



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**COLEGIO DE URBANISMO Y DISEÑO AMBIENTAL**

**PROPUESTA INTEGRAL DE INFRAESTRUCTURA  
PARA AGUA Y SANAMIENTO EN LA COLONIA  
CUITLÁHUAC, MUNICIPIO DE PUEBLA,**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN URBANISMO Y DISEÑO AMBIENTAL**

**Presenta: Victor Guerra Avilés.  
ID: 201618147**

**Directora: Dra. María de Lourdes Flores Lucero.  
ID: 1004082**

**Asesora: Dra. María Lourdes Guevara Romero.  
ID: 100521886**

**Asesora: Dra. Stephanie Scherezada Salgado Montes.  
ID: 100525671**

**Abril, 2021. Ciudad de Puebla, PUE**



# INDICE

## INTRODUCCIÓN

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| ANTECEDENTES .....               | 10 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... | 10 |
| HIPOTESIS .....                  | 11 |
| OBETIVO GENERAL .....            | 11 |
| OBJETIVOS PARTICULARES.....      | 11 |
| JUSTIFICACION .....              | 12 |
| METODOLOGIA .....                | 13 |

# 1

## CAPÍTULO UNO: TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL AGUA Y SANEAMIENTO

|   |    |
|---|----|
| 1.1 INFRAESTRUCTURA ELEMENTAL PARA UN ASENTAMIENTO HUMANO.....  | 16 |
| 1.2 ALTERNATIVAS DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA ASENTAMIENTOS IRREGULARES .....   | 17 |
| 1.2.1 <i>Infraestructura de Saneamiento como Elemento de Salubridad</i> .....   | 18 |
| 1.2.2 <i>Captación y Reutilización de Agua Pluvial Como Estrategia Para Mitigar el Riesgo de Inundaciones y el Desabasto de Agua Potable Para Uso Doméstico</i> ..... | 21 |

|   |    |
|---|----|
| 1.3 CONSOLIDACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO.....   | 23 |
| 1.4 CRITERIOS DE DISEÑO.....  | 24 |
| 1.4.1 Criterios Generales de Diseño .....   | 25 |
| 1.4.2 Criterios de Diseño Particulares en Materia de Captación de Agua Pluvial .....  | 25 |
| 1.4.3 Criterios de Diseño Particulares en Materia del Saneamiento .....   | 26 |
| 1.5 CASOS ANÁLOGOS.....   | 27 |
| 1.5.1 Caso Análogo: Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico - filtro anaerobio y humedales subsuperficiales ..... | 27 |
| 1.5.2 Caso Análogo: Micropresas de ferrocemento, opción económica para retención de agua pluvial. ....  | 28 |

# 2

## **CAPÍTULO DOS: ÁMBITOS LEGALES Y NORMATIVOS PARA LA REGULARIZACIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ASENTAMIENTOS IRREGULARES**

|  |    |
|--|----|
| 2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. (1917) .....          | 32 |
| 2.2 LEY FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA. (2020) .....                     | 33 |
| 2.3 LA LEY GENERAL DE SALUD FEDERAL. (2017) .....                                | 34 |
| 2.4 LEY DE AGUAS NACIONALES. (1992) .....  | 34 |
| 2.5 LEY DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE PUEBLA. (2000) .....         | 35 |
| 2.6 LEY GENERAL DE FRACCIONAMIENTO Y ACCIONES URBANÍSTICAS DE PUEBLA (2004)..... | 37 |
| 2.7 LEY DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA. (2003) .....      | 38 |
| 2.8 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE PUEBLA (2007).....    | 39 |

# 3

|   |    |
|---|----|
| 2.9 PROGRAMA PARA REGULARIZAR ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES (2019)..... | 41 |
| 2.10 CONCLUSIÓN.....  | 42 |

## ANÁLISIS DE LA COLONIA CUITLÁHUA

|  |    |
|--|----|
| 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....     | 44 |
| 3.1.1 <i>Delimitación de la Zona de Estudio</i> .....        | 45 |
| 3.1.2 <i>Aspectos Demográficos</i> .....                     | 47 |
| 3.1.3 <i>Aspectos Socioeconómicas</i> .....                  | 47 |
| 3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL ..... | 48 |
| 3.2.1 <i>Hidrología</i> .....                                | 48 |
| 3.2.2 <i>Altimetría</i> .....                                | 50 |
| 3.2.3 <i>Clima y Temperatura</i> .....                       | 52 |
| 3.2.4 <i>Vientos Dominantes</i> .....                        | 52 |
| 3.2.5 <i>Suelo</i> .....                                     | 53 |
| 3.2.6 <i>Vulnerabilidad y Riesgo</i> .....                   | 54 |
| 3.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO-CONSTRUIDO .....        | 56 |
| 3.3.1 <i>Estructura Urbana</i> .....                         | 56 |
| 3.3.2 <i>Vialidades</i> .....                                | 56 |
| 3.3.3 <i>Tendencias de Uso del Suelo</i> .....               | 58 |
| 3.3.4 <i>Uso de Suelo</i> .....                              | 60 |
| 3.3.5 <i>Crecimiento Histórico</i> .....                     | 60 |
| 3.3.6 <i>Vivienda</i> .....                                  | 62 |
| 3.3.7 <i>Equipamiento Urbano</i> .....                       | 65 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA REDES Y SERVICIOS BÁSICOS ..... | 66 |
| 3.4.1 <i>Electricidad</i> .....                                    | 66 |
| 3.4.2 <i>Agua Potable</i> .....                                    | 68 |
| 3.4.3 <i>Drenaje Sanitario</i> .....                               | 68 |
| 3.4.4 <i>Drenaje Pluvial</i> .....                                 | 72 |
| 3.5 SÍNTESIS DIAGNÓSTICA .....                                     | 74 |

# 4

## PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 ESTRUCTURA DE PROPUESTA .....  | 78  |
| 4.2 INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO BASADA EN UN ENFOQUE INTEGRAL Y SUSTENTABLE.....     | 79  |
| 4.2.1 <i>Sistema de Captación de Agua Pluvial y Prevención de Riesgos por Inundación</i> ..... | 81  |
| 4.2.1.1 Sistema de prevención de riesgos y macrocaptación.....                                 | 83  |
| 4.2.1.2 Sistema de almacenamiento de agua pluvial y de filtración .....                        | 88  |
| 4.2.2 <i>Sistema de Saneamiento para Aguas Residuales</i> .....                                | 101 |
| 4.2.2.1 <i>Habilitación de una Planta de Saneamiento</i> .....                                 | 103 |
| 4.3 CONCLUSIONES GENERALES .....   | 110 |

## BIBLIOGRAFÍA





# INTRODUCCIÓN

---

Los servicios básicos son aquellos elementos esenciales que requiere un asentamiento humano para desarrollarse de manera próspera. El acceso a estos hace posible para los habitantes acceder a condiciones de vida dignas y prosperas. La infraestructura básica de agua potable, saneamiento y drenaje pluvial son indispensables para un asentamiento humano.

El hecho de no contar con alguno de estos servicios reduce drásticamente la prosperidad del asentamiento y de sus habitantes. Este es el caso de la colonia Cuitláhuac que, debido a su emplazamiento como un asentamiento informal, su administración gubernamental y su posición geográfica. Ocasionan que la implementación y funcionamiento de los servicios básicos de agua y saneamiento sea escasa e inclusive.

## ANTECEDENTES

Iniciando como un asentamiento informal en el año 2010 con tan solo 100 habitantes, esta colonia no puede ofrecer condiciones de vida dignas a sus habitantes. Su situación se debe a diversos factores. Uno de ellos es su localización; la colonia Cuitláhuac está situada en un punto donde se desconoce cuál es la entidad auxiliar encargada de gestionar las necesidades del asentamiento, es incierto para los administrativos saber si es responsabilidad de la ciudad de Puebla o si esta pertenece a la junta auxiliar de San Andrés Azumiatla.

Por ende, no existe apoyo por parte de ninguna de las dos entidades. Esto genera como consecuencia un déficit notorio de diversos elementos, entre ellos los servicios básicos de agua y saneamiento.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con lo que respecta a los servicios inexistentes podemos destacar la red de agua potable, drenaje pluvial y sanitario. Actualmente la colonia Cuitláhuac no cuenta con el servicio de agua potable. Esto provoca el encarecimiento de este servicio debido a que los habitantes tengan la necesidad de recurrir a la renta y consumo de camiones cisterna o “pipas de agua” con la finalidad de tener acceso y abastecer sus hogares con este recurso vital para el desarrollo humano. Esta práctica encarece el servicio, además de ser inmerecido para los colonos.

El drenaje sanitario es otro de los servicios básicos que se encuentra inactivo en la colonia. La importancia de este servicio radica en la salubridad y seguridad del asentamiento, los habitantes de Cuitláhuac desempeñan prácticas propias para poder sobrellevar el hecho de no contar con este servicio. Por ejemplo, excavaciones para la elaboración de fosas sépticas para poder deshacerse de sus desechos biológicos.

Con lo que respecta al drenaje pluvial, no existen intenciones por parte de los administrativos de dotar a la colonia Cuitláhuac con este servicio. Por lo tanto, al igual que con los servicios de agua potable y drenaje sanitario los habitantes han tenido que asir el asunto por su cuenta. A través de sus propios medios tratan de direccionar los escurrimientos pluviales haciendo canaletas improvisadas. Esta práctica contiene y direcciona los escurrimientos hasta cierto punto y en ciertos lugares de la zona de estudio.

## HIPOTESIS

En la colonia Cuitláhuac existe un déficit notorio de infraestructura de agua y saneamiento, esencial para cualquier asentamiento humano, por lo que se perciben afecciones a las condiciones de vida y retraso a la prosperidad de los colonos.

## OBETIVO GENERAL

Hacer un análisis sobre la situación actual de la infraestructura de agua potable, drenaje pluvial y sanitario en la colonia Cuitláhuac; con la finalidad de generar una propuesta de diseño de estas infraestructuras fundamentada en tecnologías alternativas, sustentables e integrales. Que tenga la capacidad de cumplir con los requerimientos de la zona de estudio.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Documentar la problemática existente dentro de la zona de estudio, realizando visitas de campo, entrevistas, mapeos.

- Análisis de la información geográfica, demográfica y estadística recaudada y existente.
- Analizar las condiciones físico-naturales que puedan comprometer de manera directa e indirecta la propuesta de infraestructura de agua y saneamiento.
- Realizar una propuesta de infraestructura de red de agua potable, drenaje pluvial y sanitario que permita el mejoramiento de las condiciones de vida, de la colonia Cuitláhuac y que se adecue a sus condiciones económicas, políticas y sociales.

## JUSTIFICACION

Reconocer la importancia de implementar una propuesta para la infraestructura de agua y saneamiento en la colonia Cuitláhuac tomando en cuenta la situación geográfica, político-administrativa y social, enfocándola en sus necesidades básicas. Para un asentamiento humano contar con este tipo de infraestructura es indispensable.

En el sentido que menciona Wong (2004) *"El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades."* Pag 1

No contar con infraestructura de agua y saneamiento puede generar enfermedades como diarrea, paludismo, esquistosomiasis, helmintiasis intestinales, hepatitis A, entre otras. *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud S/A (2015)*. De lo contrario, contar con este tipo de infraestructura puede proporcionar beneficios tangibles para la salud y seguridad, además de contribuir a la consolidación de la colonia Cuitláhuac como un asentamiento digno.

La función esencial del drenaje pluvial es contener y direccionar las escorrentías pluviales de las zonas urbanas. De no contar con este tipo de infraestructura se pueden apreciar diversas afecciones desde la erosión descontrolada de los suelos, deslaves o inundaciones.

Es claro que dentro de la colonia Cuitláhuac se necesitan cambios que logren prevenir riesgos ambientales por lluvias, enfermedades relacionadas con la escasez de agua potable y drenaje sanitario, así como fortalecer las condiciones de vida de los habitantes.

## METODOLOGIA

Esta investigación se ha desarrollado en cuatro etapas esenciales, que describen de manera general el desarrollo metodológico de este proyecto de investigación.

### **Primera etapa: Investigación y Recopilación de Datos**

Esta etapa se caracteriza por llevar a cabo procesos de reconocimiento y analíticos; identificación y reflexión de las características generales de la zona de estudio. Se identificó de manera directa a través de trabajo en campo, recorridos a pie por la zona de estudio, entrevistas con algunos miembros de la comunidad, material fotográfico y datos geoespaciales del entorno.

### **Segunda etapa: Documentación y Síntesis de Información**

Esta etapa se llevó a cabo simultáneamente con la primera. La compilación y síntesis de información de campo, estadística, histórica, comparativa y normativa, a partir de documentos, fuentes oficiales y trabajo en campo; libros, información

cartográfica de INEGI, fuentes electrónicas, artículos y entrevistas. Se realizó el procesamiento, integración y redacción de la información recopilada.

### Tercera etapa: Diagnostico-Pronostico

Esta etapa consistió en hacer un análisis parcial, objetivo e integral de toda la información compilada. De tal manera, esta etapa fue el punto donde se fundamenta la propuesta presentada en esta tesis.

### Cuarta etapa: Propuesta

Tomando en cuenta el trabajo realizado en la etapa posterior; el valor de la salud y la seguridad, las condiciones actuales de la infraestructura de la colonia y las necesidades que esta representa, se planteó una propuesta de intervención de la infraestructura de agua y saneamiento que contribuya a mitigar las problemáticas que el déficit de estos servicios está provocando.





# 1

## CAPÍTULO UNO

---

Tecnologías alternativas y criterios de diseño para el agua y saneamiento

El objetivo de este capítulo es identificar tecnologías alternativas (TA), eficientes y duraderas que puedan atender el déficit de infraestructura de agua potable, drenaje pluvial y sanitario, en asentamientos rurales, marginados, irregulares, no mayores a 1,000 habitantes.

Sera imprescindible presentar los criterios de diseño principales y complementarios que contribuyan al desarrollo de esta investigación. Además de identificar sistemas y acciones que sean capaces de propiciar consolidación entre la infraestructura de agua potable y drenaje pluvial como un sistema integral y sustentable, de igual forma identificar un sistema de drenaje sanitario sustentable y eficiente, adecuado a las necesidades de los asentamientos.

## 1.1 Infraestructura Elemental Para un Asentamiento Humano

La infraestructura básica para los asentamientos humanos se entiende como aquellos servicios que son esenciales y que requiere un asentamiento urbanizado para tener un desarrollo estable. Según la OCDE (1987)

los servicios urbanos se definen como aquellos servicios suministrados colectivamente, en una zona urbana delimitada administrativamente, cuya explotación y/o financiación son fundamentalmente de competencia municipal. estos a su vez tienen como objetivo el desarrollo prospero de las concentraciones urbanas, la cohesión social, coherencia en la organización territorial y administrativa.

Resaltar la importancia de la infraestructura de agua potable, drenaje pluvial y saneamiento es fundamental para esta investigación, al ser estos servicios esenciales para el desarrollo de un asentamiento humano, ya que tienen la capacidad de prevenir problemas de salud pública y seguridad.

Esperanza (2018), en sus estudios en asentamientos informales menciona que las intervenciones en este tipo de sectores se deben plantear desde un enfoque integral. Ya implementados, estos sistemas mejoran notoriamente el valor del suelo y, una vez consolidados dentro de la zona designada es pertinente contemplar que los

residentes contribuyan con el mantenimiento de estos sistemas.

## 1.2 Alternativas de Agua y Saneamiento Para Asentamientos Irregulares

Actualmente los asentamientos irregulares representan una problemática de gestión, significativa para las ciudades contemporáneas, este es el caso de numerosas ciudades en el estado de Puebla, México y Latinoamérica.

La indiferencia o incapacidad de las autoridades por resolver las necesidades elementales de este sector específico de la población, contribuye por defecto a que se desconozcan cifras oficiales del número de habitantes, sus características demográficas, la cantidad de asentamientos irregulares que se emplazan en el territorio, entre otras cuestiones. Esto genera como consecuencia problemas de gestión gubernamental, por lo que presentar proyectos coordinados por parte del gobierno para atender los requerimientos que los asentamientos irregulares experimentan no son una realidad próxima.

Proponer soluciones para asentamientos irregulares que experimentan un déficit de infraestructura de agua y saneamiento es importante. Sin embargo, las características poco habituales de este tipo de asentamientos requieren de soluciones poco convencionales, estas tienen que cumplir ciertos requisitos, tales como: ser viables económicamente, procesos constructivos, de mantenimiento y funcionamiento simples y ahorrativos, preferentemente involucrar a los usuarios en los procesos de mantenimiento, entre otras características. Las tecnologías alternativas (TA) podrían ser la respuesta para solucionar la inexistencia de los servicios básicos como los de agua potable, drenaje pluvial y de saneamiento en asentamientos irregulares.

Plantas de tratamiento de aguas residuales basadas en tanque Imhoff, biodigestores, reactores discontinuos secuenciales, humedales artificiales, macrocaptación, derivación de escurrimientos pluviales mediante zanjas de conducción o bocatomas, cosecha de agua pluvial en techos de vivienda y otras estructuras impermeables. Son algunas de las tecnologías en materia de agua y

saneamiento que pueden ser aptas para ser aplicadas por los asentamientos irregulares.

Actualmente existe variedad de este tipo de tecnologías, estas pueden representar ventajas significativas para los servicios de agua y saneamiento en comparación con las tecnologías convencionales.

Según Morato, Pirés y Subirana (2009): estas tecnologías representan costos bajos en su construcción y mantenimiento, bajo consumo energético (en ocasiones nulo), no se requiere de personal técnico especializado para su funcionamiento y mantenimiento, no afectan las condiciones del medio físico-natural, medio construido y se pueden integrar fácilmente al medio ambiente.

### 1.2.1 Infraestructura de Saneamiento como Elemento de Salubridad

La red de saneamiento convencional se entiende como el conjunto de tuberías que se usa para la recogida y traslado de aguas residuales, pluviales o industriales. Se considera un servicio básico imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las

personas. Sin embargo, en asentamientos irregulares la presencia de este servicio es mínima e incluso inexistente. Esto se debe a diversos factores como la administración gubernamental, la accesibilidad económica, ubicación geográfica, entre otros factores.

Considerar tecnologías alternativas para el tratamiento de aguas residuales es una alternativa viable en comparación con los sistemas convencionales. Ya que los costos de materiales, planeación e implementación suelen ser económicos y estas se adaptan con mayor facilidad a las condiciones físico-naturales del entorno. Hoy por hoy la oferta de las tecnologías alternativas en materia del saneamiento es diversa, además de contar con las capacidades necesarias para dar solución a los problemas que el déficit de esta ocasiona.

De acuerdo con esta investigación las tecnologías alternativas en materias del saneamiento con mayor funcionalidad y uso son:

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales: estas se constituyen de en una serie de procesos

químicos, biológicos y físicos que tienen como propósito eliminar los contaminantes presentes en el agua para poder concebir su reciclaje.

- Biodigestores: En sus inicios fueron considerados, como herramientas para la producción de gas combustible a partir de desechos orgánicos. Sin embargo, los biodigestores pueden brindar muchos otros beneficios, como desechar y tratar aguas residuales. Los biodigestores de tratamiento de aguas residuales requieren de ciertas modificaciones, pero conservando los mismos principios. Biodigestores inspirándonos en el tanque Imhoff, representan mayor viabilidad para el tratamiento de este tipo de residuos.
- Reactores discontinuos secuenciales: De acuerdo con Teutle (2013 12) los reactores discontinuos secuenciales (SBR) se caracterizan por ser una tecnología versátil en el tratamiento de las aguas residuales y en la eliminación de contaminantes. Los SBR operan con base en la tecnología de lodos activados, en una secuencia de ciclos de llenado y de vaciado. Éste incluye normalmente el

proceso de eliminación biológica de nutrientes, en fases que pueden incluir el tratamiento anaerobio, aerobio, anóxico, o la combinación de ellos. Es posible que todas estas operaciones unitarias se desarrollan en un mismo reactor a diferencia de los lodos activos que realizan el proceso simultaneo en tanque diferentes. Otra característica a favor del SBR es que puede emplear un proceso aerobio o uno anaerobio, para conseguir la degradación de la materia orgánica. Sin embargo, una de sus desventajas son los altos costos de mantenimiento ya que estos requieren de personas altamente capacitadas. Además de altos costos de implementación y funcionamiento

- Humedales artificiales: De acuerdo con Nuevo (2020)<sup>2</sup> los humedales artificiales son sistemas de depuración de aguas residuales que pertenecen a las denominadas tecnologías alternativas, las cuales son de bajo consumo. Estos humedales artificiales permiten depurar el agua filtrando los desechos en un espacio reducido y controlado, a través de procesos naturales.

