municipio, es de 625.3 milímetros. La precipitación promedio máxima registrada es de 117.9 milímetros y la mínima de 6.9 milímetros.

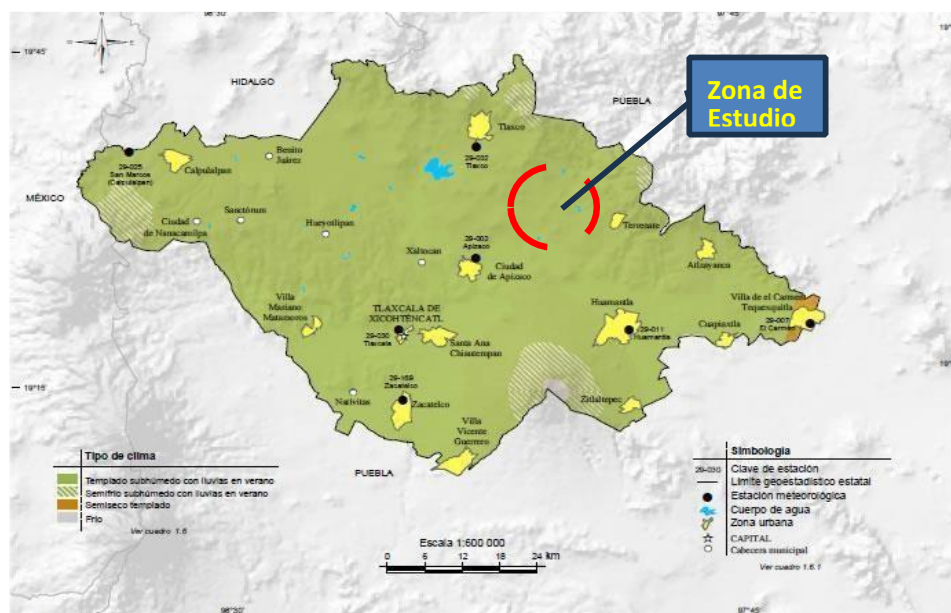
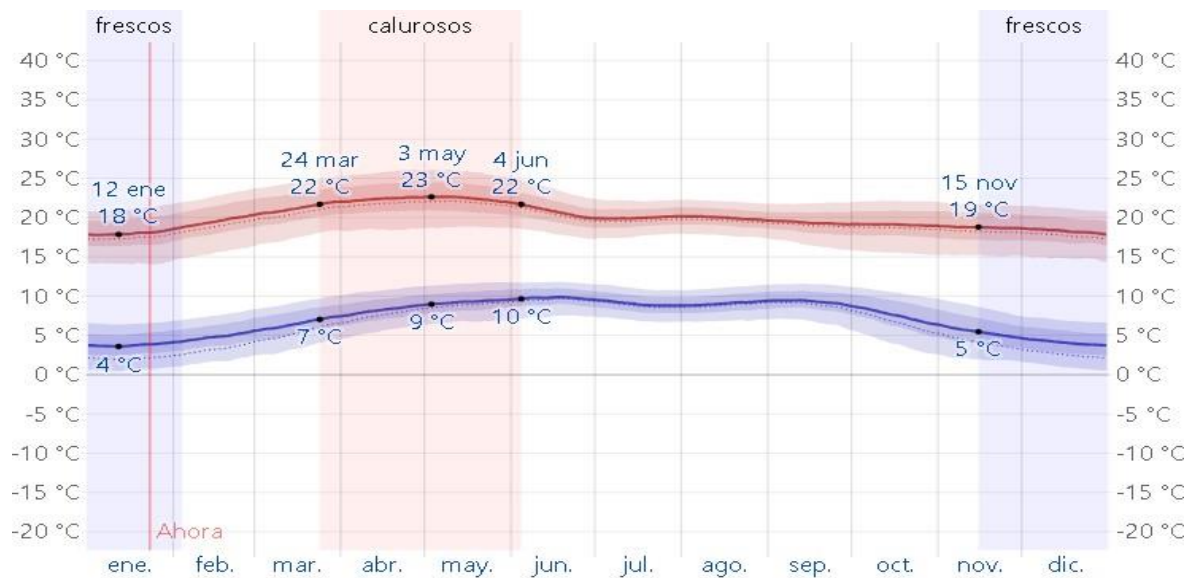
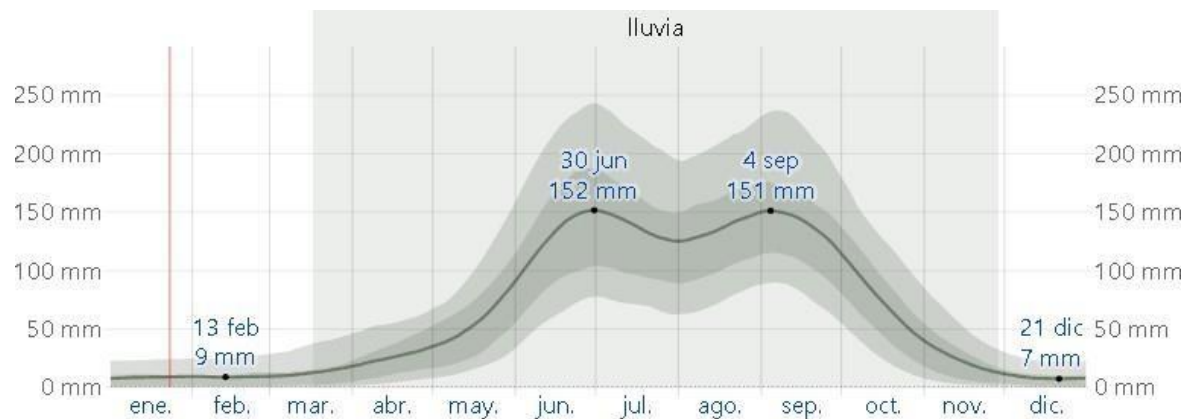


Imagen 09. Mapa de Cimas del Estado de Tlaxcala



Gráfica 01. Temperatura promedio en el Municipio de Lázaro Cárdenas



Gráfica 02. Lluvia promedio mensual en el Municipio de Lázaro Cárdenas

1.1.10. Comunicaciones y transportes.

El estado de Tlaxcala es una de las entidades del país que han conformado una amplia y eficiente red carretera.

Esto significa que los municipios del estado cuentan con una importante infraestructura carretera, lo cual facilita el crecimiento de las economías locales, y de los mercados regionales que conforman con localidades pertenecientes a los estados colindantes.

El municipio de Lázaro Cárdenas cuenta con una longitud carretera construida de 63.06 Kilómetros.

CONCEPTO	LONGITUD KM.
TOTAL	63.06
FEDERAL TRONCAL a/	3.10
ALIMENTADORAS ESTATALES b/	50.50
CAMINOS RURALES c/	7.00
CAMINOS RURALES d/	3.00

- a/ También es conocida como principal o primaria, tiene como objetivo específico servir al tránsito de larga distancia. Comprende caminos de cuota pavimentados y libres.
- b/ También conocidas con el nombre de carreteras secundarias, tienen como propósito principal servir de acceso a las carreteras troncales.
- c/ Comprende caminos pavimentados.
- d/ Comprende caminos revestidos.
- FUENTE: SPF. Dirección de Planeación. Datos proporcionados por:
Centro SCT Tlaxcala. Dirección General; Unidad de Planeación y Evaluación.
Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Estado.
Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano.

Tabla 01. Longitud de Red Carretera en Lázaro Cárdenas en el 2018

En cuanto a la infraestructura de comunicaciones existen en el municipio, por parte de la SCT Tlaxcala con 2 sitio y espacio público conectado con banda ancha del programa México Conectado, que dan servicio a 1 localidad y con servicio de acceso a internet, uso de equipo de cómputo, así como asesoría al público en general por último SEPOMEX cuenta con una agencia de correos.



Según datos de la Encuesta Intercensal 2015. El municipio de Lázaro Cárdenas contaba con 738 viviendas particulares habitadas y un total de 3 103 ocupantes, con un promedio de ocupantes por vivienda de 4.2

CONCEPTO	CANTIDAD
TOTAL DE VIVIENDAS	738
OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES	3 103

Fuente: SPF Dirección de Planeación e Informática. Datos proporcionados por: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 02. Total, de viviendas en Lázaro Cárdenas (2015)

Los servicios de las viviendas en su interior constituyen un elemento especial para el bienestar de la sociedad. Para el 2015, 6715 viviendas contaban con drenaje, 731 con energía eléctrica y con agua entubada 736.

CONCEPTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
VIVIENDAS QUE CUENTAN CON DRENAJE	715	96.9
VIVIENDAS QUE CUENTAN CON ENERGÍA ELÉCTRICA	731	99.1
VIVIENDAS QUE CUENTAN CON AGUA ENTUBADA	736	99.7

Fuente: SPF Dirección de Planeación e Informática. Datos proporcionados por: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 03. Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, energía eléctrica y drenaje, en Lázaro Cárdenas (2015)

En el municipio de Lázaro Cárdenas se han realizado diferentes acciones de vivienda del sector público por programa, en el 2018 se otorgaron 34 créditos a la vivienda en el municipio.

1.2. Descripción de servicios públicos existentes.

En el año de 2017 el municipio de Lázaro Cárdenas contó con 4 fuentes de abastecimiento de agua potable integrado por 3 pozos profundos y un manantial. Así también operaron 995 tomas instaladas de energía eléctrica de las cuales dan servicio a 868 tomas que corresponden a residenciales, 121 comerciales e industriales y 6 no domiciliarias que comprende: alumbrado público, bombeo de aguas potables y negras, servicio temporal y bombeo para riego agrícola.

En la actualidad se perforo un pozo nuevo dentro las instalaciones del CECYTE estando en proyecto su equipamiento y una línea de conducción.

CONCEPTO	FUENTES DE ABASTECIMIENTO a/			VOLUMEN DE EXTRACCIÓN CONCESIONADA (Miles de metros cúbicos)		
	TOTAL	POZO PROFUNDO	MANANTIAL	TOTAL	POZO PROFUNDO	MANANTIAL
TOTAL	4	3	1	132	87	45

a/ Datos referidos al 31 de diciembre.

FUENTE: SPF. Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por:
Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal. Subgerencia de Administración del Agua.

Tabla 04. Fuentes de abastecimiento y volumen de extracción concesionada de agua potable (2017)

CONCEPTO	TOMAS INSTALADAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA			LOCALIDADES CON EL SERVICIO
	TOTAL	DOMICILIARIAS a/	NO DOMICILIARIAS b/	TOTAL
TOTAL	995	989	6	6

a/ Comprende: residenciales, comerciales e industriales.

b/ Comprende: alumbrado público, bombeo de aguas potables y negras, servicio temporal y bombeo para riego agrícola.

FUENTE: SPF. Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por: CFE. División Centro Oriente.