Estos son capaces de eliminar materia orgánica sólida a través de un proceso de sedimentación y filtración de partículas, eliminación de organismos patógenos mediante la adsorción sobre partículas del sustrato y eliminación de elementos como nitrógeno y fósforo.

Entre sus ventajas destacan consumo energético nulo, disminución de olores, procesos de mantenimiento sencillo y fácil de seguir.

- Tanque Imhoff: Según Portales (2017) el tanque Imhoff es un tipo de tanque de doble función - recepción y procesamiento para aguas residuales, disponen de una cámara o cámaras superiores por donde fluyen las aguas residuales, además de otra cámara inferior donde la materia recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaeróbica. El tanque Imhoff se compone de dos secciones; la cámara de sedimentación en la sección superior y en la sección inferior se encuentra la cámara de digestión. Estos funcionan a través de procesos de

pretratamiento y reacciones anaerobias, su diseño impide que el gas y la escoria penetren el exterior. El tanque de Imhoff se puede utilizar en pequeñas y grandes instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Algunas cuestiones negativas del tanque Imhoff; digestión de lodos incompleta, formación de biogás, natas, y formación excesiva de escoria, es por eso por lo que el uso de sistemas complementarios (cribado y remoción de lodos) será necesario. Sus ventajas principales; requieren de poco de espacio (alrededor de 90m<sup>2</sup>), se utilizan como elementos tratadores para pequeñas poblaciones (menos de 1.000 habitantes) y se pueden incluir sistemas independientes para solucionar sus deficiencias.

## 1.2.2 Captación y Reutilización de Agua Pluvial Como Estrategia Para Mitigar el Riesgo de Inundaciones y el Desabasto de Agua Potable Para Uso Doméstico

El derecho al agua ha sido objeto de interés para la sociedad civil y para los gobiernos de acuerdo con el III Foro Mundial del Agua (2003), en el que se propuso buscar los mecanismos que garanticen el derecho a este recurso.

Tomando en consideración un enfoque integral y sustentable, una de las formas en las que se puede garantizar este servicio en asentamientos irregulares es aprovechando los escurrimientos pluviales. La cosecha y aprovechamiento del agua pluvial podría contribuir a la solución de las problemáticas que el déficit de este recurso ocasiona.

En base a esto, considerar la implementación de medidas alternativas dentro de asentamientos irregulares que permitan de manera sostenible el aprovechamiento del

recurso pluvial puede llegar a ser la respuesta para el déficit de este recurso. Para poder generar esto, es fundamental conocer las técnicas de aprovechamiento existentes y disponibles.

La recuperación de agua pluvial consiste en captar el agua de lluvia de una superficie determinada, normalmente son superficies amplias o por donde fluyan los escurrimientos pluviales, posteriormente es tratada, almacenada y distribuida. Esta puede ser distribuida a través de un circuito hidráulico independiente o recolectada desde el punto de almacenamiento.

En su mayoría las técnicas de captación de agua pluvial tienen sus orígenes con las primeras civilizaciones en Mesoamérica, Sudamérica y otras regiones del mundo. Sin embargo, en las últimas décadas se han perfeccionado gran parte de estas técnicas, gracias al aporte de diferentes institutos tecnológicos, investigadores, industrias, etc. De acuerdo con Silva (2000) existen numerosas técnicas adaptadas a diferentes situaciones y entornos. Estas técnicas pueden

ser agrupadas en diversas modalidades de captación de agua pluvial, como las siguientes:

- **Macrocaptación:** Las técnicas de macrocaptación usan áreas con pendientes, aprovechando los escurrimientos pluviales, en ciertos casos adaptándolos a estructuras de contención y conducción, tales como: acequias, canales, zanjas, surcos, cunetas o camellones. Estas se caracterizan por ser poco permeables y con baja o nula vegetación en su interior, para que generen escurrimientos superficiales. También es denominada como captación in situ, por tratarse de un proceso de captación y uso en un lugar cercano o contiguo. El agua captada puede ser utilizada para abastecer estructuras de almacenamiento, como estanques, jagüeyes o embalses temporales, para ser destinada a diferentes finalidades como agricultura o uso doméstico.
- **Derivación de cursos de agua mediante bocatomas:** Consideran la captación en causas de agua nacientes. Estas técnicas son útiles para contrarrestar el déficit hídrico en determinadas

zonas específicas que cuenten con los requerimientos adecuados como gran afluente de escurrimientos pluviales. Su utilización puede tener diferentes finalidades, desde riego, abrevadero y hasta consumo doméstico (dependiendo de la calidad del agua y de la severidad de la escasez).

- **Jagüeyes:** De acuerdo con SAGARPA (2017)<sup>3</sup> los jagüeyes son sistemas que se implementan en pequeñas deprecaciones del terreno, su objetivo es captar, almacenar y regular la distribución de agua para diversos usos principalmente pecuario y si se filtra el agua puede ser apta para consumo doméstico. Estos se abastecen mediante el aprovechamiento de escurrimientos pluviales aprovechando las canaletas formadas naturalmente. Dentro de sus ventajas se destacan el bajo costo de mantenimiento, sus estructuras son sencillas de construir, no requiere de conocimientos técnicos elevados para su aprovechamiento y mantenimiento, se abastece mediante los escurrimientos pluviales, estos

pueden mejorar el aspecto estético de los terrenos y el ambiente, proveer de oportunidades de recreación y proporcionar hábitat de vida silvestre y contribuyen a la conservación del suelo y el agua. Si estos son manejados correctamente pueden generar hábitat valioso para la piscicultura y vida silvestre y satisfacer las necesidades de la población por varios años

Algunas de desventajas son que necesitan de una superficie necesaria para formar el cuerpo de agua, así como la extensión necesaria para la colecta de agua de lluvia, requieren de supervisión técnica especializada durante el diseño y construcción para garantizar el buen funcionamiento hidráulico del sistema. el costo inicial de la construcción puede Diseño y construcción de jagüeyes 3 llegar a ser una inversión fuerte, dependerá del diseño y proyección de cada caso, El control sobre el almacenamiento del agua es poco o nulo, ya que depende directamente de la probabilidad de la lluvia.

- Cosecha de agua en techos de vivienda y otras estructuras impermeables: Esta es la técnica más popular de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas.
- Filtración Atraves de Rocas: una vez recolectada el agua pluvial será necesario implementar un sistema sencillo y funcional para la remoción de cuerpos no deseados. Los filtros a través de rocas tienen la posibilidad de filtrar tierra, basura y demás elementos orgánicos e inorgánicos que puedan estar en el agua, de esta forma se garantiza su seguridad para el aprovechamiento doméstico.

### 1.3 Consolidación de los Servicios de Agua y Saneamiento

Normalmente asentamientos en condiciones de pobreza o exclusión social suelen ser asociados con la carencia de servicios básicos, estos generalmente se desarrollan mayormente en la zona periférica de la mancha urbana.

A medida que un establecimiento irregular crece, requiere de cierta consolidación como asentamiento, esto para poder evitar problemáticas a futuro y mitigar los problemas que enfrenta actualmente. Para concebir la consolidación es importante identificar aquellos pilares que le dan sustento al asentamiento, estos se pueden entender como las actividades sociales, económicas, y de integración colectiva, así como los elementos esenciales para su funcionamiento: equipamiento urbano, servicios básicos, infraestructura básica, entre otros. En este sentido, podemos comprender que los programas o prácticas que contribuyan a la consolidación de estos pilares que sostienen a las actividades y el desarrollo para los asentamientos irregulares son esenciales.

Para poder consolidar los servicios básicos de agua y saneamiento es importante tomar en cuenta las características y requerimientos de los asentamientos informales. Si se pretende generar un proyecto de intervención para la infraestructura de agua y saneamiento, el proyecto tendrá que ser económicamente viable para poder garantizar su ejecución, es importante que este fundamentado desde un enfoque integral y

sustentable esto garantiza de cierta forma su durabilidad y funcionalidad ya que incluye a la comunidad en los procesos de construcción y mantenimiento, además de adecuarse a las necesidades específicas de la zona de estudio.

## 1.4 CRITERIOS DE DISEÑO

De acuerdo con Birkke (2004) se identificaron criterios de diseño generales y particulares, estos tienen como objetivo sustentar la propuesta de intervención adecuada a las necesidades específicas de la zona de estudio.

En base a lo anterior se proponen criterios de diseño que contribuyan a concebir una propuesta sustentable e integral, que genere beneficios tangibles para aquellos asentamientos que no cuenten con estos servicios, además de identificar acciones necesarias que sustenten la propuesta de intervención. Estas se enlistan a continuación.

### 1.4.1 Criterios Generales de Diseño

- Proponer el uso de tecnologías alternativas que se ajusten a las condiciones físico-naturales, sociales y económicas del asentamiento.
- Usufructuar el potencial de las condiciones del medio físico natural.
- Implementar sistemas que contemplen a los usuarios del servicio en los procesos de construcción y mantenimiento de los mismos. Generando compromiso y participación colectiva, arraigo y sentido de pertenecía.
- Reducir el riesgo de inundaciones en casa habitación y vialidades, a través de un sistema de drenaje pluvial y captación de agua integrados.
- Promover alternativas integrales, sustentables y económicamente viables. Que no encarezcan los procesos de edificación y mantenimiento, basadas en tecnologías alternativas, que funcionen como elemento suministrador de agua potable, drenaje pluvial y de tratamiento de aguas residuales.
- Proponer sistemas que tenga un bajo costo de construcción, operación y mantenimiento,

adecuados a asentamientos humanos con bajos niveles demográficos.

### 1.4.2 Criterios de Diseño Particulares en Materia de Captación de Agua Pluvial

- Proponer instalaciones para recuperar, almacenar y tratar agua de lluvia. Aprovechando técnicas de: macrocaptación, cosecha de agua pluvial a través de la derivación de escurrimientos por zanjas de conducción y sistemas de purificación.
- Integrar sistemas de conducción y contención para los escurrimientos pluviales. Con el objetivo de mitigar las inundaciones, controlar y dirigir el caudal de los escurrimientos, para facilitar su aprovechamiento.
- Implementar un sistema simple de filtración a través de rocas para garantizar el uso y aprovechamiento doméstico del agua recolectada.
- Proponer un sistema de almacenamiento de agua pluvial que sea de fácil edificación y

mantenimiento. Los jagüeyes son una alternativa que cumple con los requerimientos necesarios.

- Alentar y capacitar a los habitantes a participar en los procesos de construcción y mantenimiento del sistema de macrocaptación de agua pluvial y prevención de riesgos por inundación.

### 1.4.3 Criterios de Diseño Particulares en Materia del Saneamiento

- Implementación de planta para el tratamiento de las aguas residuales que se adecue a las dimensiones demográficas y del entorno.
- Contemplar e integrar la infraestructura sanitaria existente a los nuevos sistemas basados en tecnologías alternativas.
- Proponer un sistema que no comprometa conocimientos técnicos especializados para su edificación y mantenimiento. De esta forma podremos contemplar que los habitantes serán los encargados de edificar, cuidar y mantener la planta de tratamiento para aguas residuales.

## 1.5 Casos Análogos

Se presentan dos casos análogos de autores diferentes, que atienden necesidades similares a la de la colonia Cuitláhuac y que a su vez contextualizan y dan sustento a los criterios de diseño.

### 1.5.1 Caso Análogo: *Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico - filtro anaerobio y humedales subsuperficiales*

Este estudio analizó el funcionamiento de dos sistemas de tratamiento de aguas residuales. El primer sistema se ubica en el EITG del municipio de Ginebra, (Valle del Cauca, Colombia). El segundo es la planta de tratamiento de ARD de la comunidad rural La Vorágine, del municipio de Cali. Las unidades básicas que conforman cada sistema de tratamiento son Tanque séptico (TS) + Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FA) + Humedal de Flujo Subsuperficial (HFS) sembrado con Papiros (*Cyperus*, sp). En esta investigación analizaron el sistema Integrado

TS + FA + HFS; los autores Carlos A. Madera, Juan P. Silva y Miguel R. Peña concluyeron que este es una excelente combinación para la remoción de materia orgánica, es capaz de soportar variaciones de caudal hasta el doble de su condición de diseño manteniendo las eficiencias de remoción de materia orgánica. Descubrieron que la remoción de nutrientes y patógenos en el sistema HFS fue afectada por el incremento de caudal y los bajos tiempos de retención hidráulico, produciendo un efluente de baja calidad microbiológica para su uso agrícola. Sin embargo, sigue siendo apto para el uso doméstico.

Concluyen que, para los pequeños municipios y comunidades rurales, el sistema integrado TS + FA + HFS es una excelente opción para el tratamiento de las aguas residuales ya que mantiene su capacidad de remoción de materia orgánica a pesar de sufrir cambios drásticos en las variables operativas. Lo consideran como un sistema flexible, que puede ajustar fácilmente a las condiciones donde se aplique, esto se traduce en bajos costos de inversión inicial.

### 1.5.2 Caso Análogo: *Micropresas de ferrocemento, opción económica para retención de agua pluvial.*

El objetivo de este trabajo fue promover en las comunidades rurales el sistema constructivo del ferrocemento para la construcción de micropresas de retención de aguas de lluvias en las corrientes intermitentes o perennes. El caso se desarrolló en la comunidad de San Jerónimo Silacayoapilla ubicada en la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, distrito de Nochixtlán, Oaxaca, México.

Su área de estudio presenta la mayor ocurrencia de lluvia en verano y periodos de sequía en los meses restantes del año. Los autores Valentín Juventino Morales Domínguez y Manuel Dino Aragón Sulik explican que la construcción de las micropresas puede ser variables de acuerdo con el clima.

La construcción de una micro presa se consta de habilitar un esqueleto de acero entramado de varilla con malla electrosoldada y metal desplegado a fin de reducir las

aberturas y originar una mejor adherencia del mortero. Esta estructura adquiere una alta resistencia permitiendo en conjunto un adecuado trabajo mecánico. La altura máxima de micropresas construidas por parte del IPN ha sido de seis metros. Consta de cascarones curvos, que se construyen en posición vertical, con entramados de tres tipos de mallas y un aplanado de mortero cemento-arena, de espesor comprendido entre 5 y 7 cm. El cascarón lleva refuerzos intermedios del mismo.

El desplante de estas obras depende del tipo de terreno, se han practicado principalmente en suelos muy compacto y de baja deformabilidad, sitios con mayor vaso de almacenamiento y una boquilla angosta para reducir costos constructivos. (Figura 1).



Figura No. 1 *localización de la boquilla y vaso de almacenamiento.* Morales (2012) Pag 14



Figura No. 2 *Vista de la pantalla en periodo de estiaje.* Morales (2012) Pag 20

Los autores concluyen que el problema de suministro de agua puede ser mitigado a través de obras de almacenamiento de agua pluvial, además de prevenir inundaciones y posibles peligros de sequías. (figura 2)

Se ha visto en este caso que el ferrocemento es una alternativa viable para la construcción de micropresas, con un costo muy por debajo de otros procesos constructivos similares. Además, este sistema alienta la participación de la comunidad.



# 2

## CAPÍTULO DOS

Ámbitos legales y normativos para la regularización de los servicios básicos de agua y saneamiento en asentamientos irregulares

El derecho al agua implica garantizar su disponibilidad, es decir el abastecimiento continuo y suficiente para uso personal y doméstico (ONU, OG 15, párr. 12a), que según la OMS es entre 50 y 100 litros diarios por persona; la calidad, que consiste en que el agua debe ser salubre, con color, olor y sabor aceptables; su acceso, el alcance físico y seguro, dentro o cerca de cada vivienda, escuela o lugar de trabajo, con la fuente de agua a una distancia máxima de un kilómetro, para responder a las necesidades de los diversos grupos (indígenas, mujeres, niños, etc.); finalmente, la asequibilidad, es decir, no reducir la capacidad de adquisición de otros bienes esenciales de las personas como alimento, vivienda, educación o servicios de salud, lo que supone subvenciones o su gratuidad en algunos casos (COHRE, 2005, 4-5). Además, hoy en día podemos considerar que este derecho incluye también la garantía de información de cuestiones vinculadas con el agua. 6

Desde la perspectiva de los derechos humanos existen argumentos para demandar el acceso al agua y saneamiento, pero los mecanismos o vías para exigirlo aún no están correctamente diseñados; permanecen como únicamente como declaraciones. Aun con la existencia de normas que lo reconocen explícitamente (Ley Federal de derechos en materia del agua) se identifica el problema de percepción social sobre el derecho. Prevalece la idea de que por tratarse de un servicio público su prestación corresponde exclusivamente a los gobiernos y se rechaza la idea de la participación de la iniciativa privada en materia de gestión o del reconocimiento de mecanismos comunitarios, lo que provoca conflictos sociales. No obstante, las instituciones públicas exploran más la participación privada. La alternativa que se contrapone es la llamada nueva cultura del agua, que utiliza mecanismos más participativos, en términos sociales, más comunitarios, y en franca oposición a los mecanismos de mercado.

| NIVEL   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Internacional   | Federal   | Estatad   | Municipal  |
| NUEVA AGENDA URBANA HABITAT III<br><br>OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.<br><br>LEY FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA.<br><br>LA LEY GENERAL DE SALUD FEDERAL.<br><br>LEY DE AGUAS NACIONALES. | LEY DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE PUEBLA.<br><br>LEY GENERAL DE FRACCIONAMIENTO Y ACCIONES URBANÍSTICAS DE PUEBLA<br><br>LEY DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA. | PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE PUEBLA<br><br>PROGRAMA PARA REGULARIZAR ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES |
| Normas y Reglamentos  |   |   |  |
| Norma Técnica de Diseño de Imagen Urbana del Municipio de Puebla          | Norma de Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades  | Reglas de Operación 2019 del Programa de Mejoramiento Urbano  | Manual de Ciudades ITDP  |
| Manual de lineamientos de diseño de infraestructura verde para municipios | Manual Diseño y construcción de jagüeyes  |   | Manual de tecnologías sostenibles en tratamientos de agua  |

*Tabla No. 2 Clasificación por niveles de los documentos legislativos y normativos. Elaboración propia*

## 2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917)

El Artículo 115 Constitucional; en su fracción III otorga al municipio la prestación de servicios públicos, dentro de los

que se encuentra el agua potable alcantarillado y saneamiento, siempre y cuando así lo determine la ley estatal y municipal. En su fracción V se faculta a los

municipios a participar en la planeación para el desarrollo urbano municipal.

El artículo 27 en su párrafo III otorga el derecho a la nación de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público mediante el establecimiento de las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y las adecuadas provisiones, usos, reservas, destinos de tierras, aguas y bosques a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.

El artículo 28 establece la facultad de los estados para en caso de interés general, concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso, o aprovechamiento de bienes de dominio de la federación. Las leyes fijaran las modalidades y condiciones que aseguren la eficacia de la prestación de los servicios y la utilización social de los bienes.

## 2.2 Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. (2020)

La ley federal en materia del agua; en su artículo 9 fracción XI. Establece que es necesario operar, conservar y mantener obras y servicios hidráulicos rurales y urbanos cuando el Titular del Ejecutivo Federal así lo disponga en casos de carácter estratégico de conformidad con las Leyes en la materia.

En su fracción XIII. Estipula que Fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará en lo conducente con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios.

Fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado tal y como lo estipula el presente artículo en fracción XIV al igual que impulsar los de saneamiento, drenaje de control de avenidas y protección contra inundaciones

Corresponde al municipio, al estado, así como a los organismos o empresas que presten el servicio de agua potable y alcantarillado, el tratamiento de las aguas residuales así como es mencionado en su artículo 44 párrafo tercero.

### 2.3 La Ley General de Salud Federal. (2017)

La ley general de salud federal en su Artículo 65 menciona que las autoridades sanitarias apoyaran y fomentaran acciones relacionadas con el acceso al agua potable y medios sanitarios de eliminación de excreta.

En su artículo 121, señala que queda prohibido el suprimir el suministro de agua potable a casas habitación. Salvo en los casos que lo determinen las disposiciones generales aplicables, se podrá restringir la dotación.

### 2.4 Ley de Aguas Nacionales. (1992)

El artículo 14 bis V. Estipula que la atención de las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar, de la economía para su desarrollo y del ambiente para su conservación; particularmente, la

atención especial de dichas necesidades para la población marginada y menos favorecida económicamente.

El artículo 14 BIS 6. En su fracción VI. Establece que la prevención, conciliación, arbitraje, mitigación y solución de conflictos en materia del agua y su gestión; en su fracción VII. Menciona los apoyos sociales para aquellas comunidades rurales y urbanas marginadas accedan los servicios de agua y al saneamiento.