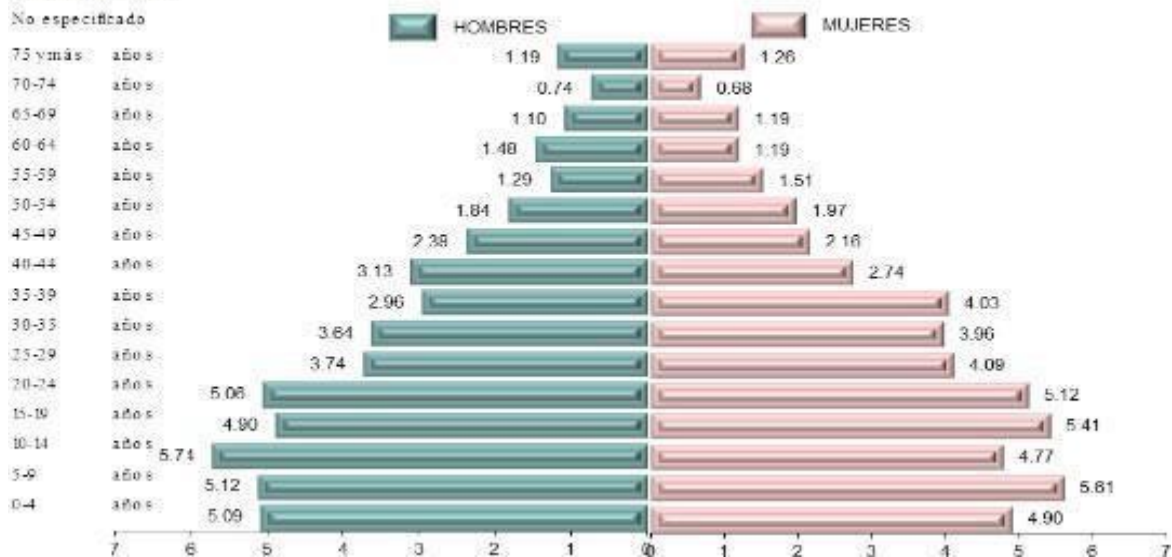
Tabla 05. Tomas eléctricas domiciliarias y no domiciliarias (2017)

1.3. Aspectos demográficos y económicos.

Los procesos de poblamiento son resultado de la dinámica demográfica que experimenta la comunidad. Por ello, en este apartado, se realiza un breve examen de tal dinámica, mediante el análisis de las principales variables demográficas, como son la población total, la tasa de crecimiento, la de natalidad y mortalidad que determinan el crecimiento natural de la población, así como la densidad de población.

De acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, la población del municipio de Lázaro Cárdenas es de 3 103 habitantes, lo que representa el 0.2 por ciento de la población total del estado que es de 1 272 847 habitantes. La pirámide de edades es un indicador que muestra el comportamiento de la población por edades. Ahora bien, la información sobre la población por edades, indica que el municipio tiene una población joven, es decir, que los grupos de menor edad son de mayor tamaño que los que le preceden.

Grupos de edad



Gráfica 03. Pirámide de edades en el Municipio de Lázaro Cárdenas

CONCEPTO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
ESTATAL	1 272 847	614 565	658 282
MUNICIPAL	3 103	1 533	1 570

Fuente: SPF Dirección de Planeación e Informática. Datos proporcionados por: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 06. Población por sexo (2015)

1.3.1. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento media anual es un indicador que muestra la evolución de la población, relacionando el crecimiento natural con el social y su conocimiento permite establecer estrategias demográficas en un espacio geográfico determinado.

PERIODO	ESTADO	MUNICIPIO
2010 - 2015	1.79	2.42

Fuente: SPF Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por:
INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 07. Tasa de crecimiento media anual (2015)

1.3.2. Densidad de población

Para el año del 2015, el municipio registró una densidad de 122 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que le ubica como uno de los municipios con menor densidad de la población en el estado. La densidad municipal está en más de 2 veces menor que la estatal. Por lo tanto, Lázaro Cárdenas tiene una baja concentración.

CONCEPTO	POBLACIÓN	SUPERFICIE(Km2)	DENSIDAD(HAB./KM2)
ESTATAL	1 272 847	3 987.943	319.17
MUNICIPAL	3 103	25.406	122.13

Fuente: SPF Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por:
INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 08. Densidad de población (2015)

1.3.3. Datos estadísticos

En el presente apartado se presentan los resultados de la recopilación de información estadística de diversos organismos, con la finalidad de tener una visión general de los datos del Municipio. Por lo anterior y para fines de obtener bases para el cálculo de población, en relación con los datos a partir del Censo de Población y vivienda 1995.

Detalle de la información				
Clave geoestadística:	290470001			
Área Geoestadística Estatal:	Tlaxcala			
Área Geoestadística Municipal:	Lázaro Cárdenas			
Latitud:	19°32'19.550"N			
Longitud:	97°58'59.486"W			
Altitud:	2523			
Carta topográfica:	E14B24			
Tipo:	Urbana			
Evento censal	Fuente	Total de habitantes	Hombre	Mujeres
2020	Censo	3,117	1,529	1,588
2010	Censo	2,389	1,165	1,224
2005	Conteo	2,212	1,092	1,120
2000	Censo	2,070	1,041	1,029
1995	Conteo	1,872	975	897

Tabla 09. Datos estadísticos INEGI

1.3.4. Empleo

Para el año del 2015, la población de 12 años y más en el municipio de Lázaro Cárdenas fue de 2 340 habitantes, ocupando la Población Económicamente Activa una participación del 46.1 por ciento, mientras la Población Económicamente Inactiva representaba el 53.9 por ciento. La Población Económicamente Activa (PEA) es el total de personas de 12 años y más en edad de trabajar que se encuentran ocupados y desocupados.

En los últimos años Lázaro Cárdenas ha experimentado una profunda transformación de sus sectores productivos. Las estadísticas que ofrece la Encuesta Intercensal 2015 reflejan que del total de la Población Ocupada fue de 1 063 y la desocupada con una población total de 15 en el municipio.

Respecto a los asegurados totales registrados en el municipio para 2015, en el IMSS fueron 6 trabajadores eventuales urbanos.

POBLACIÓN	CANTIDAD
POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS	2 340
ECONÓMICAMENTE ACTIVA	1 078
OCUPADA	1 063
DESOCUPADA	15
ECONÓMICAMENTE INACTIVA	1 261
PENSIONADOS O JUBILADOS	-
ESTUDIANTES	-
QUEHACERES DEL HOGAR	-
OTRO TIPO a/	-
NO ESPECIFICADAS	1

FUENTE: SPF. Dirección de Planeación. Datos proporcionados por:
INEGI. Encuesta Intercensal, 2015.

a/ Comprende: Personas con alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar y personas en otras actividades no económicas.

Tabla 10. Distribución de la población por condición de actividad (2015)

1.3.5. Educación

Según datos del XII censo de población y vivienda 2010 de INEGI, el Municipio muestra un total de 593 habitantes entre 6 y 14 años de edad, de los cuales 42 no saben leer y escribir, representando el 7.08 por ciento de la población de ese grupo de edad. A través de generación tras generación la Educación se cataloga como un proceso sistemático de bienes culturales, costumbres y tradiciones de una comunidad, estado o nación. Y para saber la base de conocimiento académico en este caso del municipio de Lázaro Cárdenas se muestra su infraestructura educativa en escuelas, alumnos, personal docente y aulas.

1.3.6. Infraestructura escolar

La infraestructura escolar en el municipio de Lázaro Cárdenas, se integra con 6 escuelas de los siguientes niveles educativos desde Preescolar hasta el nivel Medio Superior en el ciclo 2018/19. De este total, todas son escuelas Públicas.

La mayoría pertenecen a escuelas de nivel Preescolar y Primaria, sumando un total de 4 escuelas y el resto en el nivel de Secundaria y Medio Superior.

En el nivel Preescolar se contempla una total de 2 escuelas donde 1 corresponde al sostenimiento CONAFE Federal y 1 Federal Transferida. En el nivel Básico se considera un total de 2 escuelas Primarias que pertenecen al sostenimiento Federal Transferido. En el nivel Secundaria se concentra un centro educativo, correspondiendo a la modalidad de Telesecundaria Estatal. En referencia al nivel Medio Superior el municipio cuenta con un plantel CECYTE Estatal

SOSTENIMIENTO	ESCUELAS PÚBLICAS
PREESCOLAR	2
PRIMARIA	2
SECUNDARIA	1
MEDIO SUPERIOR	1

FUENTE: SPF. Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por:
SEPE. Unidad de Servicios Educativos del Estado de Tlaxcala. Departamento de Estadística.

Tabla 11. Infraestructura escolar (2018)

1.3.7. Aulas disponibles

Para el ciclo escolar 2018/19 existían un total de 39 aulas en el municipio, correspondiendo todas al servicio Público.

El mayor número de aulas lo concentra el nivel Primaria con 14 y que representa el 35.9 %, le sigue Secundaria con el 28.2 % , nivel Medio Superior el 23.1 % y por último Preescolar con el 12.8 %.

SOSTENIMIENTO	ESCUELAS PÚBLICAS
PREESCOLAR	5
PRIMARIA	14
SECUNDARIA	11
MEDIO SUPERIOR	9

FUENTE: SPF. Dirección de Planeación y Evaluación. Datos proporcionados por:
SEPE. Unidad de Servicios Educativos del Estado de Tlaxcala. Departamento
de Estadística.

Tabla No 12. Aulas disponibles (2018)

2. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

2.2. Planificación y Revisión Documental

Esta actividad consiste en la recopilación, organización y evaluación exhaustiva de toda la documentación técnica y administrativa relevante al proyecto. Su objetivo es asegurar que se cuente con información actualizada y adecuada para las siguientes fases del trabajo. Se incluyen dentro de esta actividad tareas como:

- Revisión de estudios previos, informes técnicos, permisos y normativas aplicables.
- Evaluación del estado y validez de los documentos disponibles, como memorias descriptivas, especificaciones técnicas, estudios de impacto ambiental, entre otros.
- Coordinación con entidades involucradas para la obtención de documentación faltante.
- Análisis de posibles inconsistencias o vacíos de información que puedan afectar el desarrollo del proyecto.
- Elaboración de cronogramas preliminares y asignación de tareas al equipo técnico.

Esta etapa permite sentar una base sólida para la ejecución del proyecto, reduciendo riesgos derivados de información incompleta o errónea.

2.1.1. Revisión de Planos Existentes de la Red de Agua Potable y Alcantarillado

En este proyecto, no se cuenta con planos existentes de las redes de agua potable y alcantarillado, lo que representa una limitación significativa para la comprensión de la infraestructura actual. Ante esta situación, la actividad se redefine como una evaluación preliminar de la ausencia de información técnica disponible, incluyendo:

- Verificación en instituciones públicas, operadores de servicios, municipalidades u oficinas técnicas para confirmar la inexistencia de planos.
- Definición de una estrategia de trabajo para reconstrucción de redes existentes mediante inspecciones físicas, registros fotográficos, entrevistas con operadores locales y uso de tecnología de detección no invasiva, si es posible.
- Inclusión de esta situación en la planificación general del proyecto, como justificación técnica para ampliar el alcance del levantamiento topográfico y sanitario.

2.1.2. Planificación de Levantamientos Topográficos, Identificación de Zonas a Cubrir y Asignación de Equipos

En esta fase se diseña y organiza la estrategia para la ejecución del levantamiento topográfico del área del proyecto, lo cual es fundamental para disponer de una representación precisa del terreno. Las actividades incluyen:

- Delimitación de la zona de estudio.
- Programación del trabajo de campo, considerando factores como condiciones climáticas, accesibilidad del terreno, tiempo estimado de ejecución y recursos disponibles.
- Asignación de personal técnico capacitado y distribución de equipos (estaciones totales, GPS diferencial, drones, niveles automáticos, entre otros).
- Establecimiento de puntos de control y referencia geodésica para garantizar la calidad y consistencia de los datos.

2.1.3. Revisión de Información Relacionada con el Lugar del Proyecto

Esta actividad se enfoca en el análisis contextual y técnico del entorno donde se desarrollará el proyecto, integrando información ambiental, social, legal y de infraestructura. Incluye las siguientes tareas:

- Estudio de características geográficas, climáticas, geológicas y ambientales del área.
- Revisión de datos socioeconómicos relevantes, como densidad poblacional, usos del suelo, servicios existentes y zonas de riesgo.
- Análisis de restricciones normativas locales y lineamientos municipales o sectoriales aplicables.