La ley de aguas nacionales en su artículo 5 menciona que fomentará la participación de los usuarios y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue la Comisión, Así como se estipula en el artículo 44.

## 2.5 Ley de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Puebla. (2000)

La ley de agua potable y saneamiento del estado de Puebla en su artículo 2, declara que es de interés público la planeación, programación, construcción, ampliación, conservación y mantenimiento de la infraestructura hídrica para la prestación de los Servicios Públicos, así como el fomento a la investigación y desarrollo de tecnología para la adecuada gestión del agua.

En su artículo 5 estipula en su fracción I que se ha de garantizar el acceso de cualquier persona a la disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible; así como definir las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, los municipios y la ciudadanía para la consecución de dichos fines. Mientras que en su fracción X. menciona que la determinación de las acciones a ejecutar en la materia considerará las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar,

particularmente las de la población marginada, en condiciones de vulnerabilidad o menos favorecida económicamente, de la economía para su desarrollo y del ambiente para su equilibrio y conservación.

En el artículo 6 menciona que las Autoridades y los Prestadores de Servicios Públicos, se encargarán de promover entre la población, demás autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del Estado y sus regiones, para lo cual podrán:

- I. Difundir información sobre efectos adversos de la contaminación del agua;
- II. Promover la conciencia sobre la necesidad y las ventajas de tratar las Aguas Residuales y su Reúso.
- III. Fomentar el uso racional y conservación del agua como tema de seguridad nacional y alentar el empleo de procedimientos y tecnologías orientadas a su uso eficiente.
- IV. Instrumentar campañas permanentes de difusión sobre la cultura del agua.

- V. Coordinar con las autoridades en materia de educación en los órdenes federal, estatal y municipal para que se incorporen en los programas de estudio de todos los niveles educativos.
- VI. Favorecer la creación y fortalecimiento de los espacios de la cultura del agua en los municipios del Estado para difundir y realizar las acciones previstas en esta Ley.
- VII. Fomentar el interés de la sociedad en sus distintas organizaciones ciudadanas, colegios de profesionales, órganos académicos y organizaciones de Usuarios, para que se realicen estudios y trabajos de investigación en torno al manejo y conservación cuantitativa y cualitativa de los recursos hídricos.

El artículo 7 corresponde a la Comisión la planeación hídrica del Estado, la que será responsable de realizar el Programa Estatal Hídrico, el cual tendrá una visión de largo plazo, se actualizará y mejorará periódicamente bajo las directrices y prioridades que demanden el bienestar social y el desarrollo económico del Estado, promoviendo

el equilibrio ecológico y la sustentabilidad de los procesos involucrados.

En la fracción I. del presente artículo el desarrollo de programas especiales o de emergencia para la atención de problemas y situaciones específicas por los que se genere un riesgo para la seguridad de las personas o sus bienes. Mientras que en su fracción IV. Se menciona que el diseño de programas de apoyo social en beneficio de la población en condición de vulnerabilidad o marginación, procurando su acceso a los Servicios Públicos previstos por esta Ley; y en la fracción V. se menciona que el fomento de apoyos o incentivos para el mejoramiento o ampliación de los Servicios Públicos

El artículo 13 fracción XIV. Promueve ante las autoridades competentes en materia de agua, el establecimiento y difusión de normas técnicas para la realización de obras y la construcción, operación, administración, conservación y mantenimiento de los sistemas de captación, potabilización, conducción, almacenamiento y distribución de Agua Potable, así como para la prestación de los servicios de Drenaje, Alcantarillado y Saneamiento.

Dentro del presente artículo la fracción XV. Promueve el desarrollo de investigación científica para la preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad; para su aprovechamiento sustentable y uso racional, así como para la incorporación de procedimientos y tecnologías orientadas a su uso eficiente y conservación en la prestación de los Servicios Públicos

En el artículo 23 fracción V. Establece que se debe prestar los Servicios Públicos a que se refiere esta Ley en la circunscripción territorial de su competencia o la que resulte de los convenios de coordinación o colaboración que al efecto celebre

## 2.6 Ley General de Fraccionamiento y Acciones Urbanísticas de Puebla (2004)

La Ley General de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas de Puebla; En su artículo 3 fracción LX establece que el sistema de agua potable es el conjunto de bienes y obras dedicados a extraer, captar, tratar, conducir y distribuir agua, apta para el consumo humano, a los domicilios de los usuarios por medio de redes de

tubos. En su fracción posterior LXI explica que el sistema de drenaje y alcantarillado esta conformado por dispositivos y tuberías, por lo general subterráneas, que sirven para coleccionar y evacuar en forma higiénica y segura y por separado las aguas pluviales residuales de los centros de población.

Verificar que los servicios públicos de agua potable, drenaje, saneamiento, pavimentos y alumbrado público en los fraccionamientos, divisiones, subdivisiones, segregaciones, fusiones, lotificaciones, relotificaciones y desarrollos en régimen de propiedad y condominio, una vez realizada la entrega recepción de estos, sean prestados a los habitantes de manera eficiente y sustentable es lo que estipula el artículo 12 en su fracción XIV.

El artículo 25 establece que Los fraccionamientos previstos en la presente Ley, deberán contar con las siguientes obras de urbanización, de conformidad con lo que a cada autoridad corresponda:

- I. Red de abastecimiento de agua potable y de suministro con sus correspondientes tomas domiciliarias y cabezales de las redes con las características que para tal efecto se establezcan en las normas técnicas de la comisión o del organismo operador del agua.
- II. Red de alcantarillado sanitario y descargas domiciliarias con las características que para tal efecto se establezcan en las normas técnicas de la comisión o del organismo operador del agua.
- III. Planta de tratamiento de aguas negras en su caso, con las características que se establezcan por la autoridad municipal, o en las normas técnicas de la comisión o del organismo operador del agua.
- IV. Red para la captación de aguas pluviales, que incluya pozos de absorción en su caso, con las características que establezca la autoridad municipal, o en las normas técnicas de la comisión o del organismo operador del agua; Orden Jurídico Poblano 26.

## 2.7 Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla. (2003)

Esta ley en su artículo 79 menciona normas básicas para los asentamientos:

### I. Sobre las áreas susceptibles de desarrollo:

a) Se orientará la expansión de la ciudad a aquellos lugares que comparativamente requieran una menor inversión por concepto de apertura de vías públicas, de acceso y dotación de obras de infraestructura hidráulica, drenaje sanitario y pluvial y demás correspondientes, fomentando la preservación, protección y cuidado de los ecosistemas.

### V. En materia de protección del entorno ambiental:

b) Cuando se requiera hacer movimientos de niveles o cambiar los cauces del agua, se hará obligatoria la autorización de acuerdo

con la reglamentación de las dependencias correspondientes.

## 2.8 Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla (2007)

Este programa de desarrollo en su subtítulo dimensiones de la marginación, en su sección vivienda especifica que la vivienda constituye un espacio determinante para el desarrollo de las capacidades y opciones de las familias y de cada uno de sus integrantes para llevar a cabo el proyecto de vida que tienen razones para valorar. La población que habita viviendas que carecen de agua potable, drenaje, sanitario exclusivo o de tamaño inadecuado, está expuesta a mayores impedimentos para gozar de una vida larga y saludable y dificulta el aprendizaje de los menores de edad.

La falta de agua entubada propicia la utilización del líquido en condiciones perjudiciales para la salud debido a las formas de almacenamiento que comúnmente utilizan los residentes de este tipo de viviendas, lo que además obliga

a los miembros de los hogares a invertir tiempo y esfuerzo físico en el acarreo del agua, en el caso de la colonia Cuitláhuac una inversión extra para pagar camiones cisterna.

La falta de estos servicios en la vivienda aumenta la vulnerabilidad al incrementar el

En el tomo dos del mismo programa se encuentra una sección del Desarrollo del Plan Estatal Hidráulico donde se establecen diversos objetivos.

El objetivo 1 de Mejoramiento de los Servicios Municipales Estrategias y líneas de acción Incremento y mejoramiento de los servicios básicos y urbanos enfatiza en:

- Ampliar la dotación de los servicios básicos (agua potable, drenaje y alumbrado público) en comunidades marginadas de la región

Mientras que el objetivo 2 habla sobre la Calidad de los Recursos Hidrológicos Estrategia y líneas de Acción Desarrollo del Plan Estatal Hidráulico el cual enfatiza en los siguientes puntos:

- Promover la infraestructura y los servicios necesarios para la protección y el mejoramiento de la calidad del agua; y establecer los requerimientos financieros y sus posibles fuentes.
- Apoyar el desarrollo y operación eficiente de los sistemas de agua potable, drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.  
Proponer métodos inocuos en los procesos productivos industriales y agropecuarios.
- Fomentar el uso eficiente y racional del agua para uso doméstico, industrial y agrícola.

Dentro del subtítulo normas y criterios de la planeación adoptados del mismo tomo en la sección de vivienda se habla de aquellas zonas que se pretenden urbanizar donde no exista la cobertura de redes de infraestructura y servicios y el dotarlas implique costos onerosos para las instancias gubernamentales existentes, los urbanizadores deberán presentar un proyecto que incluya alternativas sustentables para la captación de agua para el uso y consumo humano; sistemas de reúso, reciclaje,

reutilización y tratamiento de las aguas servidas; drenaje y alcantarillado.

En el apartado lineamientos de la política de desarrollo urbano habla sobre asentamientos humanos irregulares, que cumplan con la normatividad en la materia para su incorporación al Programa Estatal para la Incorporación de los Asentamientos Irregulares al Desarrollo Urbano Sustentable, lo cual dará a la población la certeza jurídica en la tenencia de la tierra, y sentar las bases para que puedan ser dotadas de los servicios públicos como agua potable, drenaje y alcantarillado, alumbrado público, pavimentación de calles, guarniciones y banquetas.

Se plantea para elevar las condiciones de bienestar de la población y resarcir los efectos negativos que el entorno natural y cultural ha resentido, que derivará en acciones tendientes a renacionalizar y reordenar la mancha urbana. Se aplicará para el mejoramiento de los asentamientos humanos irregulares, que cumplan con la normatividad en la materia para su incorporación al Programa Estatal de Regularización de los Asentamientos Humanos, lo cual permitirá contar con colonias asentadas en suelos aptos

para el desarrollo urbano y a la población tener la certeza de la seguridad en la tenencia de la tierra, y de esta manera dotarlas de los servicios públicos de agua potable, drenaje y alcantarillado, alumbrado público, pavimentación de calles, guarniciones y banquetas. De manera especial se atenderá el rescate del Lago de Valsequillo, ejecutado por el Gobierno del Estado.

En el subtítulo Polígono de Regularización de Tenencia de la Tierra se habla sobre la incorporación de los Asentamientos Humanos Irregulares al Desarrollo Sustentable el cual pretende; Promover la participación y responsable de los sectores privado y social, en la dotación de los servicios urbanos requeridos.

## 2.9 Programa para Regularizar Asentamientos Humanos Irregulares (2019)

Este programa tiene como objetivo principal contribuir a promover el desarrollo urbano, el ordenamiento y la planeación territorial como articuladores del bienestar de las personas y el uso eficiente del suelo, mediante el otorgamiento de apoyos para los hogares poseedores de lotes ubicados en asentamientos irregulares, además de regularizar la propiedad de dichos lotes y tener acceso a los servicios básicos.

## 2.10 Conclusión

Las leyes y normas mencionadas en este capítulo, en sus diferentes niveles (internacional, nacional, estatal y municipal) están relacionadas a la dotación de un servicio digno de agua y saneamiento, promoviendo aspectos como, la accesibilidad general, la inclusión espacial, fomentación y apoyo de acciones para el beneficio los servicios y el derecho al agua, la salubridad del espacio, prevención de enfermedades y mitigación de riesgos por inundaciones. Sin embargo, para los asentamientos informales los marcos reglamentarios no simbolizan el apoyo efectivo que estos deberían. En estas leyes los derechos a servicios básicos para asentamientos informales suelen ser generalizadas e incluso ambiguas. De tal modo, la implementación, mejora y la consolidación de los servicios básicos de agua y saneamiento se ve obstaculizada por tecnicismos. Por ejemplo, se mencionan artículos relacionados con la ampliación y dotación de servicios básicos, distribución y participación racional-sustentable. Sin embargo, estos no son concluyentes con respecto a los asentamientos irregulares.

Aquellas viviendas identificadas en zonas marginadas están expuestas a condiciones que les impiden disponer de una vida saludable, digna y prospera. Estas personas al igual que las personas que viven en ciudades consolidadas tienen el derecho de acceder al agua potable, a un drenaje pluvial y sanitario digno y funcional, estos asentamientos necesitan ser considerados para percibir acciones por parte del gobierno o iniciativa privada que promuevan la implementación y consolidación de servicios básicos, especialmente en materia de agua y saneamiento.

Es notorio que ciertos artículos de los documentos legislativos y normativos están inclinados a los asentamientos urbanos consolidados, pues estos son concretos y concluyentes. Es importante considerar la creación y reestructuración de ciertos artículos que incluyan y hagan referencia a los asentamientos irregulares y a sus necesidades como asentamientos parte de la sociedad.



3

ANÁLISIS DE LA  
COLONIA CUITLÁHUAC

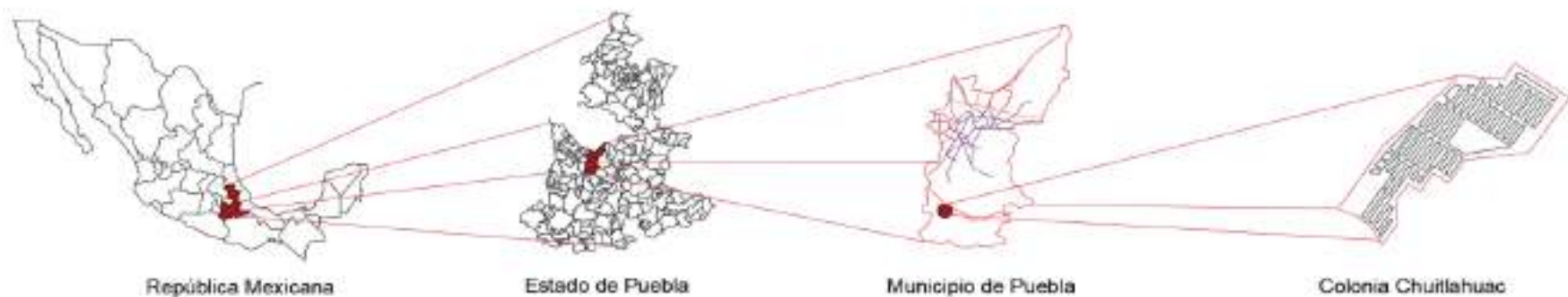
---

### 3.1 Características Generales de la Zona de Estudio.

La colonia Cuitláhuac se fundó en el año 2010, en ella reside un aproximado de 400 habitantes a partir de datos obtenidos de Silverio (2020), cuenta con una superficie de 21.20 hectáreas. Su traza urbana es de tipo ortogonal constituida por 12 avenidas y 6 calles, fraccionada en 50 manzanas de las cuales, 35 están divididas en 754 lotes, las 15 manzanas restantes aún no se lotifican debido al declive en la demanda del territorio.

La zona de estudio esta ubicada al suroriente de la ciudad de Puebla, colinda con la colonia Tlacaélel al suroriente y con la laguna de San Baltazar al norte, se comunica a través de la carretera Santa María Malacatepec – Gpe Victoria al sur y al oriente con la carretera a Tepozoa. Sus coordenadas geográficas son 18°55'55.8"N 98°15'31.5"O.

## Ubicación de la Colonia Cuitláhuac



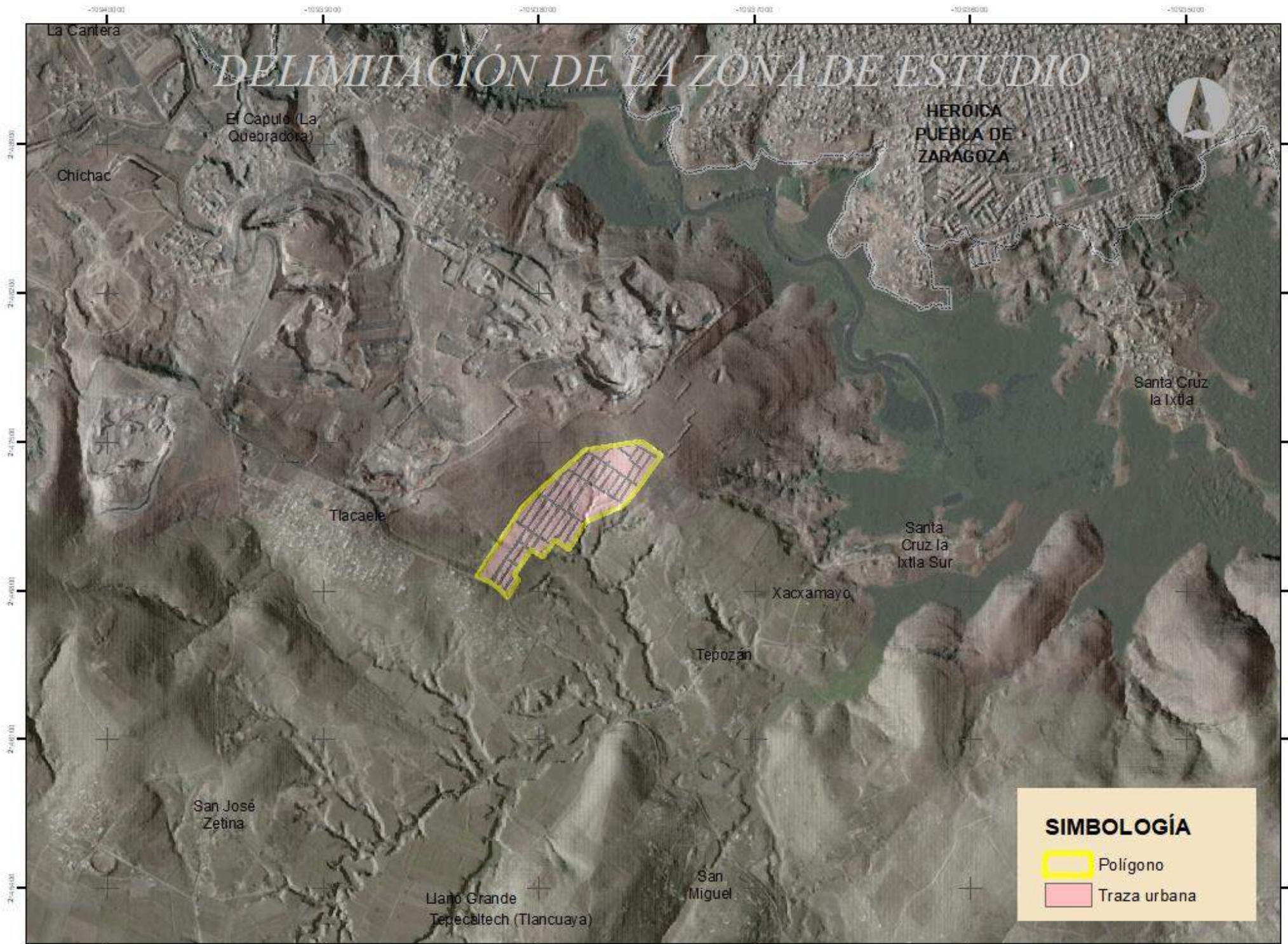
*Plano No. 1 ubicación de a colonia Cuitláhuac. Elaboración propia.*

### 3.1.1 Delimitación de la Zona de Estudio



El polígono de estudio se determinó a través al medio físico-construido actual de la colonia Cuitláhuac, de elementos que delimitan propiedades privadas externas y elementos naturales adyacentes (torreteras, barrancas y desniveles).