- Evaluación de posibles interferencias con otras infraestructuras o proyectos en ejecución.
- Revisión de antecedentes históricos de fallas, inundaciones, problemas sanitarios o conflictos sociales.

El propósito de esta etapa es tener una visión integral del contexto del proyecto para anticipar dificultades, proponer soluciones técnicas adecuadas y asegurar la sostenibilidad de las intervenciones.

2.2. Levantamiento topográfico

Se realizará el levantamiento topográfico de la red de agua potable y drenaje en un área aproximada mínima de 126 Ha, y para obtener los planos correspondientes para futuro proyecto, los levantamientos se realizarán con estación total de aproximación al minuto. El método a utilizar será a través de una poligonal cerrada que comprenda el sitio de interés, la cual quedará estacada a cada 20 m y se nivelará. Con la información anterior se configurará la zona de interés con curvas de nivel equidistantes a 50 cm.

En los terrenos adyacentes al trazo de apoyo, el levantamiento se realizará mediante la prolongación de las secciones del trazo reduciendo la distancia entre ellas a cada 5 m. Las coordenadas "X", "Y" y "Z" del trazo deberán referirse a un sistema de coordenadas determinadas por el INEGI, o algún otro sistema confiable.



Imagen 12. Toma y registro de datos topográficos con estación total



Imagen 13. Apoyo de bastón de aplomar y prismas topográficos



Imagen 14. Lecturas tomadas y registradas en fuente de abastecimiento



Imagen 15. Lecturas tomadas y registradas en Tanque de regulación

2.3. Diagnóstico de la infraestructura existente.

2.3.1. Identificación de fuentes de abastecimiento y alcantarillado.

El suministro de agua potable y desalojo de aguas residuales es un reclamo generalizado que hace la ciudadanía, por lo que debe darse atención inmediata para mejorar el abastecimiento y alcantarillado con calidad y eficiencia. Compromiso que cada gobierno municipal debe garantizar y proporcionar con mayor calidad el abastecimiento de agua potable que requiera la población del municipio.

Abastecimiento

Se han identificado dos pozos profundos para abastecimiento de agua potable de la comunidad de Lázaro Cárdenas, de los cuales 1 al que denominamos Pozo No. 1 es el que se encuentra en servicio actualmente y otro está en proceso de habilitación y equipamiento Pozo No. 2.

Un pozo profundo es una perforación vertical en el suelo que permite acceder a acuíferos subterráneos situados a profundidades mayores de 30 metros, proporcionando agua de manera constante y eficiente. Los pozos profundos se utilizan para el suministro de agua para consumo humano, riego agrícola e industrial.

Por lo que se refiere al Pozo No. 1 mediante su bomba de 40 HP descarga a una línea de conducción de 4" de diámetro a base de tubería de PVC hidráulico y se encuentra ubicado con las siguientes coordenadas 19°32'31.12"N y 97°59'2.10"O

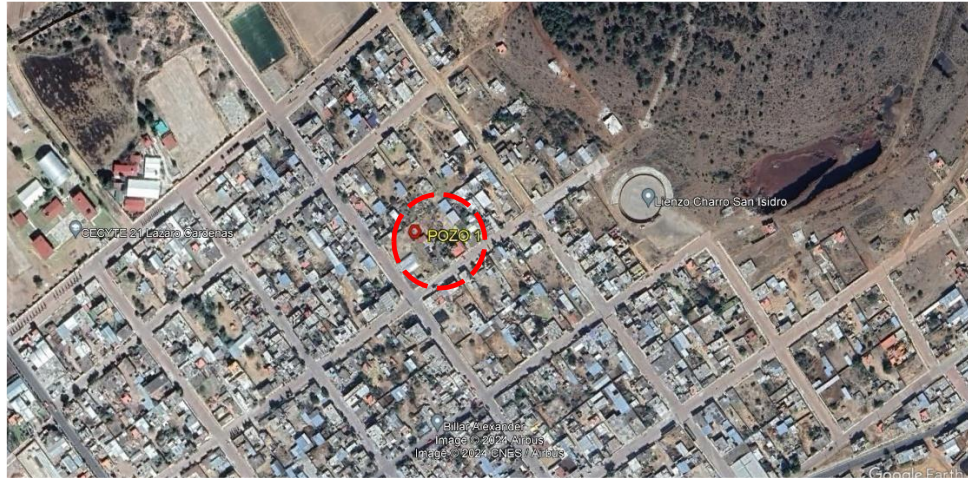


Imagen 16. Ubicación del pozo No. 01



Imagen 17. Pozo No. 01



Imagen 18. Tren de descarga de Pozo No. 1

El Pozo No. 2 está recién perforado y está en proceso de equipamiento.



Imagen 19. Ubicación de Pozo No. 2



Imagen 20 y 21. Pozo No. 2 perforado

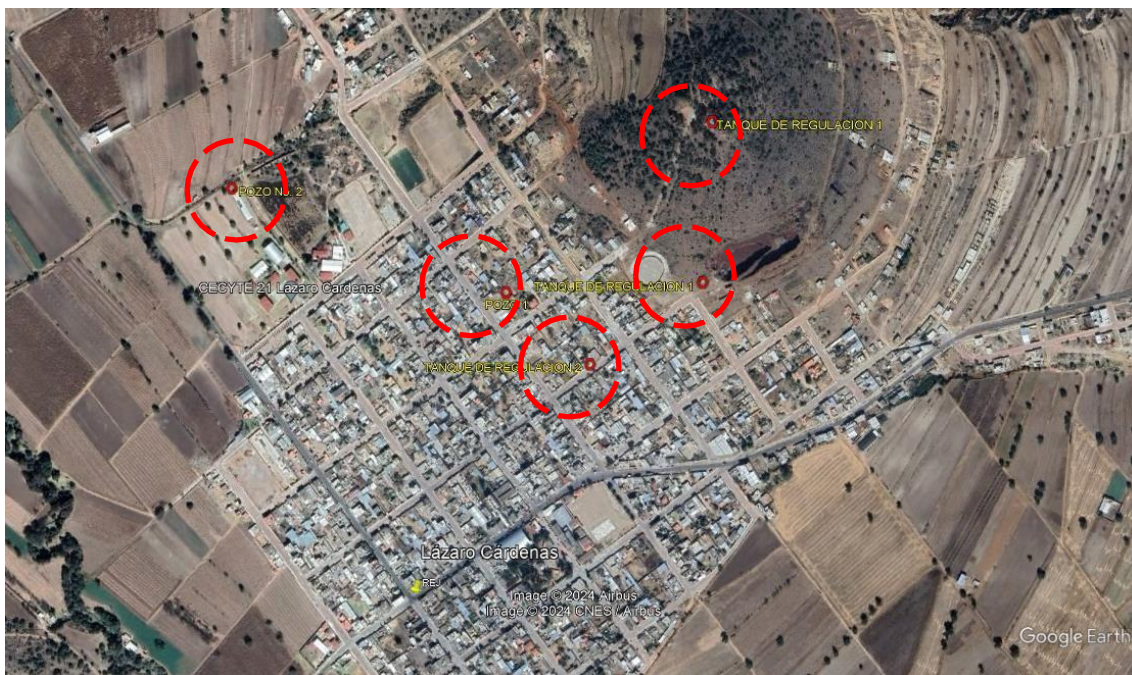


Imagen 22. Ubicación de fuentes de abastecimiento y Tanques de Regulación

En total el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Lázaro Cárdenas cuenta con 19 cajas de válvulas de seccionamiento, cuya ubicación se muestra en el siguiente mapa.

Las cajas cuenta con válvulas de 3" y 2" de diámetro y su interior está azolvado en el 30% de las mismas; igual se tiene la problemática de que por el uso y por falta de mantenimiento la mayoría no se operan ya que presentan muchas deficiencias y fugas.



Imagen 23. Ubicación de cajas de válvulas

Alcantarillado

Evaluar la situación actual de la infraestructura de la red de alcantarillado del municipio de Lázaro Cárdenas es indispensable para poder realizar un diagnóstico bajo técnicas de saneamiento ambiental para tal fin se toman en cuenta parámetros contenidos en la norma y con esta herramienta se realiza un paralelo entre las condiciones reglamentadas y las condiciones existentes para poder determinar los requerimientos necesarios.

Según información suministrada por la entidad prestadora de los servicios de agua y alcantarillado el sistema en estudio es combinado, es decir que recibe aguas servidas y aguas lluvias por los mismos conductos y su cobertura de servicio es del 100% en toda la calle.

El tramo del sistema de alcantarillado comienza en distintos pozos ubicados en lo alto, esto debido a la topografía del lugar, pero unificándose conforme desciende para concentrarse en dos puntos de descarga. Este sistema está compuesto por 155 pozos de inspección, el material de la tubería de la red es de concreto y PEAD con diámetros que oscilan entre 8" y 16", el sistema no evidencia estaciones de bombeo.

Del total de los pozos de inspección identificados a partir de los recorridos se lograron inspeccionar 145 pozos es decir el 93.55%, no fue posible inspeccionar los 10 restantes (6.45%) por diferentes situaciones presentadas en cada uno de ellos.

El tramo de las vías es heterogéneo, es decir que el tipo de pavimento no es el igual en cada calle, la mayoría de las calles son adoquinadas pero otra parte son de

concreto y terracería, solo una vialidad es de asfalto y es la carretera que atraviesa el municipio. El tipo de pavimento intervendrá si en algún momento se desea trabajar en la red de agua potable o alcantarillado ya que afectará el tipo de proceso constructivo que se seguirá para dichos trabajos

Los pozos inspeccionados cumplen la profundidad mínima establecida de 1.00 m mínima en su mayoría y aumentando la altura según lo requiera la pendiente del sistema. Estos pozos están contruidos a base de ladrillo y mortero y recubiertos con un aplanado y tapas de polietileno y concreto.



Imagen 24. Pozos de visita

Existen dos descargas en el municipio, la primera de fácil acceso con un diámetro de 16" que considera una mínima parte del lugar mientras que la otra se encuentra en un punto más alejado con acceso limitado, esta salida también tiene un diámetro de 16" y a base de tubería de concreto hidráulico y se encuentra ubicado con las siguientes coordenadas

Descarga No. 1	Descarga No. 2
19°31'47.44"N y 97°59'2.03"O	19°32'31.50"N y 97°58'17.29"O

Tabla No. 13 Coordenadas de descargas de aguas negras



Imagen 24 Ubicación de la descarga No. 1 y No. 2



Imagen 25. Aforo de descargas de aguas residuales

3. Resultados

CARACTERISTICAS	POZO No. 1	POZO No. 2
EDAD	12 AÑOS	0 AÑOS
ESTADO	FUNCIONANDO	POR USAR
PROFUNDIDAD DE PERFORACION	Sin dato	255 m
BOMBA	40 H. P.	SIN
PROFUNDIDAD DE BOMBA	Sin dato	-----
NIVEL ESTATICO	Sin dato	40 m
GASTO	11.26 lt.	11.41 lt/seg (Proyecto)
OBSERVACIONES	SALIDA 4" CON TUBO PVC HIDRAULICO	Sin equipar

Tabla No 13. Datos puntuales de Fuentes de Abastecimiento

3.1. Red de agua potable hidráulica existente.

Infraestructura hidráulica existente. - Por lo que se refiere a la distribución del agua potable, la infraestructura existente provee al 99.7% de la población, todos los días de la semana, constando de la siguiente infraestructura:

1.00 Pozo profundo en uso.

1.00 Pozo profundo por usar.

3844 m De línea de conducción por gravedad de Manantial las Palmas a Tanque de regulación 1 de 4" y 6" de diámetro de PVC Hidráulico.