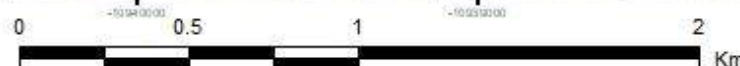
En esta ocasión el área de estudio no será zonificada y se interpretara como una unidad debido a que todas las manzanas fraccionadas comparten mismo déficit de servicios básicos (agua y saneamiento). Sin embargo, es importante mencionar que ciertas manzanas representan mayor vulnerabilidad que otras. (Observar mapa No. 1)

# DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



**SIMBOLOGÍA**

-  Polígono
-  Traza urbana

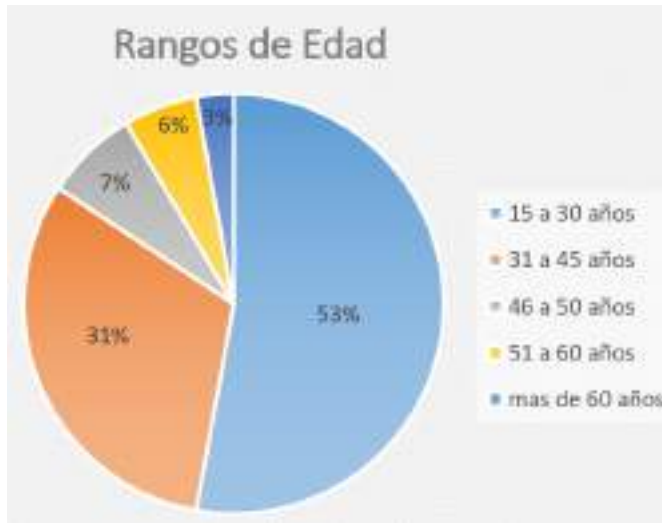


Mapa No.1 Delimitación de la zona de estudio.

Elaboración propia con datos del INEGI

### 3.1.2 Aspectos Demográficos

De acuerdo con datos estadísticos recabados por Silverio (2020) de una muestra de 70 habitantes encuestados descubrió que un 53% de los habitantes de la colonia Cuitláhuac se encuentra en el rango de edad de entre los 15 a 30 años, mientras que el 31.4% de 31 a 45 años (observar grafica No. 1)



Grafica No. 3 Rangos de Edad. Silverio (2020) La Movilidad en Asentamientos Irregulares, un asunto relegado. El Caso de la Colonia Cuitláhuac, Municipio de Puebla" M.S.

### 3.1.3 Aspectos Socioeconómicas

Del total de la muestra poblacional recabada por Silverio (2020) el 57% es población económicamente activa, mientras que el 43% es población no remunerada.

De la PEA total el 46% son obreros, el 6% profesionistas o tienen desempeñan algún oficio, 4% son empleados y estudiantes a la vez y el 1% es comerciante. La población económicamente activa percibe en sus niveles salariales un promedio de \$3,000 pesos. Con respecto a la población no remunerada el 34% de los encuestados se dedica al hogar y 9% son estudiantes en nivel medio y superior.

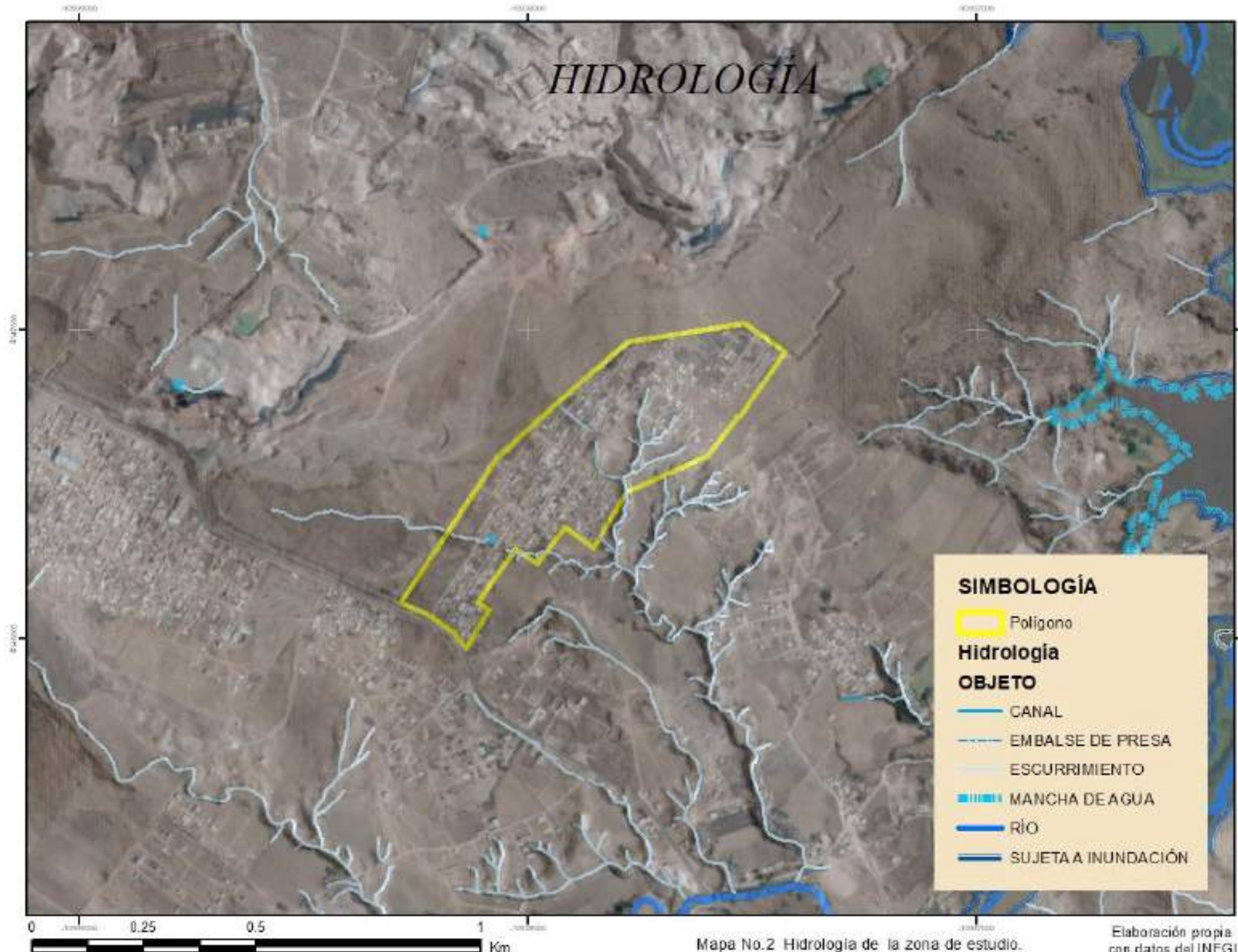
## 3.2 Caracterización de los Elementos del Medio Natural

### 3.2.1 Hidrología

Dentro del polígono de estudio existe una cantidad considerable de escurrimientos y manchas de agua intermitentes (*observar mapa No. 1, Cuencas hidrológicas*) que fluyen durante las épocas de lluvia. No existe ningún cuerpo de agua perenne dentro del área poligonal. Sin embargo, la laguna de Valsequillo se encuentra aproximadamente a 745m de la zona de estudio. Por lo tanto, encontrar un alto número de escurrimientos y manchas de agua dentro del polígono es lógico.

La presencia de una gran cantidad de escurrimientos hidrológicos en un asentamiento humano como lo es la colonia Cuitláhuac pueden representar ciertas amenazas como; inundaciones en espacios públicos y casa habitación, desborde de fosas septicas, erosión en espacios públicos veredas y caminos, aparición de nuevas barrancas y torrenteras.

# HIDROLOGÍA



**SIMBOLOGÍA**

- Polígono

**Hidrología**

**OBJETO**

- CANAL
- EMBALSE DE PRESA
- ESCURRIMIENTO
- MANCHA DE AGUA
- RÍO
- SUJETA A INUNDACIÓN

0 0.25 0.5 1 Km

Mapa No.2 Hidrología de la zona de estudio.

Elaboración propia con datos del INEGI

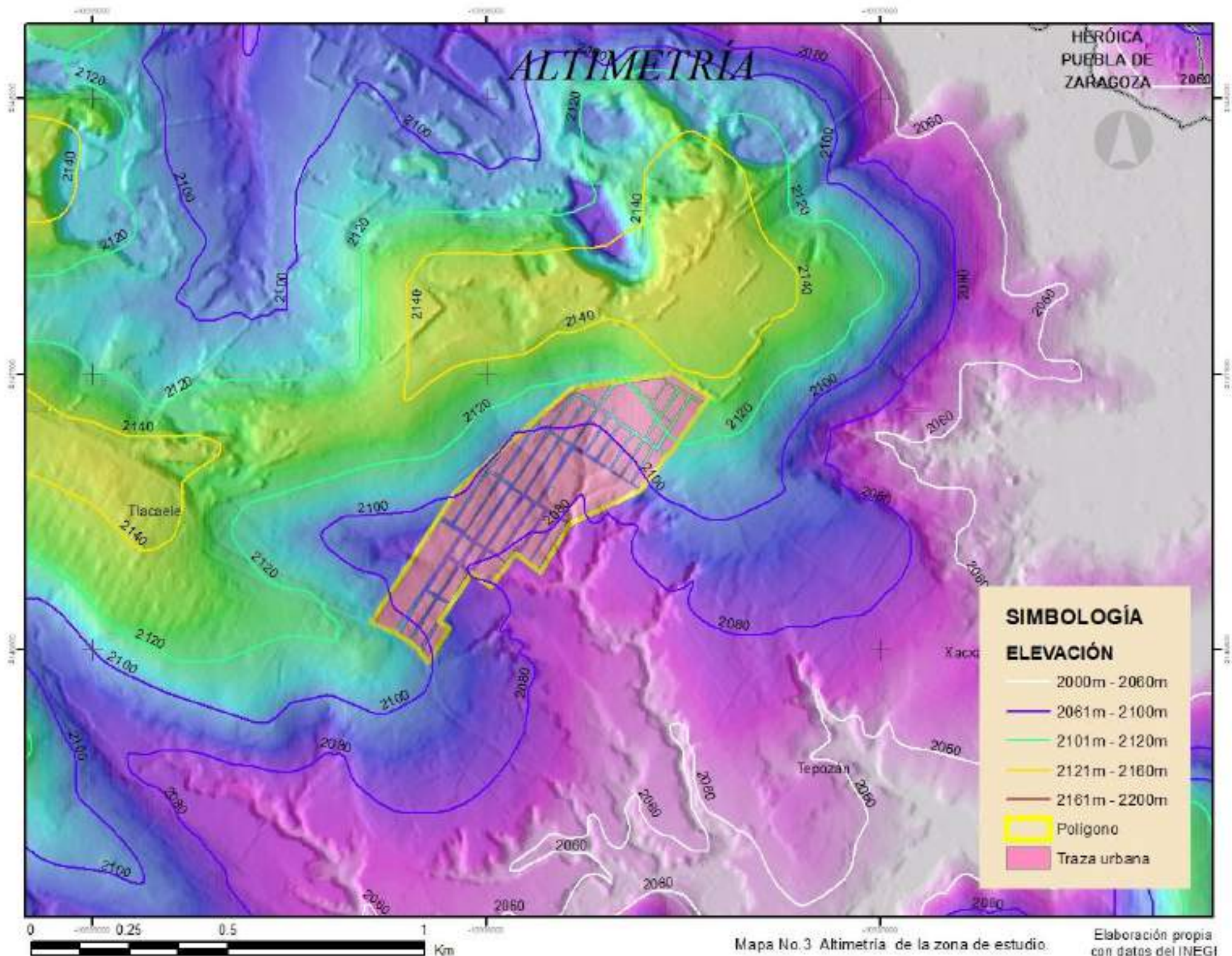
### 3.2.2 Altimetría

Las curvas altimétricas representadas en el mapa No. 5 cuentan una separación de entre 100m y 700m una con otra.

El porcentaje de pendiente es un criterio que nos permite determinar las aptitudes del terreno. De esta forma podemos conocer si el terreno es apto para el desarrollo de un asentamiento humano. De acuerdo con Oseas T. (1992) para calcular el porcentaje de la pendiente en alguna zona de estudio se deberá aplicar la siguiente expresión "*Porcentaje de la Pendiente es igual a Altura/Base\*100*" donde el porcentaje de pendiente de la colonia Cuitláhuac es igual al 20%, de acuerdo con el siguiente cálculo:

$$20\text{m}/100\text{m}=0.2 \text{ donde } 0.2*100= 20\%.$$

De acuerdo con Oseas T. (1992) si un terreno cuenta con una pendiente de entre 10%-25% la zona se identifica como accidentada debido a la variabilidad de pendientes, terrenos de este tipo presenta dificultades para los asentamientos humanos pues la planeación de redes de servicio, vialidades y edificación se pueden tornar más costosas de lo normal.



### 3.2.3 Clima y Temperatura

De acuerdo con el Atlas de Riesgo del Municipio de Puebla el tipo de clima dominante en la colonia Cuitláhuac es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, la lluvia aumenta en esta temporada debido a tres factores; la formación de nubes orográficas, el movimiento convectivo y por la aportación de humedad de los sistemas tropicales.

Al Sur del municipio de Puebla (región que abarca la zona de estudio) el clima es de tipo  $Cb(w0)(w)$ , caracterizado por ser el más seco de los templado subhúmedo; con régimen de lluvias de junio a septiembre con 150mm de precipitación, una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual promedio 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.

### 3.2.4 Vientos Dominantes

Los patrones de vientos superficiales en el municipio de Puebla tienden a ser irregulares a lo largo del año de acuerdo con el Atlas de Riesgos del Municipio de Puebla. Se generan características topográficas que conforman un valle abierto de NNE a SSO.

La velocidad promedio anual oscila entre 4.3 km/h y 29.5 km/h siendo los vientos con dirección ENE (Este – Noreste) los que presentan la velocidad mayor promedio al año, el 85% de las corrientes de aire vienen en el sentido NNE.

Las máximas velocidades oscilan entre 19.8 km/h del NNW (Nor-Noroeste) y 56.2 km/h del NW (Nor-Oeste), el resto de los puntos cardinales presentan vientos de igual intensidad que van desde los 21.7 km/h los 43.4 km/h. Los vientos máximos que se presentan en el municipio no rebasan velocidades los 56,2 km/h, por lo que no llega al valor mínimo considerado por la escala Fujita, que pueda generar alguna afectación en construcciones.

### 3.2.5 Suelo

#### **Edafología**

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI fue posible identificar que el tipo de suelo predominante en la zona de estudio es el cambisol; Los cambisoles pertenecen al grupo de suelos expansivos, son suelos de textura fina y principalmente arcillosos, cuentan con la capacidad de absorber agua y retenerla expandiéndose durante el proceso y contrayéndose al cercarse. Estos suelos frecuentemente producen rupturas en las redes de infraestructura a de agua, pluviales y sanitarias además de generar cuarteaduras en los edificios.

#### **Geología**

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI dentro de la zona de estudio predomina una mixtura, esto quiere decir que es un compuesto mezclado de rocas ígneas sedimentarias y metamórficas.

Según Bazant (1998) este tipo de suelos no presenta demasiadas complicaciones estructurales en las edificaciones, sin embargo, suelen presentarse complicaciones al momento de realizar excavaciones ya que existen rocas que pueden dificultar el proceso, su uso habitacional recomendable es de media o baja densidad

### 3.2.6 Vulnerabilidad y Riesgo

#### **Por Esgurrimientos y Manchas de Agua**

Dentro de esta investigación se consideran espacios vulnerables a aquellos sectores que se encuentren expuestos a inundaciones, deslaves o condiciones que pueden afectar a los habitantes, espacios privados o espacios públicos.



Ubicar las manchas de agua y esgurrimientos hidrológicos dentro de la zona de estudio nos permite identificar aquellas manzanas que son mayormente vulnerables ante las precipitaciones pluviales. Aquellos predios vulnerables ante los esgurrimientos pluviales y manchas de agua se determinan a través de un buffer de interacción entre los esgurrimientos y las manzanas.

En el Mapa No. 4 se representa la interacción entre esgurrimientos, manchas de agua, la red vial, los predios y el espacio público. El buffer de interacción está constituido por 5 anillos cada anillo tiene una separación de 10m, por lo tanto, aquellas zonas que se encuentran dentro del radio de 10m se consideran de mayor vulnerabilidad que las que se encuentran en el radio de 50m. Pudimos identificar un total de 19 manzanas de uso habitacional que se encuentran en la zona de mayor vulnerabilidad, además del polígono de espacio público y las vialidades.

# ALCANCE DE ESCURRIMIENTOS PLUVIALES








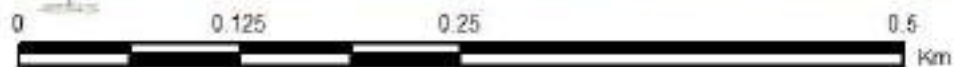
## SIMBOLOGÍA

-  Polígono
-  Traza urbana

## BUFFER

distance

-  10
-  20
-  30
-  40
-  50



Mapa No. 04 Alcance de los escurremientos  
pluviales en la zona de estudio

Elaboración propia  
datos INEGI

### 3.3 Caracterización del Medio Físico-Construido

#### 3.3.1 Estructura Urbana

La traza urbana de la colonia Cuitláhuac sigue en su mayoría la forma ortogonal (*Observar mapa No. Vialidades y Traza Urbana*), existen algunas manzanas de forma irregular debido a que aún no están lotificadas, sin embargo, representan una minia parte.

Es importante mencionar que de acuerdo con las condiciones topográficas de la zona, trazas de este tipo no son la mejor opción de diseño para manzanas y vialidades ya que las condiciones accidentadas del entorno natural pueden representar dificultades en la construcción y el traslado de los habitantes.

#### 3.3.2 Vialidades

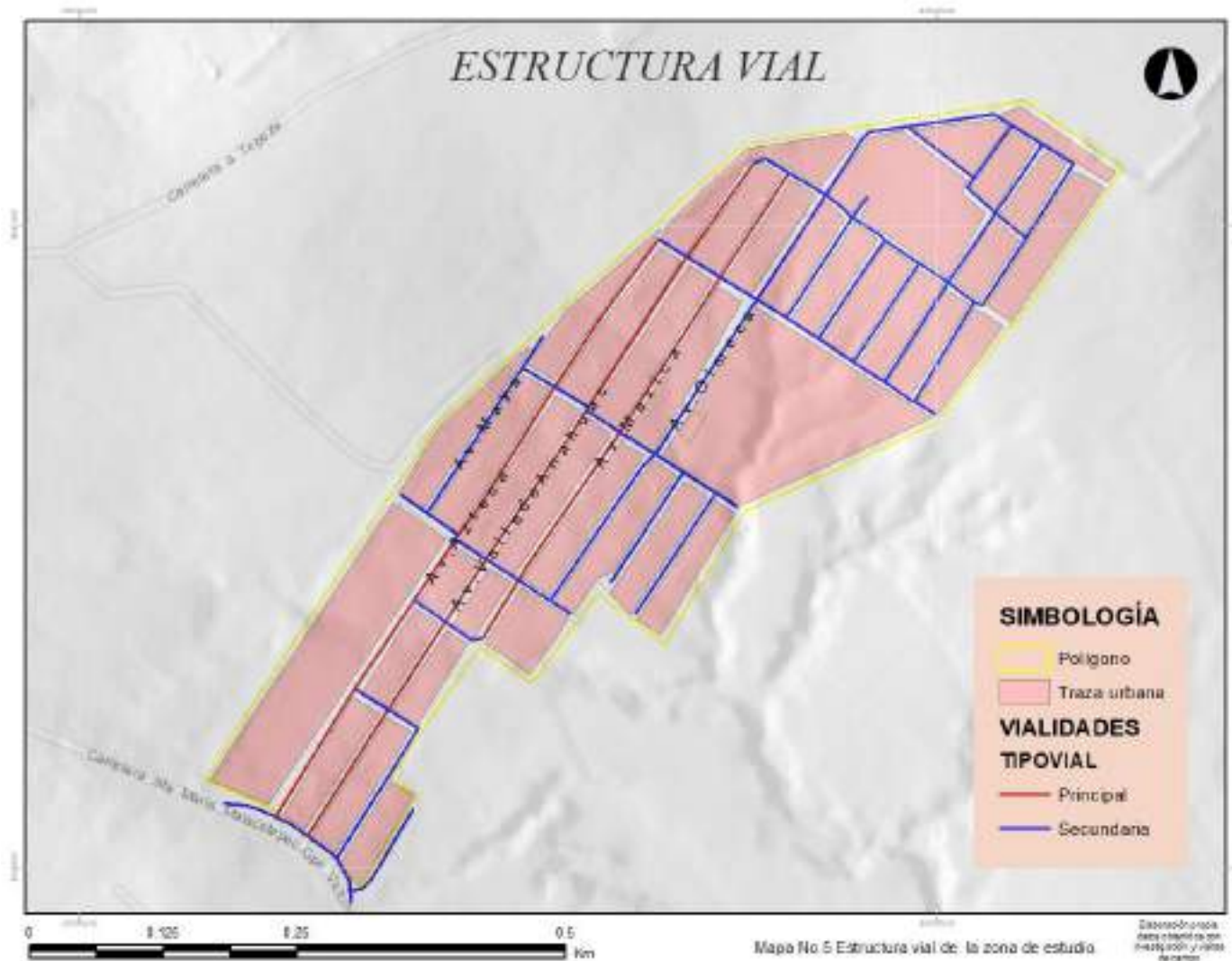
De acuerdo con Silverio (2020) La infraestructura vial dentro de la zona de estudio se compone de 12 avenidas y 6 calles, las avenidas Valle de Anáhuac, Azteca y Mexica son las vialidades de acceso principal dentro de la colonia Cuitláhuac y las de mayor circulación. Estas tres avenidas conectan con la carretera Sta. María Malacatepec. (*observar mapa No. 5 Estructura vial*).



*Imagen No. 1 Acceso principal, Avenida valle de Anáhuac. Captura propia*

Gracias al trabajo en campo identificamos que el acceso a la zona de estudio es intrincado (foto No1), existen tres accesos en la colonia todos en condiciones precarias, las vialidades son poco transitables ya sea para vehículos motorizados, ciclistas y peatones, esto se debe a las pronunciadas inclinaciones y al estado actual de las calles (Foto No. 1)

La colonia Cuitláhuac cuenta con un 100% de calles sin pavimentar, así como un déficit total de aceras peatonales esto representa un factor riesgo para los transeúntes y todo aquel que circule dentro de la colonia.



### 3.3.3 Tendencias de Uso del Suelo

En este apartado se representan los usos naturales e inducidos por el INEGI de la región tangente y de la zona de estudio, con la finalidad de contextualizar la situación que precede a la colonia Cuitláhuac. Donde hoy se encuentra la colonia antes se desempeñaban actividades agropecuarias de tipo temporal, además existían pastizales inducidos (observar mapa No. 6).

La carta urbana de la ciudad de Puebla (2015) especifica que esta región no estaba destinada a ser urbanizada. Sin embargo, los habitantes de la colonia eligieron la región como punto para el desarrollo de su asentamiento.

# USOS DE SUELO

HERÓICA  
PUEBLA DE  
ZARAGOZA



Tlacaele

Tepozán

## SIMBOLOGÍA

- Polígono
- Traza urbana

## Usos de Suelo

### DESCRIPCIÓN

- AGRICULTURA DE TEMPORAL
- PASTIZAL INDUCIDO
- CUERPO DE AGUA



Mapa No.6 Usos del suelo en la zona de estudio.

Elaboración propia  
con datos del INEGI

### 3.3.4 Uso de Suelo

Dentro de la colonia Cuitláhuac el uso de suelo predominante es habitacional. Sin embargo, podemos encontrar otros usos definidos; existe un predio destinado a una oficina donde los líderes administrativos de la colonia desempeñan juntas y actividades de gestión, un predio destinado a uso público equipado únicamente con una plancha de concreto y porterías, se pueden encontrar alrededor de 4 comercios tipo miscelánea y dos verdulerías todos ubicados dentro de viviendas.

Al no tener acceso a puntos comerciales adecuados los habitantes se ven en la necesidad de abastecer sus necesidades en otros puntos fuera de la colonia. Cabe mencionar que a pesar de ser una zona que presenta características que permiten desarrollar la agricultura de forma óptima en los meses adecuados, esta actividad no se practica.

### 3.3.5 Crecimiento Histórico

La colonia Cuitláhuac durante sus inicios contaba con tan solo una hectárea de terreno y alrededor de 100 habitantes. Era de esperar que con el paso del tiempo la población, así como la superficie de la colonia incrementaran. El crecimiento más significativo de la colonia Cuitláhuac fue durante sus primeros años desarrollándose tangente a la carretera Santa María Malacatepec y a su avenida principal valle de Anáhuac.






Durante sus inicios al ser un asentamiento nuevo las personas que ahora son habitantes de la colonia consideraron que las condiciones de vida irían mejorando con el paso del tiempo debido a su cercanía con la ciudad de Puebla. Sin embargo, no fue así, ya que en los años más recientes los valores demográficos no han aumentado como en los años posteriores (Observar mapa No. 7). Esto se debe a diversos factores como la accesibilidad, carencia de equipamiento urbano y el déficit en infraestructura, principalmente.

# CRECIMIENTO HISTÓRICO



## SIMBOLOGÍA

### Crecimiento ANTIGÜEDA

-  2018
-  2016
-  2014
-  2012
-  2010



Mapa No. 7 Crecimiento histórico de la zona de estudio.

Elaboración propia.  
datos obtenidos con  
investigación y visitas

### 3.3.6 Vivienda

El caso de la vivienda en la colonia Cuitláhuac es caracterizado por la precariedad de la zona en general. Durante su existencia no ha sido censada por ningún tipo de organización federal por lo tanto los datos presentados en esta investigación fueron recopilados por investigadores independientes, miembros de la colonia y trabajo en campo.

#### **Tipología de vivienda**

Gracias al trabajo en campo pudimos identificar que la colonia Cuitláhuac al ser un asentamiento relativamente joven de tipo irregular, las viviendas no cuentan con las regulaciones de construcción apropiadas. La mayor parte de edificaciones presentan índices notorios de precariedad. (foto no 2)

Un número reducido de las viviendas dentro de la colonia aparentan estar concluidas, contar con estabilidad estructural y los requerimientos mínimos que garanticen seguridad para ser habitadas. Sin embargo, la mayor parte de las viviendas cuentan con los requerimientos mínimos para poder ser habitadas, se puede apreciar fácilmente durante el trabajo en campo un número considerable de viviendas en obra negra y gris que son habitadas.



*Foto No.2 Tipología de viviendas. Captura propia*

Las viviendas en su mayoría son unifamiliares, del tipo pareadas y semi aisladas. Al no contar con una planeación propia la distribución de estas es variable e inconsistente.

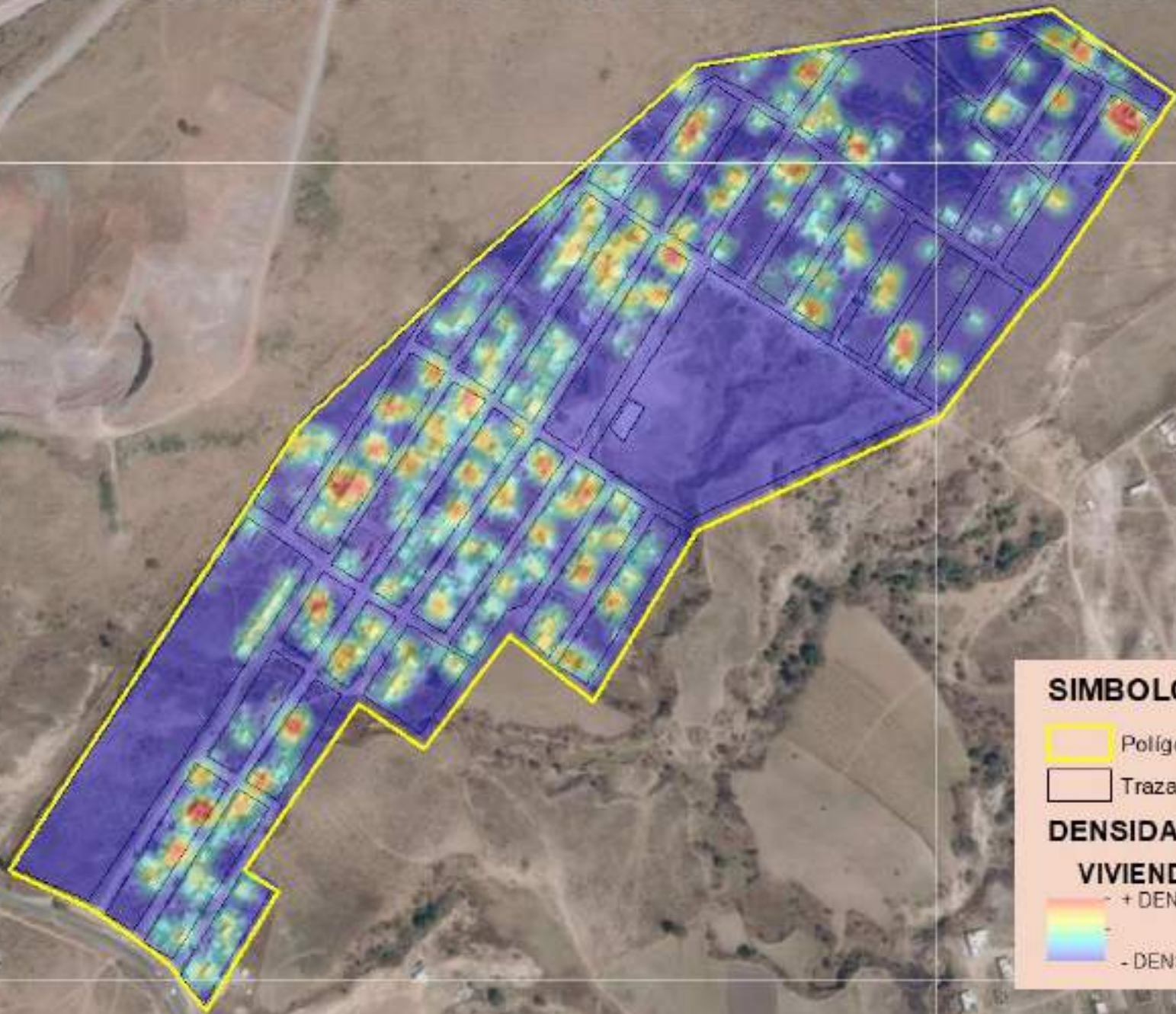
### **Concentración de Vivienda y Población**

Las viviendas se concentran mayormente en las regiones sur y centro, esto se debe a la conectividad con la carretera Sta Maria Malacatepec y a las condiciones topográficas de la zona (Observar mapa No. 8). El análisis de la concentración de vivienda nos permite identificar aquellas zonas que requieren de atención prioritaria de servicios básicos.

Las manzanas con mayor concentración de viviendas son 7, estas en su mayoría se concentran en la zona central de la colonia y en la salida a la carretera Santa María-Malacatepec, el máximo de viviendas que se puede encontrar en las manzanas ubicadas entre las calles Axayácatl y Moctezuma.

De acuerdo con INEGI (2020) la ciudad de Puebla tiene 61 habitantes por  $\text{km}^2$  es decir un habitante por cada  $16.39\text{m}^2$ . Tomando en cuenta que la superficie de la colonia Cuitláhuac es de  $212,000\text{m}^2$  y que cuenta con un aproximado de 400 habitantes a partir de datos obtenidos de Silverio (2020), podemos estimar que la zona de estudio tiene 1 habitante por cada  $530\text{m}^2$ , aproximadamente 32.33 veces más  $\text{m}^2$  por habitante que en la ciudad de Puebla. Por ende, podemos concluir que la concentración poblacional en la zona de estudio es relativamente baja, en comparación con la ciudad de Puebla.

# CONCENTRACIÓN DE VIVIENDA Y POBLACIÓN

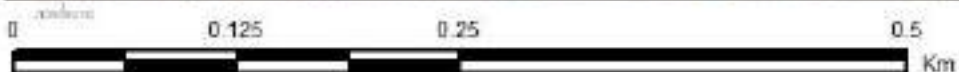


## SIMBOLOGÍA

- Polígono
- Traza urbana

## DENSIDAD DE VIVIENDA

- + DENSIDAD
- DENSIDAD



Mapa No. 08 Densidad de vivienda y población en la zona de estudio

Elaboración propia  
datos obtenidos en  
investigación y visitas  
de campo

### 3.3.7 Equipamiento Urbano

El equipamiento dentro de la colonia Cuitláhuac es casi nulo, únicamente cuentan con un espacio público; una plancha de concreto de 13m por 29m aproximadamente y una cancha de futbol de terracería consultar la fotografía No. 3. Sin embargo, las condiciones de este no son óptimas.

Además del espacio mencionado anteriormente la zona de estudio no cuenta con ningún otro tipo de equipamiento (instituciones públicas, de salud, educación, centros de abastecimiento, etc.) por lo que los habitantes se ven en la necesidad de salir de su colonia para acceder a estos servicios.



*Foto No.3 Equipamiento público de la zona de estudio. Captura propia*

## 3.4 Análisis de la Infraestructura Redes y Servicios Básicos

### 3.4.1 Electricidad

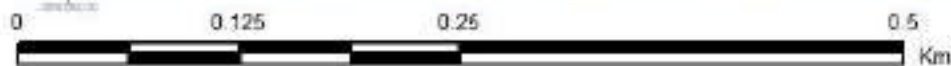
De acuerdo con Silverio (2020) el único servicio que se encuentra funcionando dentro de la zona de estudio es la red eléctrica. Sin embargo, la cobertura de este es deficiente, únicamente cubre el 60% de la superficie total de la colonia, en los sectores sur y centro, dentro del sector que cuenta con electricidad existen 3 manzanas que presentan fallas en el servicio, además de tener luminarias públicas defectuosas. Esto significa que solo el 86% de manzanas tienen acceso al servicio en óptimas condiciones. Con respecto al 40% ubicado en la zona norte de la colonia, presenta un déficit total del servicio (*observar mapa No. 9 Red Eléctrica*).

# RED ELÉCTRICA



**SIMBOLOGÍA**

-  Polígono
-  Traza urbana
-  POSTE DE LUZ
-  RED ELECTRICA



Mapa No.9 Red eléctrica en la zona de estudio.

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y visitas  
de terreno

### 3.4.2 Agua Potable

Con respecto a la red de agua potable, la colonia Cuitláhuac actualmente cuenta con un déficit total del servicio. Es importante mencionar que aun que no existe cobertura de la red de agua potable si existieron acciones para poder generarla. De acuerdo con Silverio (2020) en el año 2014 se iniciaron acciones para poder dotar a la población de este servicio, tales como la perforación para un pozo, con la finalidad de construir una torre de agua potable capaz de abastecer la demanda de agua potable dentro de la colonia Cuitláhuac y las colonias adyacentes (Tlacacl y Santa Cruz Ixtla) Sin embargo, tras concluir con la perforación, solo quedó el registro del yacimiento de agua y la obra quedo inconclusa.

Hasta la fecha no se ha vuelto tomar iniciativa para continuar con la construcción de la torre ni de la red de agua potable, por lo que los habitantes se han visto en la necesidad abastecer su demanda de agua potable a través camiones cisterna, encareciendo de manera significativa el servicio.

### 3.4.3 Drenaje Sanitario

La red sanitaria también tiene obras que le preceden, de acuerdo con Silverio (2020) en la colonia Cuitláhuac existen red de alcantarillado, acometidas, pozos de inspección. Estas únicamente cubren 50% de la superficie de la colonia en la región sur y centro. Sin embargo, al igual que la red de agua potable la obra quedo inconclusa e inutilizable ya que no hay ninguna conexión a una planta tratadora. Por lo tanto, ninguna de las viviendas tiene acceso a la red sanitaria.

# RED SANITARIA



**SIMBOLOGÍA**

-  Polígono
-  Traza urbana
-  RED SANITARIA



Mapa No.10 Red sanitaria en la zona de estudio.

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y vistas

## **Zonas Vulnerables por Fosas Sépticas**

Al no tener acceso a un sistema de drenaje los habitantes de la colonia Cuitláhuac implementaron sistemas de tratamiento poco convencionales (fosas sépticas) en sus viviendas.

De acuerdo con Guinot (2018) Las fosas sépticas son sistemas económicos que pueden funcionar como remplazo para la red sanitaria. Sin embargo, si estos no se mantienen adecuadamente pueden generar un olor intenso y fuerte en el ambiente, se puede fugar el gas metano generado por los residuos orgánicos, esto considerad como un factor de alto riesgo que puede ocasionar la muerte. Además, se pueden presentar desbordamientos en épocas de lluvia o cuando el nivel freático aumenta. Este tipo de sistemas, que además tienen un rendimiento de depuración muy bajo pueden convertirse fácilmente en foco de infecciones, malos olores y contaminación del suelo y el subsuelo.

Aquellos sectores que se encuentran cercanas a una fosa séptica que no cuentan con un mantenimiento apropiado, se consideran como vulnerables. De acuerdo con el trabajo en campo se identificaron puntos en la zona de estudio que son vulnerables a contaminación por fosas sépticas. Los rubros de identificación para estas zonas vulnerables fueron el aroma, antigüedad de la fosa, seguida por el número de usuarios que percibe y ubicación de la fosa.

# RIESGO POR FOSAS SÉPTICAS







21° 45' 00" N

105° 45' 00" W

21° 45' 00" N

105° 45' 00" W

**SIMBOLOGÍA**

-  Polígono
-  Traza urbana
- Riesgo por FS**
-  25m
-  20m
-  15m
-  10m
-  5m



Mapa No.11 Riesgo por fosas sépticas en la zona de estudio.

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y visitas

### 3.4.4 Drenaje Pluvial

El drenaje pluvial a diferencia de las redes anteriores no tiene obras o acciones formales que le precedan. Los habitantes han emprendido a través de sus propios medios acciones (excavación de zanjas) con la finalidad de redireccionar los escurrimientos y evitar inundaciones en casa habitación. Esta práctica no se ha desempeñado en todas las viviendas, ni ha funcionado apropiadamente en todas las viviendas donde se ha aplicado. Esto se debe a que algunas de las viviendas suelen ser más vulnerables que otras debido a su ubicación, por lo que requieren de acciones efectivas que mitiguen el problema.



En la Fotografía número cuatro podemos observar la jornada de los habitantes que intentaron contener y mitigar las inundaciones a través de sus propios medios, utilizando materiales propios del entorno (rocas) y herramientas de uso común (pico y pala).

*Foto No.4 Contención de escurrimientos pluviales en vivienda. Silverio (2020)*





# CONTENCIÓN DE ESCURIMIENTOS

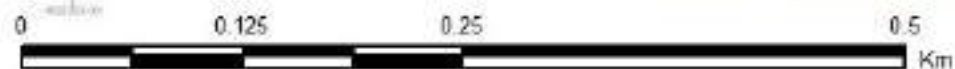


Carretera a Tepic

Carretera Sta. María Múscatepec - Sta. Victoria

## SIMBOLOGÍA

-  Polígono
-  Traza urbana
-  CONTENCIÓN
-  ESCURRIMIENTOS



Mapa No.12 Contención de escurimientos en la zona de estudio.

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y vistas  
de campo

### 3.5 Síntesis Diagnóstica

La colonia Cuitláhuac, es un asentamiento relativamente joven, podemos observar que la población predominante está constituida por habitantes jóvenes(15 a 30 años). Cuenta con elementos notorios que la caracterizan como un asentamiento irregular de acuerdo con los estándares de ON-Hábitat (2017).

Respecto a las condiciones físico-naturales del entorno; estas no son favorables para la implementación y funcionamiento de la infraestructura de agua y saneamiento, debido a las características geológicas, así como las inclinaciones topográficas del entorno. Ya que estas representan complicaciones y costos extra durante la implementación y el funcionamiento de la infraestructura de agua y saneamiento.

El diagnóstico nos permite identificar que la tipología de vivienda predominante en la zona de estudio es precaria; esto se convierte en un factor que aumenta la vulnerabilidad de quien la habita, pues su exposición ante los elementos naturales es mayor. Aunque algunas de las viviendas se encuentran cerca de los escurrimientos y manchas de agua, la mayoría se concentra en zonas relativamente seguras donde las afecciones son mínimas. Es importante mencionar que el espacio público de la colonia si se ubica en una zona altamente expuesta a inundaciones.

Las condiciones de la infraestructura de la zona de estudio en general son rudimentarias y deficientes; únicamente cuentan con luminarias públicas y red eléctrica, pero esta no opera en óptimas condiciones. Con respecto a las características actuales de la infraestructura de agua y saneamiento; es importante señalar que la red de agua potable y drenaje sanitario está constituida de elementos imperfectos y poco eficientes. Sin embargo, estas están inconclusas y hasta el momento son inaprovechables.

An aerial photograph of a rural landscape. The foreground is a dry, yellowish-brown field. In the middle ground, there is a cluster of small, simple buildings, possibly a village or farmstead. The background consists of rolling hills and mountains under a clear blue sky with some light clouds. A purple rectangular overlay is positioned in the lower right quadrant, containing the number '4' and the text 'PROPUESTA DE INTERVENCIÓN'.

4

PROPUESTA DE  
INTERVENCIÓN

El desarrollo de esta propuesta de intervención está orientado a responder a las problemáticas identificadas durante el análisis diagnóstico previamente realizado, enfocándonos en la implementación de sistemas alternativos de infraestructura para prevención de riesgos por inundación, abastecimiento de agua potable para uso doméstico y saneamiento, basados en el uso de tecnologías alternativas. Es importante contemplar sistemas que tengan la capacidad de integrar y reutilizar la infraestructura previamente identificada dentro de la zona de estudio y de aprovechar las condiciones físico-naturales del entorno para conseguir una mejora en el funcionamiento.

Proyectar la propuesta desde un enfoque resiliente nos permite plantear sistemas que se acoplen a las condiciones actuales y futuras de la zona de estudio, garantizando su funcionamiento para las generaciones futuras. El aprovechamiento de los recursos pluviales, así como de las condiciones físico-naturales permitirán que la propuesta cuente con características sustentables. Contemplar sistemas integrales capaces de colaborar el uno con el otro nos permitirá ahorrar recursos económicos, esfuerzos de gestión y edificación, así como la reutilización de la infraestructura ya existente en la zona de estudio.



Tabla No. 4 Objetivos centrales para la propuesta de intervención. Elaboración propia

## 4.1 Estructura de Propuesta

La propuesta está estructurada por un eje principal que a su vez se desglosa en dos vertientes secundarias. Integradas entre si actúan como sustento fundamental para poder alcanzar los objetivos de esta investigación; originar un sistema de captación y reutilización de agua pluvial que al mismo tiempo actúe como infraestructura para la prevención y mitigación de inundaciones, además de un sistema de saneamiento de aguas residuales. estos a la vez están proyectados desde un enfoque integral y sustentable para conseguir que sean accesibles y de calidad para los habitantes de la colonia Cuitláhuac.



### ***1. Infraestructura de agua y saneamiento basada en un enfoque integral y sustentable***

#### ***1.1 Sistema de captación de agua pluvial y prevención de riesgos por inundación***

#### ***1.2 Sistema de saneamiento para aguas residuales***

## 4.2 Infraestructura de Agua y Saneamiento Basada en un Enfoque Integral y Sustentable

La prestación de servicios de agua y saneamiento de calidad, de acuerdo con Reyna (2011) no debería percibirse como una prioridad solo para los entornos altamente urbanizados, los asentamientos irregulares generalmente establecidos en zonas marginadas también merecen ser acreedores de este tipo de servicios. Sin embargo, la implementación de estos se ve obstaculizada debido a las características propias de cada asentamiento, generalmente la falta de capacidad técnica y económica para gestionar recursos suelen ser los obstáculos más recurrentes.

Los servicios de agua y saneamiento son esenciales para el desarrollo prospero de un asentamiento humano, no contar con estos puede generar diversas afecciones a la salud, economía, entre otras cuestiones. Consideramos que es importante diseñar sistemas de infraestructura de agua y saneamiento bajo un enfoque integral, resiliente y sustentable, tomando en consideración las características específicas del entorno. Es por lo que la idea principal de la propuesta consiste en generar dos sistemas; uno independiente (saneamiento) y dos integrados (captación de agua pluvial-prevencción de riesgos por inundaciones) con la finalidad de abastecer las necesidades básicas de la colonia Cuitláhuac.

### **Los elementos que formaran parte de la propuesta son:**

- Sistema de captación y conducción de escurrimientos ubicados en el polígono de la colonia.
- Sistema de retención y almacenamiento del recurso pluvial dentro del Polígono público.
- Red sanitaria ubicada en el polígono de la colonia

# Infraestructura de Agua y Saneamiento Basada en un Enfoque Integral y Sustentable

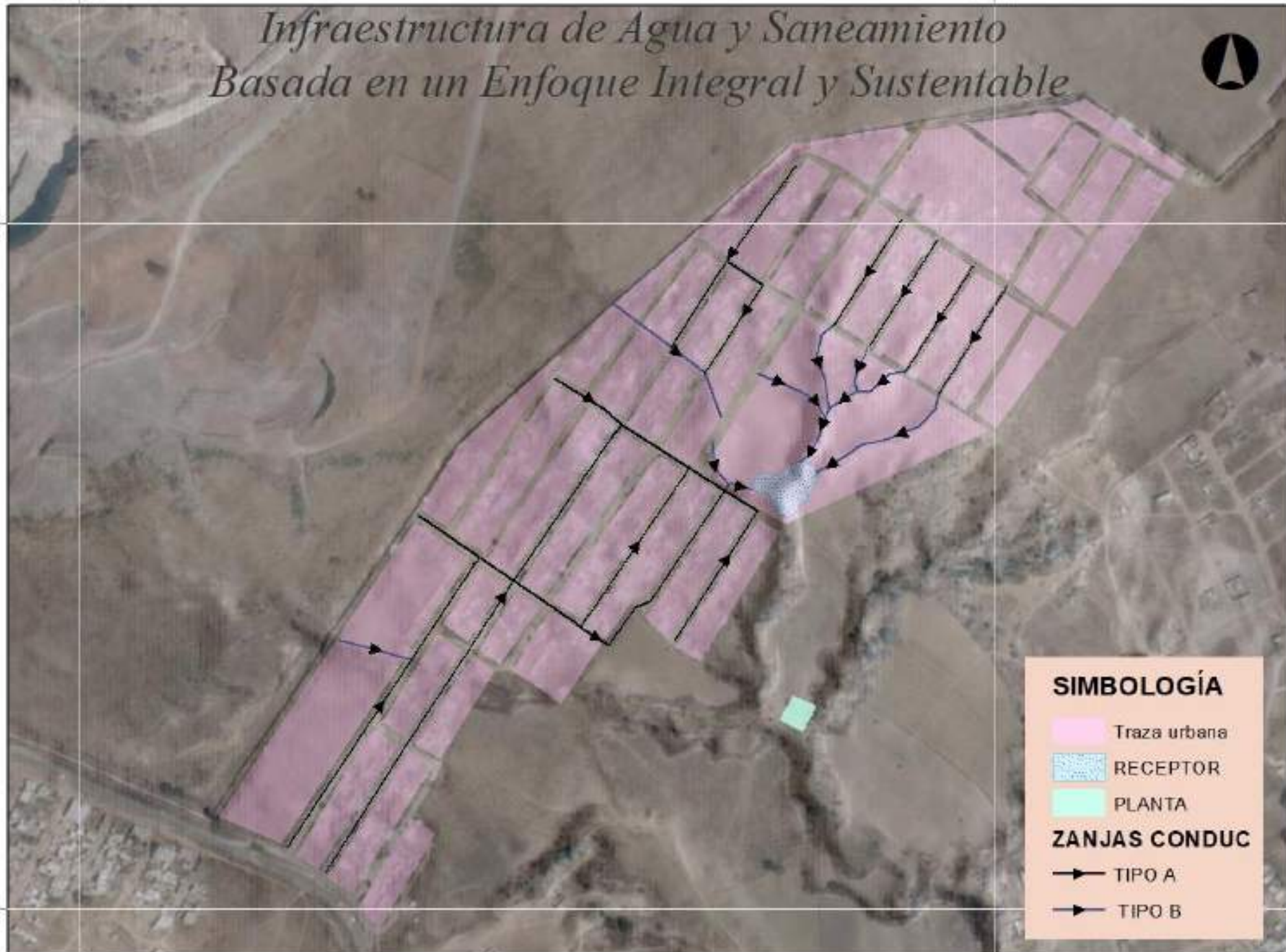


42° 50' 00" W

42° 50' 00" W

21° 45' 00" S

21° 45' 00" S



**SIMBOLOGÍA**

- Traza urbana
- RECEPTOR
- PLANTA

**ZANJAS CONDUC**

- TIPO A
- TIPO B



Mapa No. 17 Infraestructura de Agua y Saneamiento Basada en un Enfoque Integral y Sustentable

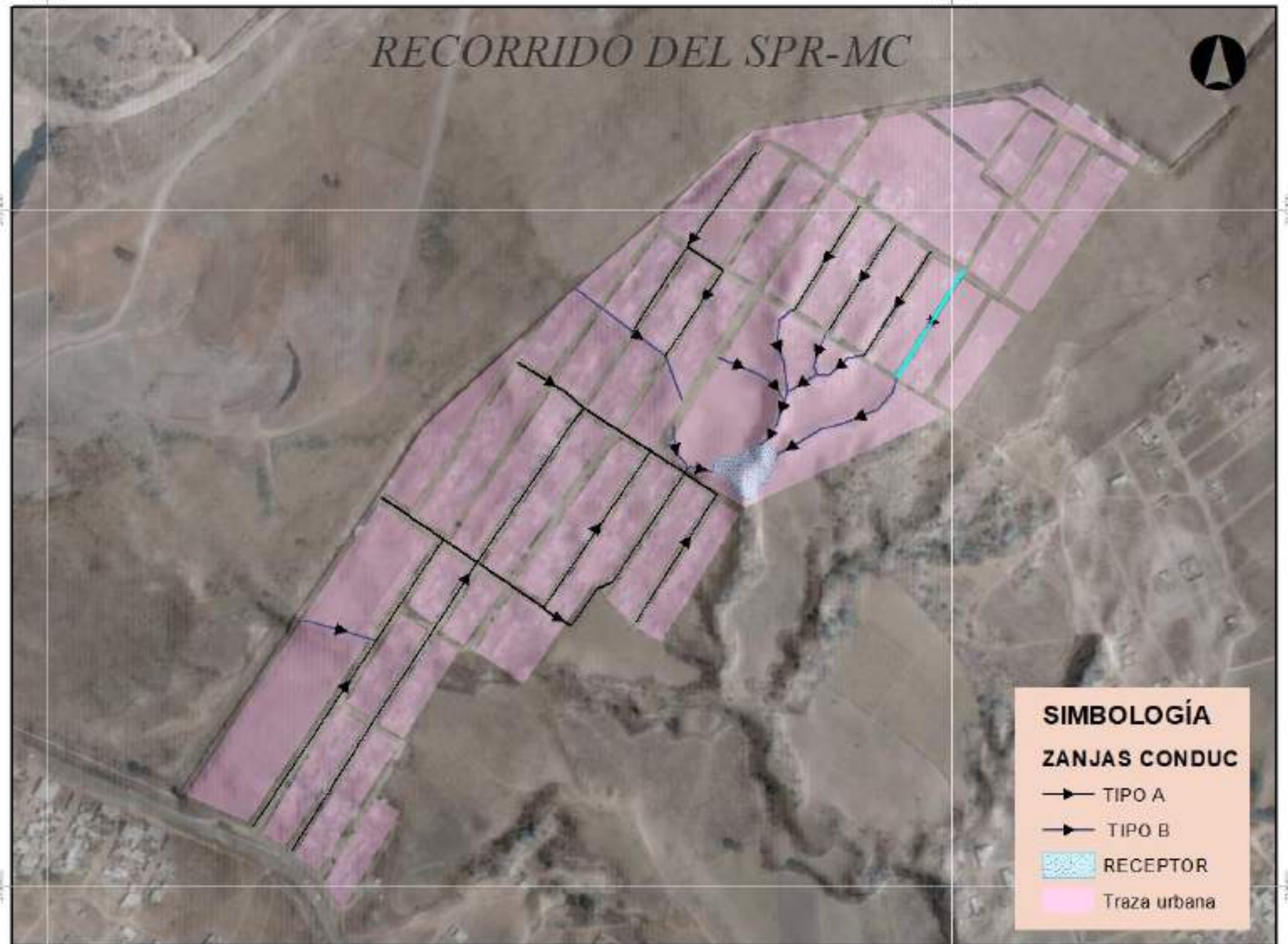
Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y visitas  
de campo

### 4.2.1 Sistema de Captación de Agua Pluvial y Prevención de Riesgos por Inundación

El sistema integral de captación de agua pluvial y prevención de riesgos por inundación tiene como propósito aprovechar el recurso hídrico pluvial; con la finalidad de abastecer la demanda de agua potable de uso doméstico en la zona de estudio, motivar un comportamiento sustentable, propiciar el aprovechamiento responsable y equitativo del recurso hídrico. Además de contener los escurrimientos pluviales, para mitigar el riesgo por inundación en casa habitación; se implementarán acciones en materia de infraestructura para captación de agua pluvial, contención de escurrimientos pluviales, almacenamiento y filtración del recurso hídrico pluvial.

Todo esto basado ante los lineamientos de un enfoque integral y sustentable aplicado a la infraestructura de agua potable y drenaje pluvial. Sustentado en las leyes y normativas técnicas que den respaldo a la propuesta de acuerdo con los resultados del análisis realizado en capítulos anteriores.

# RECORRIDO DEL SPR-MC



## SIMBOLOGÍA

### ZANJAS CONDUC

—▶ TIPO A

—▶ TIPO B

RECEPTOR

Traza urbana



Mapa No. 14 RECORRIDO DEL SPR-MC

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y visitas

#### 4.2.1.1 Sistema de prevención de riesgos y macrocaptación

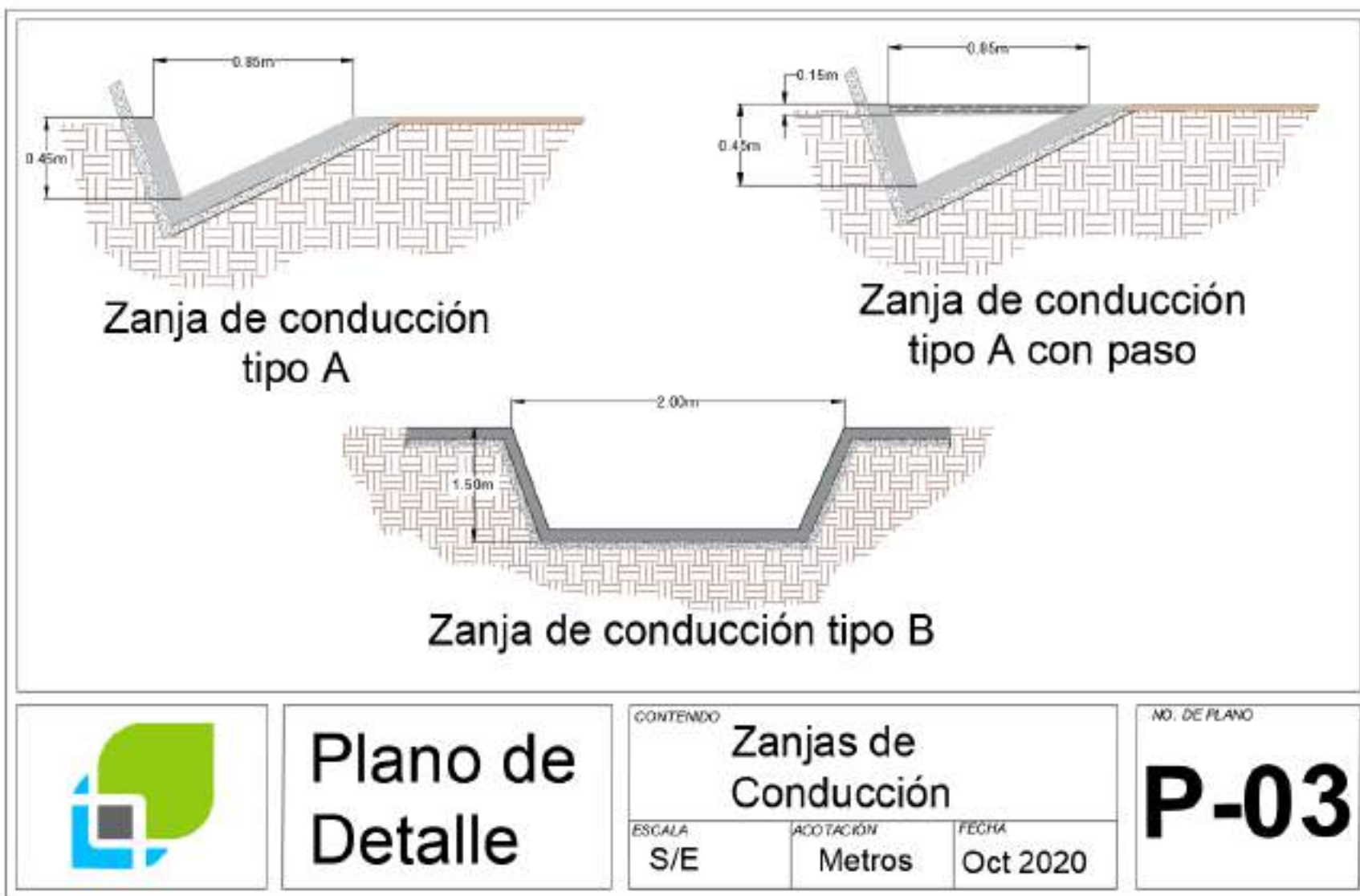
De acuerdo con Doménech (2014) Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su objetivo es el manejo, control y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las edificaciones, calles y avenidas, veredas, jardines, etc. El propósito de ese es evitar la acumulación o concentración de agua pluvial. De este modo se mitigan las inundaciones, daños a materiales y humanos.

El sistema de prevención de riesgos y macrocaptación (SPR-MC), es un sistema unificado que tendrá como objetivo contener, captar y conducir los escurrimientos pluviales dentro de la zona de estudio. Las acciones de intervención en materia del SPR-MC están enfocadas en los puntos donde fluyen los escurrimientos pluviales y otras zonas propensas a inundación. Se plantea una intervención en las calles, avenidas y manzanas por donde atraviesan e intervienen los escurrimientos pluviales. Se propone emplazar zanjas de conducción o "drenaje



*Perspectiva No. 2. Zanjas de conducción tipo 'A'. Elaboración propia.*

cuneta” para captar, dirigir y controlar los escurrimientos de forma segura, orgánica y eficiente. Es importante mencionar que se necesitara implementar dos tipos de zanjas de conducción (consultar plano No. 03) ya que en algunos puntos de la colonia el flujo de los escurrimientos es mayor debido a las condiciones físico-naturales; los escurrimientos que requieren de zanjas de conducción que contenga un caudal mayor son los perpendiculares a las manzanas de la zona de estudio, estos se ubican del lado oeste y dentro del polígono público. (consultar mapa No. 14)



Elaboración propia con datos del Manual de Drenaje: Hidrología, hidráulica, y drenaje. (2009)

De acuerdo con Ponce (2018) las dimensiones mínimas determinadas para una zanja de conducción para climas subhúmedos, ubicadas a un costado de las vías transitables son de 0.45m de profundidad por 0.85m de ancho. Para escurrimientos con flujos altos se considera una profundidad de 1.50m por 2.00m de ancho.



*Perspectiva No. 3. Zanjas de conducción tipo 'B'. Elaboración propia.*

Al implementar las zanjas de conducción es importante contemplar que las condiciones de circulación se pueden ver afectadas ya que estos elementos podrían impedir el tránsito vehicular y complicar el tránsito peatonal, es por lo que se pretende implementar elementos que permitan continuar con el recorrido de los transeúntes (consultar plano No. 3), ubicados en los puntos necesarios con la finalidad de no afectar el tránsito de los pobladores de la colonia Cuitláhuac; practica que ya se ha llevado a cabo por los habitantes.

Acciones por realizar:

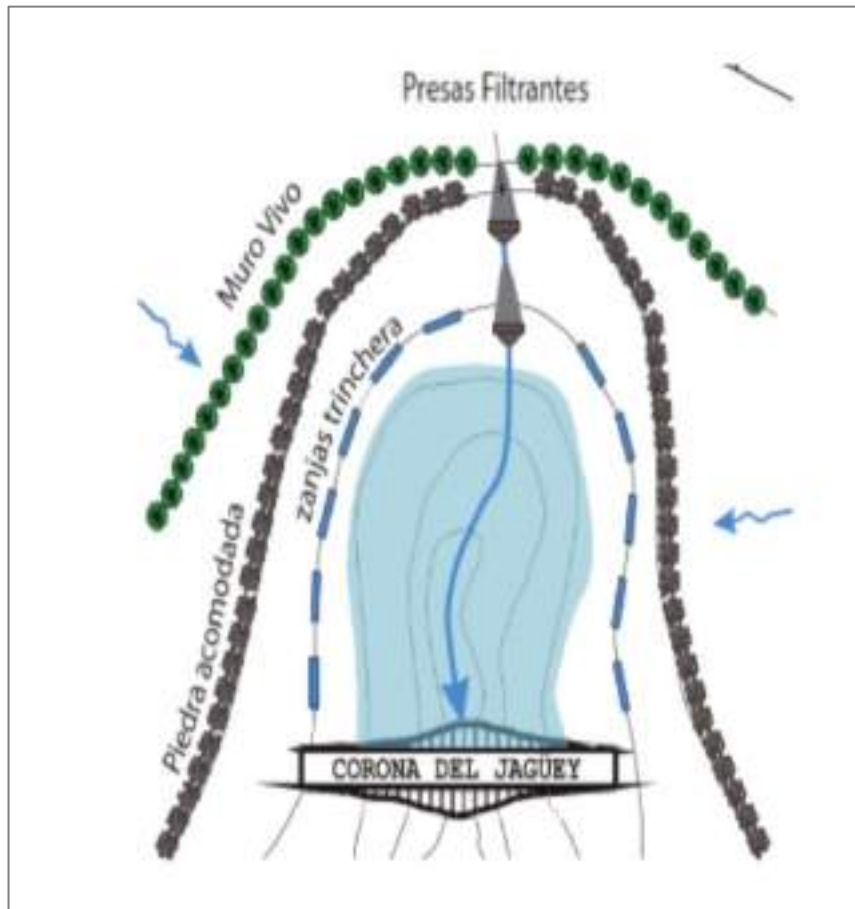
- Habilitar la zona en general para realizar la obra e implementación de las zanjas de conducción
- Pasos seguros como rampas de acceso para en casa habitación y vialidades garantizando un espacio contiguo y seguro
- Instalar elementos de protección para transeúntes (vehicular y peatonal)
- Informar y concientizar a la población de la zona de estudio, sobre la importancia de las zanjas de conducción

#### 4.2.1.2 Sistema de almacenamiento de agua pluvial y de filtración

##### **Jagüey**

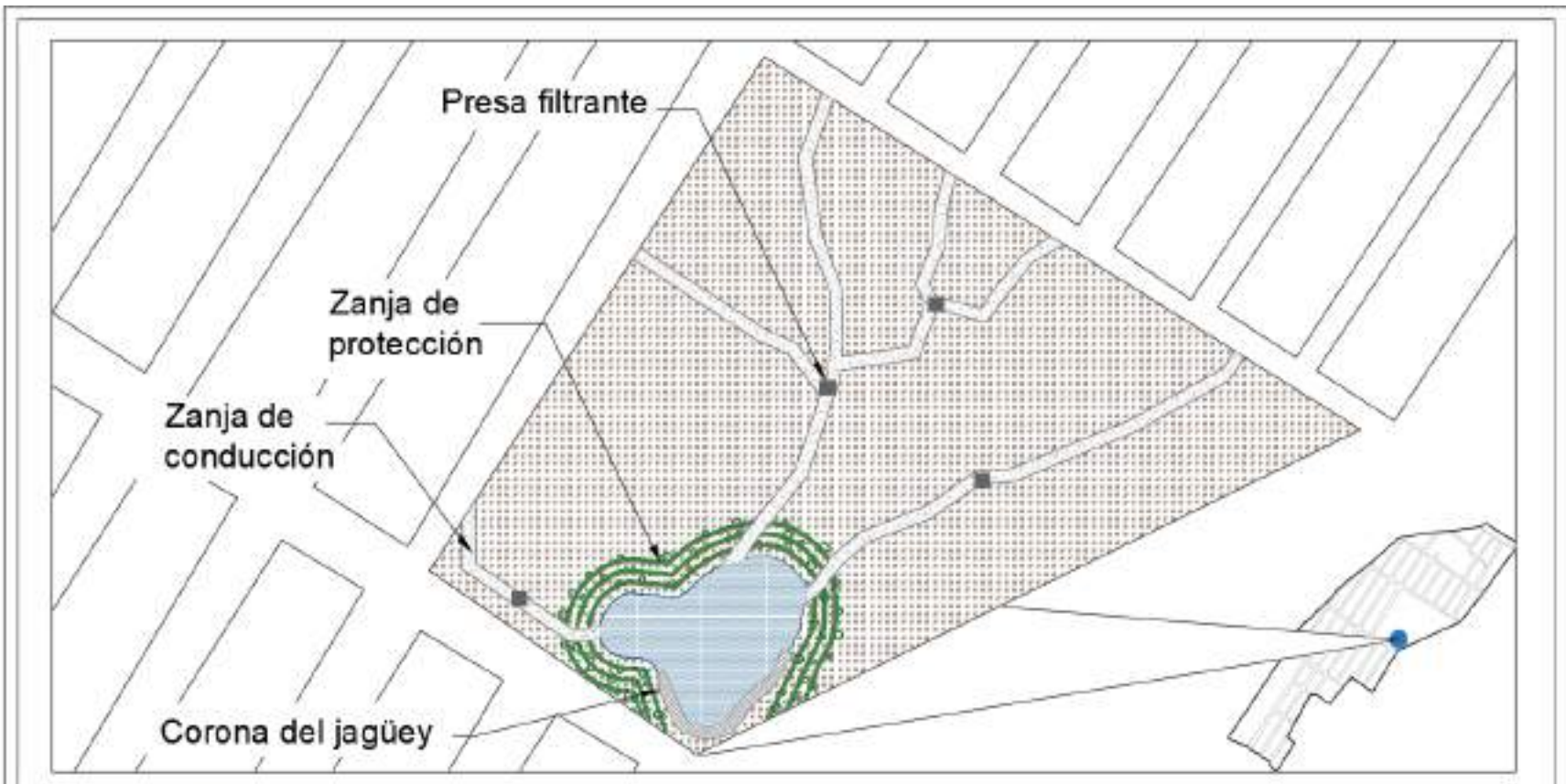
Una vez contenidos los escurrimientos pluviales es importante contemplar un sistema que sea capaz de almacenar el recurso hídrico pluvial. Los jagüeyes son una alternativa que pueden cumplir con esa tarea, de acuerdo con SAGARPA (2017) estos sistemas ancestrales son capaces de captar, almacenar y regular la distribución del agua para diversos usos, mediante el aprovechamiento de las condiciones físico-naturales.

Como elemento complementario para cumplir con los objetivos del SPR-MC se propone la implementación un jagüey este actuara como elemento almacenador del recurso recolectado a través del sistema de zanjas de conducción. Este estará dentro del polígono de espacio público, se ha seleccionado ese lugar ya que es un punto donde convergen diversos escurrimientos. Este tendrá las dimensiones necesarias para poder almacenar el agua recolectada sin que este se desborde, además de cumplir con los requerimientos necesarios para que ese sea seguro para la población.



De acuerdo con SAGARPA los componentes esenciales para la implementación de un jagüey son las presas filtrantes encargadas de limpiar los sedimentos que puedan estar alojados dentro del agua recolectada, controlar el flujo intenso de los escurrimientos, además de evitar desbordamientos e inundaciones, de igual manera estos elementos son capaces de prevenir la erosión de la infraestructura prolongando su vida útil. SAGARPA también recomienda la implementación de zanjas trincheras, piedras acomodadas y muros vivos que actuaran como elemento de seguridad en caso de desbordamiento por exceso de lluvias y de un talud o Corona del jagüey que funcionan como elemento constructivo de estabilidad para emplazar el jagüey en terrenos irregulares. (consultar figura 1)

*Figura 1: Propuesta de distribución de elementos de jagüeyes. Manual de Diseño y construcción de jagüeyes SAGARPA.*



# Plano de Detalle

CONTENIDO

## Ubicación de jagüey

ESCALA

S/E

ACOTACIÓN

Metros

FECHA

Oct 2020

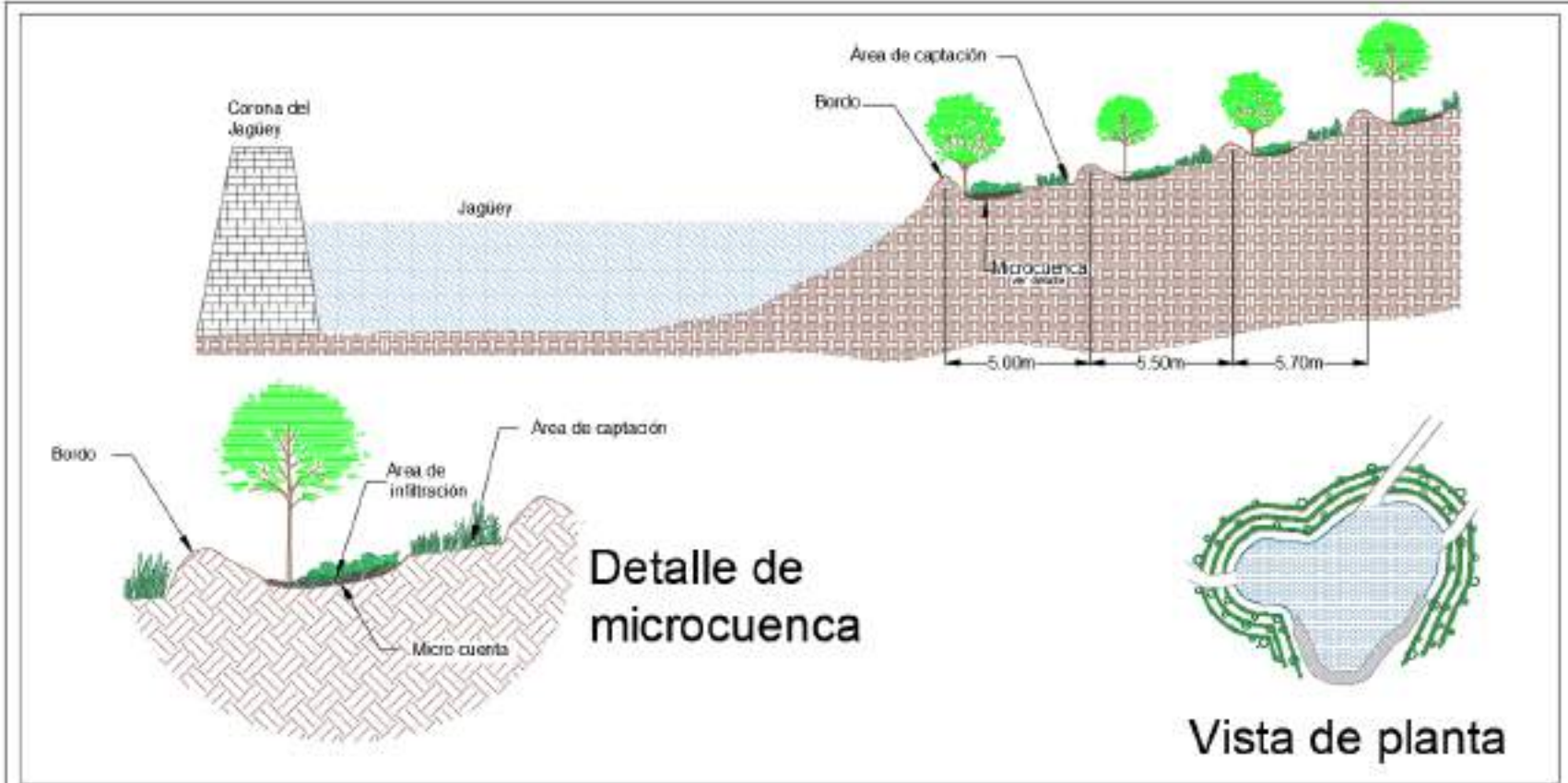
NO. DE PLANO

# P-04

*Elaboración propia con datos del Manual de diseño y construcción de jagüeyes SAGARPA.*



*Perspectiva No. 4. Zanjas de conducción tipo 'B' y elemento de almacenamiento de agua pluvial Jagüey. Elaboración propia.*



# Plano de Detalle

|                     |           |          |
|---------------------|-----------|----------|
| CONTENIDO           |           |          |
| Zanja de Protección |           |          |
| ESCALA              | ACOTACION | FECHA    |
| S/E                 | Metros    | Oct 2020 |

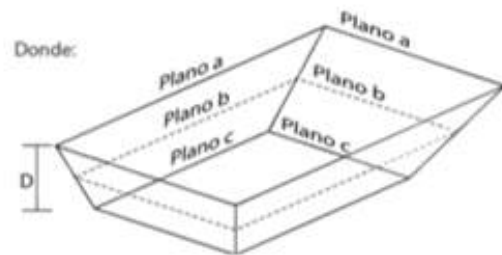
NO. DE PLANO

# P-02

Elaboración propia con datos del MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE para Municipios Mexicanos.

Se proyecta el jagüey con una forma orgánica siguiendo los flujos hidrológicos naturales, sin descuidar las dimensiones necesarias para el almacenamiento del recurso. De acuerdo con SAGARPA en su manual diseño y construcción de jagüeyes, existen diversos métodos para obtener el volumen de excavación aproximado. Una de ellas es la del cálculo a partir de aproximaciones a figuras regulares conocidas; este consta en utilizar formas rectangulares que se asemejen a la forma irregular en área y profundidad (Observar figura 2).

La expresión indicada en el manual diseño y construcción de jagüeyes es:



$$V = \frac{A + 4B + C}{6} * D$$

V = Volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

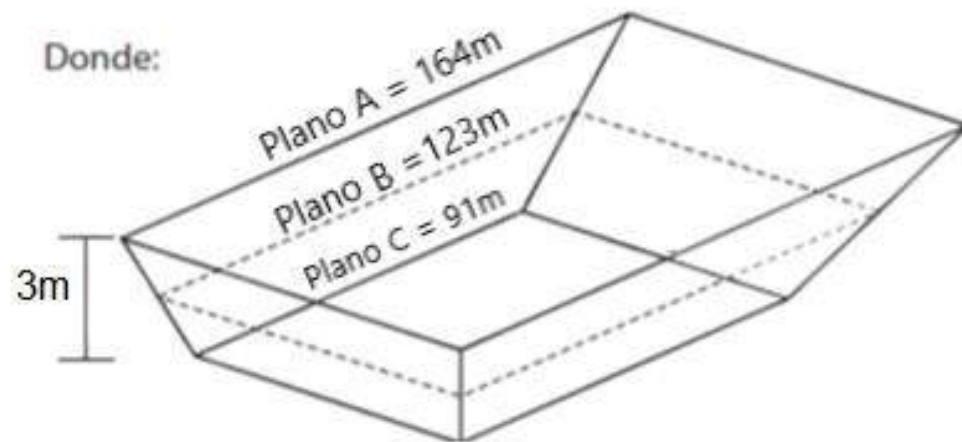
A = Área del plano a (m<sup>2</sup>)

B = Área del plano b (m<sup>2</sup>)

C = Área del plano c (m<sup>2</sup>)

Figura 2: Método de aproximación para obtener el volumen de excavación de un jagüey. Tomado de "Manual de Diseño y construcción de jagüeyes SAGARPA"

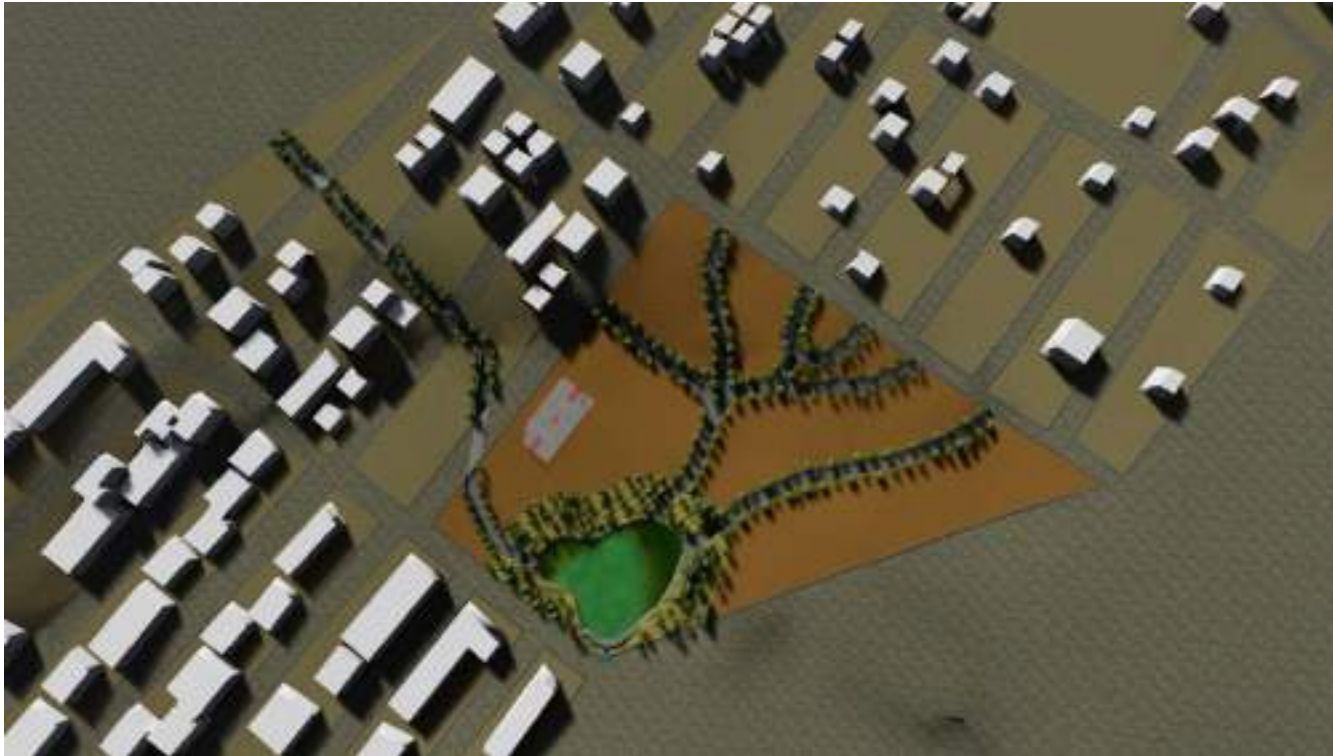
Tomando en cuenta que el jagüey tendrá una profundidad máxima aproximada de 3.00m, un área aproximada de 1,598.00m<sup>2</sup> y un perímetro irregular aproximado de 164.00m podemos aplicar la expresión recomendada en el manual de diseño y construcción de jagüeyes; tomando en cuenta este razonamiento podemos decir que el volumen aproximado de excavación es igual a 1,831m<sup>3</sup> (observar figura 3).



$$V = \frac{164 + 4(123) + 91}{6} * 3$$

$$V = 1,831\text{m}^3$$

Figura 3: Método de aproximación para obtener el volumen de excavación de un jagüey Aplicado al caso de estudio. Tomado de "Manual de Diseño y construcción de jagüeyes SAGARPA"



*Perspectiva No. 5. Ubicación y apariencia del elemento de almacenamiento de agua pluvial Jagüey. .  
Elaboración propia.*

Acciones por realizar:

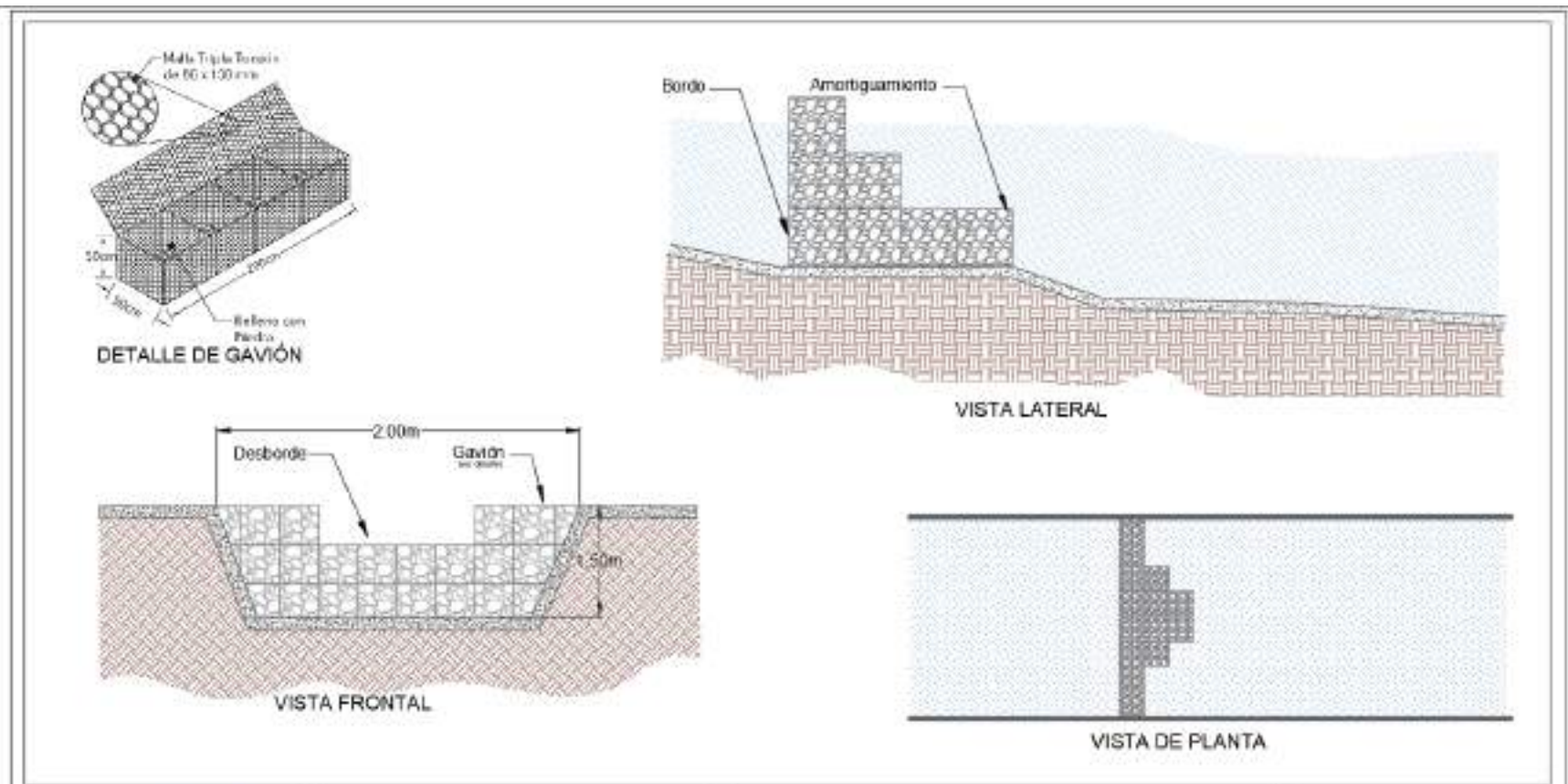
- Habilitar la zona en general para la implementación del jagüey
- Instalar elementos de protección para evitar nodos conflictivos entre la población y el jagüey
- Informar y capacitar a la población de la zona de estudio para su uso y aprovechamiento
- Incentivar, informar y capacitar a la población para que ellos mismos puedan realizar el mantenimiento y trabajos complementarios del jagüey

## **Presa filtrante**

Según SAGARPA la principal problemática que se puede presentar en este tipo de sistemas de captación y almacenamiento son los azolves, estos tienden a acumularse lo cual repercute en la disminución la vida útil del recurso recolectado. Para dar solución a este problema es necesario contemplar a las presas filtrantes como obras complementarias del SPR-MC. SAGARPA recomienda la implementación de este tipo de elementos, que cumplan la función de retener los sólidos y sedimentos de esta forma se garantiza la conservación del suelo y la vida útil del recurso.

De acuerdo con Peñúñuri (20217) las presas filtrantes son barreras permeables que se utilizan para reducir la velocidad de flujo de aguas pluviales, de esta forma se reduce la erosión, se fijan los sedimento y se mejora la infiltración del agua de lluvia. En el manual de lineamientos de diseño de infraestructura verde para municipios mexicanos se indica que este tipo de infraestructura puede ser construida utilizando rocas sin necesidad de aplicar mortero o aglutinantes e indica que esta opción es común en pequeños cursos intermitentes sin flujos intensos.

El suelo predominante de la zona de estudio es cambisol; esto significa que al ser un suelo arcilloso es capaz de retener y almacenar el recurso hídrico sin necesidad de aplicar obras complementarias de impermeabilización. Sin embargo, la implementación de presas filtrantes será necesaria para garantizar la vida útil del recurso.



# Plano de Detalle

|                 |           |          |
|-----------------|-----------|----------|
| CONTENIDO       |           |          |
| Presa filtrante |           |          |
| ESCALA          | ACOTACIÓN | FECHA    |
| S/E             | Metros    | Oct 2020 |

NO. DE PLANO

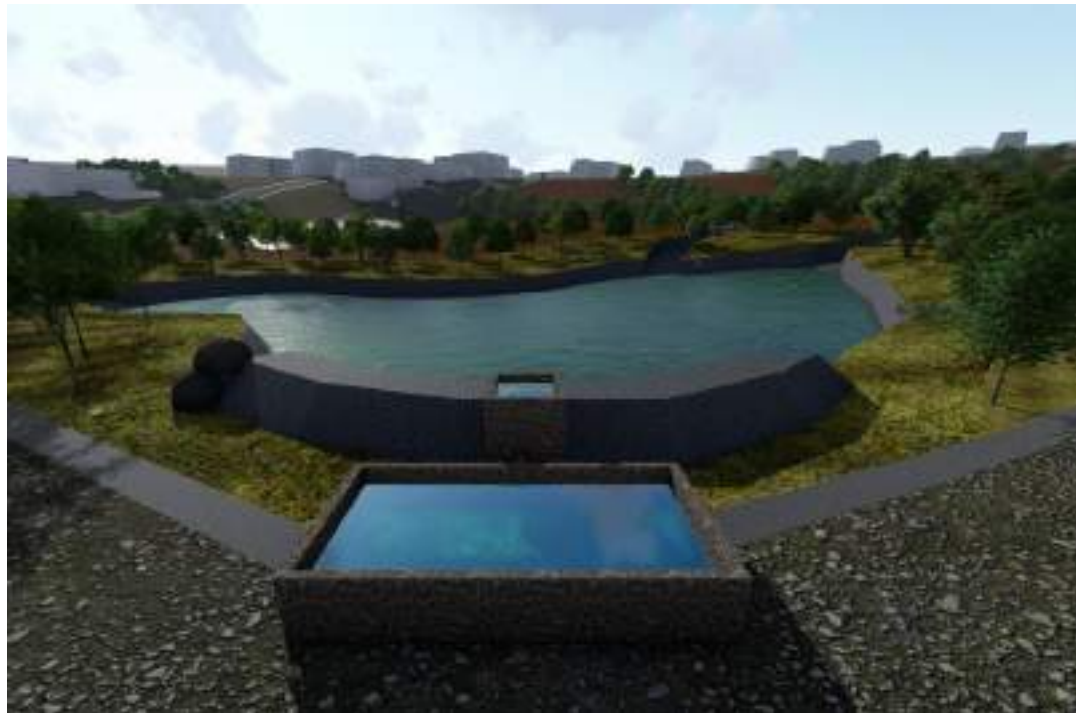
# P-01

Elaboración propia con datos del MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE para Municipios Mexicanos.

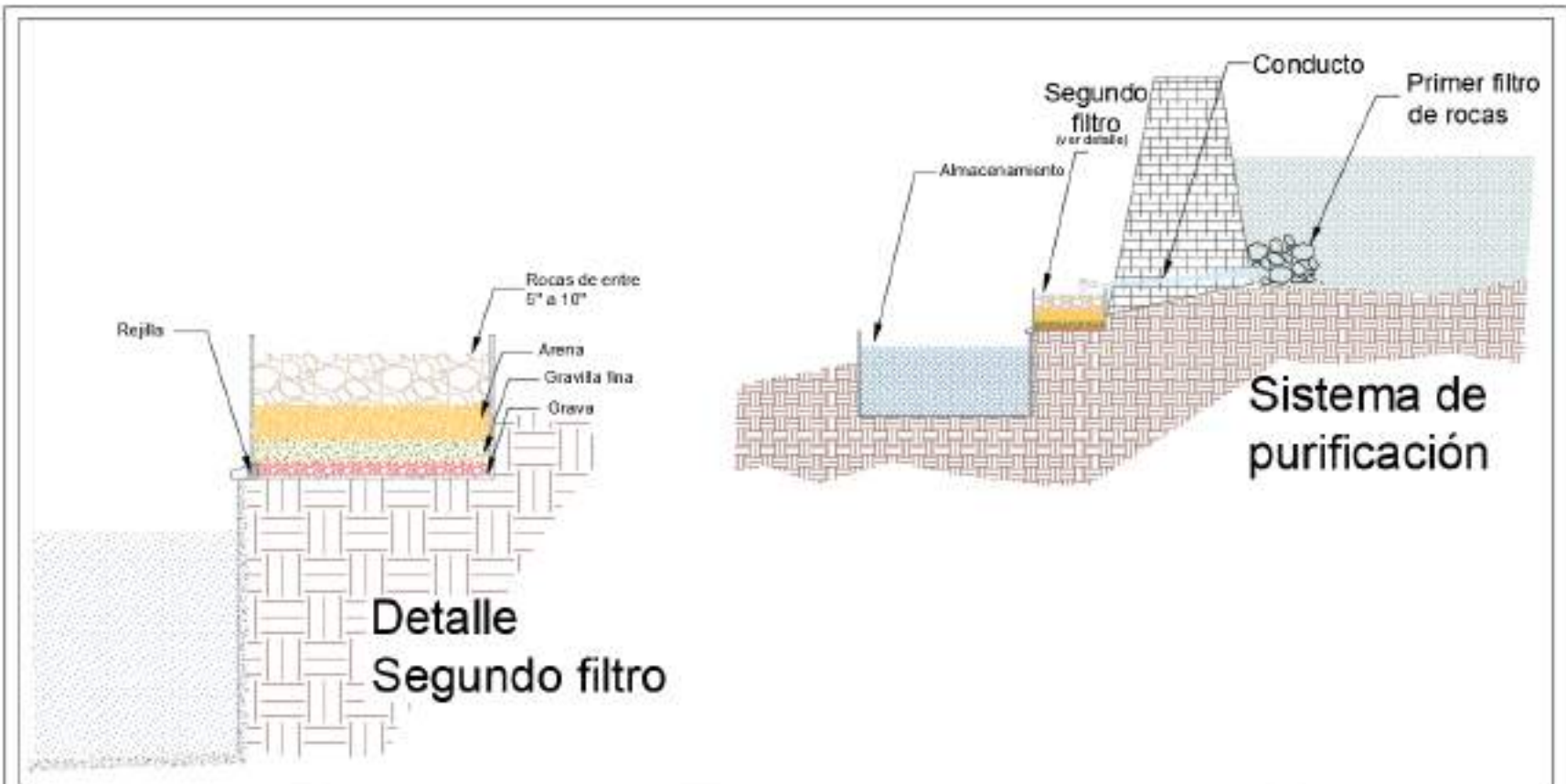
## Filtro de purificación


El aprovechamiento del agua pluvial es una práctica provechosa para cualquier asentamiento humano, principalmente aquellos donde escasea el recurso hídrico. El agua de lluvia captada a través del SPR-MC podrá ser utilizada para consumo doméstico sin haber realiza ningún tipo de tratamiento. Sin embargo, aplicar un tratamiento que garantice seguridad y pureza del recurso es un concepto de importancia.

Garantizar la calidad del recurso hídrico es de sumo interés para esta investigación. Contemplar que el agua recolectada puede contener ciertos elementos orgánicos e inorgánicos que adquiere durante el transcurso al punto de almacenamiento, así como dentro del punto de almacenamiento. Las presas filtrantes son sistemas que pueden retener elementos no deseados. Estas trabajan mediante un proceso sencillo de filtración que utiliza arena y grava de distintas graduaciones. Es por lo que la implementación de una presa filtrante funcionara como elemento para purificar el agua garantizando su limpieza y seguridad para consumo doméstico.

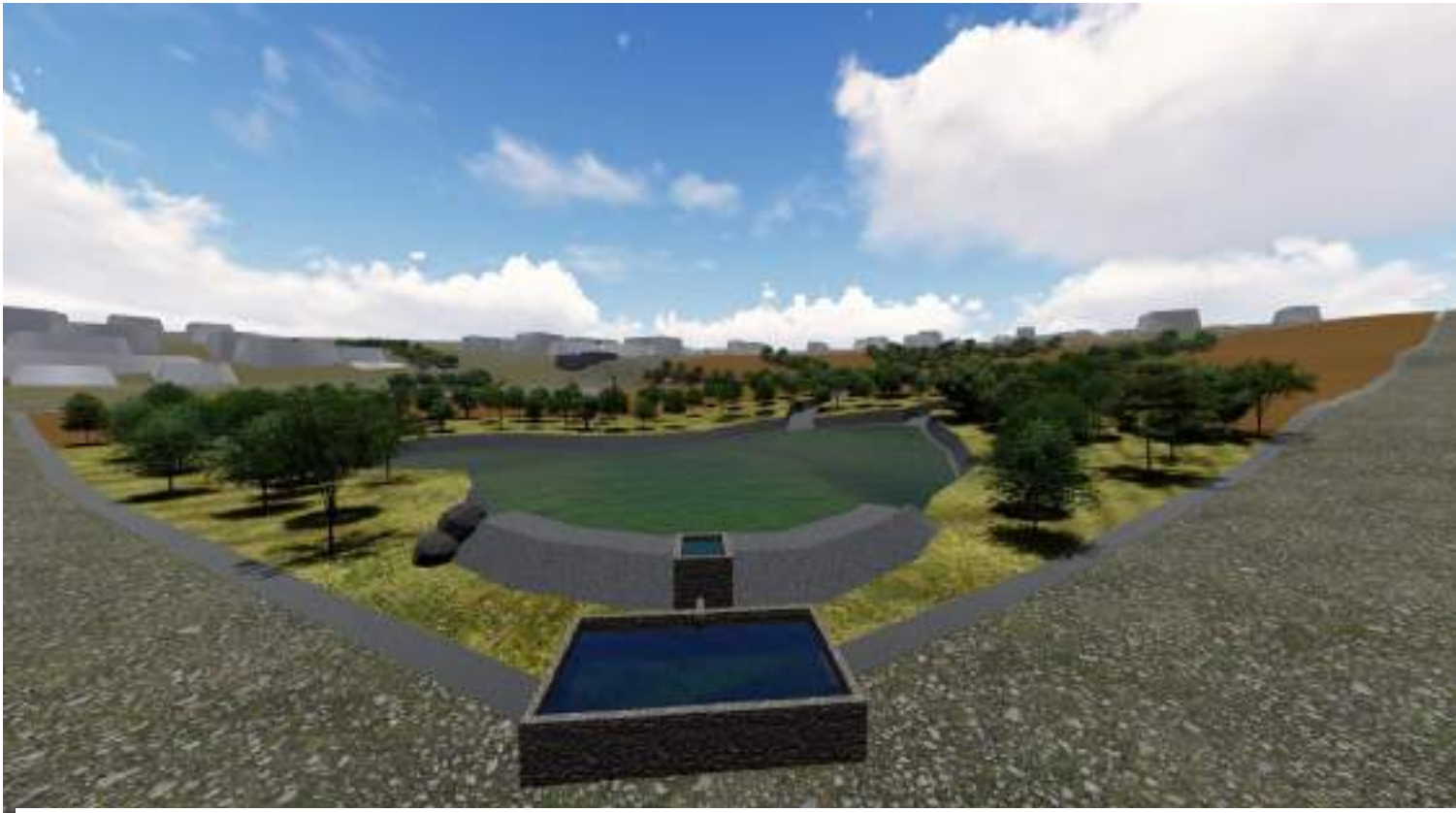


*Perspectiva No. 6. Ubicación y apariencia del filtro de purificación. Elaboración propia.*



|   |                           |  |                      |                               |
|---|---------------------------|--|----------------------|-------------------------------|
|  | <h1>Plano de Detalle</h1> | CONTENIDO<br><h2>Filtro de Purificación</h2> |                      | NO. DE PLANO<br><h1>P-07</h1> |
|   |                           | ESCALA<br>S/E                                | ADOPTACIÓN<br>Metros | FECHA<br>Oct 2020             |

Elaboración propia con datos de Javier Rodríguez Sánchez. Filtros Naturales de Agua(video).



*Perspectiva No. 7. Filtro de purificación para el aprovechamiento del agua recolectada. .Elaboración propia.*

Acciones por realizar:

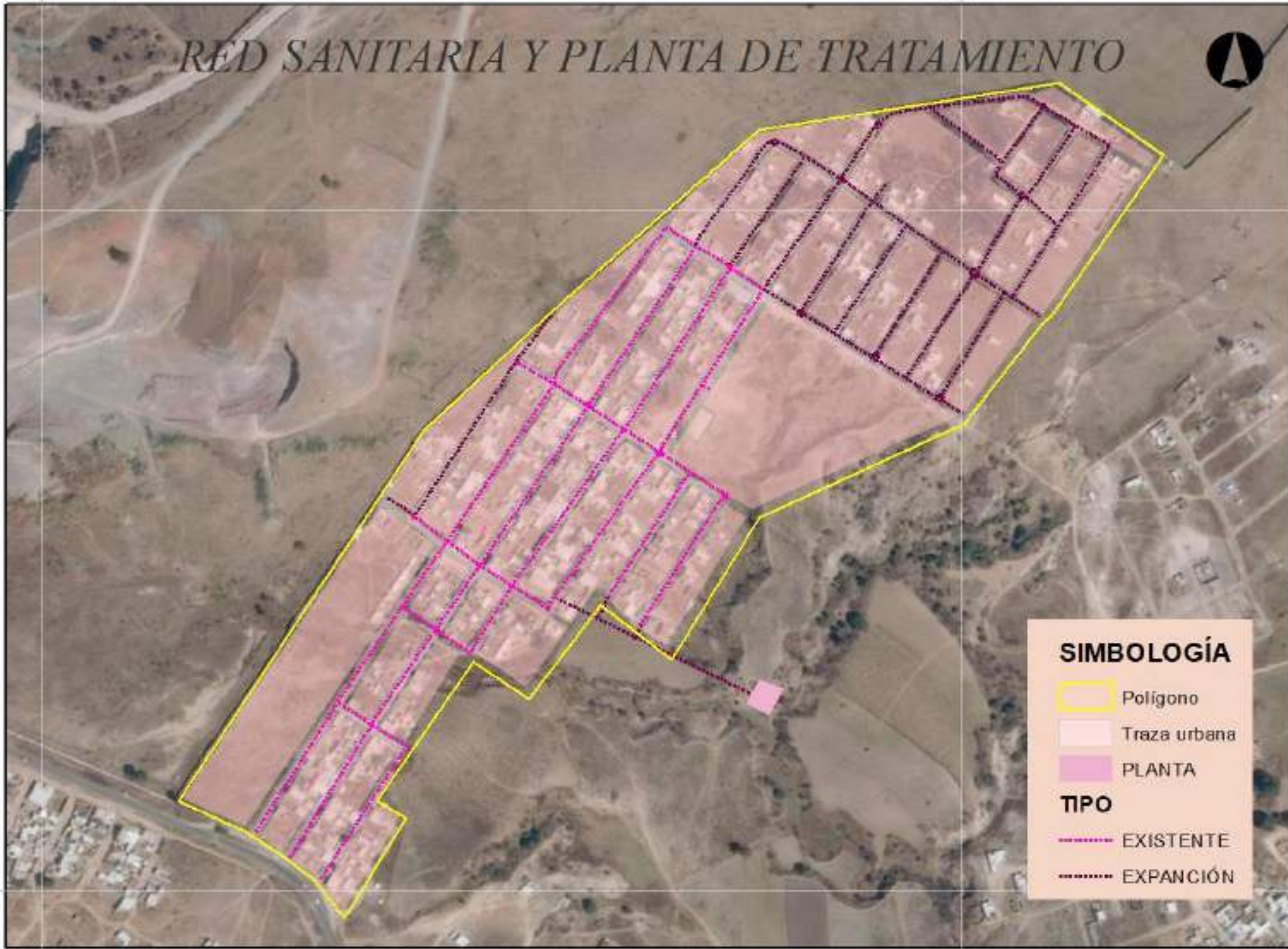
- Habilitar el jagüey para que colabore de la mejor manera con la presa filtrante
- Informar y capacitar a la población de la zona de estudio para que ellos mismos puedan realizar el mantenimiento y trabajos complementarios de la presa filtrante

## 4.2.2 Sistema de Saneamiento para Aguas Residuales

Proponer un sistema de saneamiento que no presente deficiencias ni limitantes para sus usuarios es un elemento clave para cualquier asentamiento humano. Garantizar la cobertura efectiva de estos sistemas no es un tema que se relacione indispensablemente con recursos económicos, si no con la planeación y proyección de los asentamientos humanos.

Dentro de la colonia Cuitláhuac existen zonas accesibles que podrían recibir servicios de saneamiento aprovechando los elementos previamente colocados, además de incorporar un sistema capaz de procesar sus desechos residuales. Sin embargo, hay otras zonas donde proponer este tipo de infraestructura podría representar un gasto fuerte para la administración de la colonia Cuitláhuac. Es por lo que dentro de esta investigación se ha considerado pertinente contemplar dos alternativas funcionales en materia de saneamiento para la zona de estudio; de este modo se garantiza la cobertura, higiene y buen funcionamiento de los servicios de saneamiento.

# RED SANITARIA Y PLANTA DE TRATAMIENTO



**SIMBOLOGÍA**

-  Polígono
-  Traza urbana
-  PLANTA

**TIPO**

-  EXISTENTE
-  EXPANCIÓN



Mapa No. 16 Ampliación de la red sanitaria

Elaboración propia  
datos obtenidos con  
investigación y visitas  
de campo

#### 4.2.2.1 Habilitación de una Planta de Saneamiento