5421 m De línea de conducción por gravedad de Manantial Mancera a Tanque de regulación 3 de 4" de diámetro de Asbesto Cemento.

884 m De línea de conducción por Bombeo de pozo 2 (Nuevo) a Tanque de regulación 1 de 4" de diámetro 695 m de PVC hidráulico y 189 m de Fo. Go .

448.00 m De línea de conducción por Bombeo de Pozo 1 (en servicio) a Tanque de regulación 1 de 4" de diámetro de PVC hidráulico.

19.00 Cajas de válvulas de distribución.

1.00 Tanque de regulación 1 con capacidad de 312,000 lts. (en servicio)

1.00 Tanque de regulación 2 con capacidad de 115,000 lts. (sin servicio)

1.00 Tanque de regulación 3 con capacidad de 73,000 lts. (en servicio)

0.22 Km. De red de alimentación de 4" de diámetro de PVC hidráulico.

0.79 Km. De red de distribución de 4" de diámetro de PVC hidráulico.

0.46 Km. De red de distribución de 3" de diámetro de PVC hidráulico.

1.79 m. De red de distribución de 2" de diámetro de PVC hidráulico.

3.1.1. Condiciones particulares de la captación:

Pozo No. 1.- que actualmente se encuentra en uso, cuenta con un equipamiento que fue cambiado recientemente, pero con la problemática que aumento en un 10% el consumo de energía eléctrica, y algunas otras particularidades se enlistan a continuación:

- a) El tren de descarga recibió una rehabilitación reciente, y tiene un tubo de descarga de 4" de diámetro, se realizaron varias visitas para detectar que genera un gasto excesivo de energía eléctrica.
- b) La línea de conducción tiene un diámetro (4") del Pozo 1 a Tanque de Regulación 1
- c) La bomba utilizada es de 40 H. P. y por las características del tren de descarga y la línea de conducción, la misma tiene un funcionamiento deficiente.

Todo lo anterior está repercutiendo en altos costos de energía y en demérito de la economía de los usuarios, pues según datos proporcionados por la comisión de agua potable del municipio aumento desde junio de 2023 el costo del consumo de energía eléctrica .

Pozo No. 2.- Está perforado, se localiza a 884 m. en línea quebrada desde el tanque de regulación 1 y aún no está en funcionamiento.

Manantial Mancera.- Se encuentra en terrenos de labor particular y su captación no se encuentra visible, llegando un gasto promedio de 3 lps al tanque de regulación No. 3

Manantial La Palma.- Se encuentra en terreno particular y su captación es visible, visualizando la carencia de agua en temporada de estiaje, cabe hacer mención que la conducción es hacia el tanque de regulación No. 1 con la particularidad que hay tomas clandestinas a lo largo del recorrido de la línea por lo que de día no llega gasto alguno al tanque y de noche es muy poco.

Tanque de regulación No. 1.- Tiene una capacidad de 312,000 litros, sus medidas interiores son 10.20 x 10.20 x 3.00 metros y su tirante máximo es de 2.50 m. Su estructura parece estar en buenas condiciones. Se localiza a 89.00 m sobre el nivel del Pozo No. 1

Tanque de regulación No. 2.- Tiene una capacidad de 115,000 litros, sus medidas interiores son 7.95 x 5.05 x 2.90 metros y su tirante máximo es de 2.60 m. Su estructura interior se encuentra en malas condiciones por lo que en la actualidad no se ocupa para el servicio de la comunidad. Se localiza a 10.00 m bajo el nivel del manantial mancera.

Tanque de regulación No. 3.- Tiene una capacidad de 73,000 litros, sus medidas interiores son 5.40 x 5.40 x 2.50 metros y su tirante máximo es de 2.20 m. Su estructura parece estar en buenas condiciones. Se localiza a 30.00 m bajo el nivel del manantial mancera.

Las cajas cuentan con válvulas de 3" y 2" de diámetro y su interior está azolvado en el 30% de las mismas; igual se tiene la problemática de que por el uso y por falta de mantenimiento la mayoría no se operan ya que presentan muchas deficiencias y fugas.

3.2. Red de alcantarillado existente.

Infraestructura existente. - Por lo que se refiere a la recolección del agua residual, la infraestructura existente beneficia a gran parte de la población, todos los días de la semana, constando de la siguiente infraestructura:

1064 m	De línea de tubería con diámetro de 8"
1008 m	De línea de tubería con diámetro de 10"
2800 m	De línea de tubería con diámetro de 12"
1344 m	De línea de tubería con diámetro de 14"
5040 m	De línea de tubería con diámetro de 15"
784 m	De línea de tubería con diámetro de 16"
155.00	Pozos de visita.
0.46 Km.	De red de tubería de 16" hasta la descarga No.1
0.05 Km.	De red de tubería de 16" hasta la descarga No.2

.

3.2.1. Condiciones particulares del sistema de alcantarillado:

Descargas. Presentan un funcionamiento variable según la zona. En sectores consolidados, la mayoría de las conexiones domiciliarias están integradas formalmente al sistema; sin embargo, se observan problemas como:

- Conexiones clandestinas o fuera de norma.
- En algunas áreas, las descargas no cuentan con trampas de grasas ni sistemas de pretratamiento, especialmente en locales comerciales y cocinas, lo cual afecta el rendimiento de la red.

A pesar de la distancia de cada descarga y su difícil acceso se realizaron aforos correspondientes para determinar el gasto que se genera en la zona de estudio, se considera que el 85% del municipio genera un gasto de 3.15 lt/s en la descarga No. 1, mientras que en la descarga No. 2 el gasto es menor cubriendo solo el otro 15% de la recolección de aguas negras con un gasto de 0.65 lt/s. ambas tuberías se encuentran en buen estado en lo que respecta al material de la tubería (concreto), sin embargo cuentan con un descuido por parte del tema de mantenimiento, encontrándose grandes cantidades de pasto a sus alrededores.

Pozos de Visita. Los pozos de visita presentan un estado heterogéneo, con los siguientes hallazgos principales:

- Muchos pozos muestran tapas dañadas, oxidadas o ausentes, representando riesgos para los peatones y vehículos.

- Se identificaron bloqueos internos por acumulación de sólidos, lodos o basura, debido a una falta de mantenimiento periódico (solo en casos mínimos).
- Algunos pozos no cuentan con la pendiente necesaria, lo que sugiere problemas estructurales en la red o inundaciones y/o colapsos.
- En zonas de alto tránsito, los pozos están sobrecargados por descargas excesivas y presentan signos de desgaste acelerado, incluso se encuentran completamente sellados a causa de mantenimiento de los pavimentos.

Tuberías. La inspección de las tuberías revela algunas deficiencias estructurales y funcionales, se observan tramos con agrietamientos, fisuras o desplazamientos, especialmente en materiales antiguos como concreto simple o PVC de baja resistencia.

En sectores con poca pendiente, se producen estancamientos de agua, lo cual favorece la sedimentación y la proliferación de malos olores.

Algunas tuberías operan a sobrecarga durante lluvias intensas, comúnmente en tuberías de diámetros menores (8" y 10") lo que provoca desbordamientos en la vía pública. Diámetros insuficientes para la demanda actual, debido al crecimiento urbano no acompañado de mejoras en la red.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Equipamiento del Pozo No. 2

Este pozo se encuentra perforado y ha sido ejecutado el aforo del mismo, pero falta ejecutar el equipamiento del mismo, que consistiría en los siguientes elementos.

- Cerca de malla ciclón
- Construcción de caseta de control
- Equipo de bombeo
- Tubería de descarga
- Tren de descarga
- Equipo de cloración
- Electrificación (Poste, Transformador, Acometida, Nicho, Medidor e instalación)

Línea de conducción.

Se requiere habilitar la operación de la misma con una longitud de 0.88 Km., a través de vialidad publica

Tanques de regulación.

Se propone el mantenimiento en losa e impermeabilización de muros interiores de los tanques para evitar filtraciones y contaminación del agua.

Cajas de válvulas.

Será necesaria la construcción de nuevas cajas de válvulas dependiendo de un estudio mas detallado y rehabilitar las que están en mal estado.

Red de distribución.

Se recomienda la ampliación de red de agua potable con base en un estudio a fondo ya que es necesario cambiar algunos tramos en donde es problemático en abastecimiento de agua potable, con la operación adecuada de las válvulas se puede seccionar por circuitos

Red de alcantarillado

La red de alcantarillado existente es un sistema de recolección combinado es decir que capta aguas provenientes de descargas sanitarias y aguas originadas por precipitaciones.

La población que se sirve del sistema mantiene hábitos de consumo de agua potable realmente similares cuya descarga en promedio no logra saturar el sistema o impactar de alguna manera el flujo normal en tiempos secos.

Sin embargo en tiempos de lluvia, se presentan inundaciones causadas por insuficiencia en algunos diámetros de tuberías presentes en la red y por la falta de mantenimiento ya que algunos elementos del sistema evidencian la presencia de

sedimentos y residuos sólidos que interrumpen el flujo normal de las aguas de escorrentía superficial.

Se hace necesario proyectar una nueva red a fin de independizar la red sanitaria y pluvial, adoptando diámetros sujetos a la norma.

Analizando un plan de manejo ambiental en la zona que al recoger estas aguas lluvias y al desaguarlas no generen algún impacto negativo. Adoptar un mecanismo periódico de limpieza para librar al sistema de deterioros prematuros en sus componentes.

Pozos de visita

Se recomienda la rehabilitación y mantenimiento, realizar limpieza y reparación de los pozos deteriorados. Sustituir tapas obsoletas y modernizar instalaciones para mejorar la eficiencia.

Descargas

Las descargas hacia cuerpos de agua o colectores finales muestran problemas de control y tratamiento previo. En algunos casos, se identificaron descargas no autorizadas y vertimientos sin tratamiento, contribuyendo a la contaminación ambiental.

Durante mi estancia en las residencias profesionales he tenido la oportunidad de adquirir conocimientos de todos los estándares desarrollados, ya que los debo de identificar para que se aplique deductiva donde corresponde, respecto a contrato.

He adquirido y reforzado conocimientos de abastecimiento de agua y alcantarillado, su estructura y su conservación adquiridos en la universidad además de que he podido demostrar las capacidades que adquirí durante mi estancia en la universidad, además de que todos los conocimientos se aplican en un proyecto de gran importancia que repercute en la vida de todos los usuarios que utilizan el tramo carretero

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aparicio, F. (1989). Fundamentos de Hidrología de Superficie. México, D.F: Limusa
- Campos-Aranda, F. (2010). Introduccion a la Hidrología Urbana. Editorial Printengo, San Luis Potosí
- Conagua (1996). Norma hidrológica. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Comisión Nacional del Agua, (INFORME OMM/PROMMA No.85), México DF. Conagua (2007). Sectorización en Redes de Agua Potable. Semarnat, México D.F.
- Enríquez Z, S., Vázquez L, A., & Ochoa A, L. (1993). Control de fugas en sistemas de distribución, Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México: Comisión Nacional del Agua.
- Gobierno del Distrito Federal. (1987). DDF Reglamento de construcción para el Distrito Federal. México, D.F.
- NOM-127-SSA1-1994. (s.f.). Norma Oficial Mexicana "Modificación a la Norma Oficial Mexicana, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".
- NOM-001-CONAGUA-2011 (s.f.). Norma Oficial Mexicana "Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba"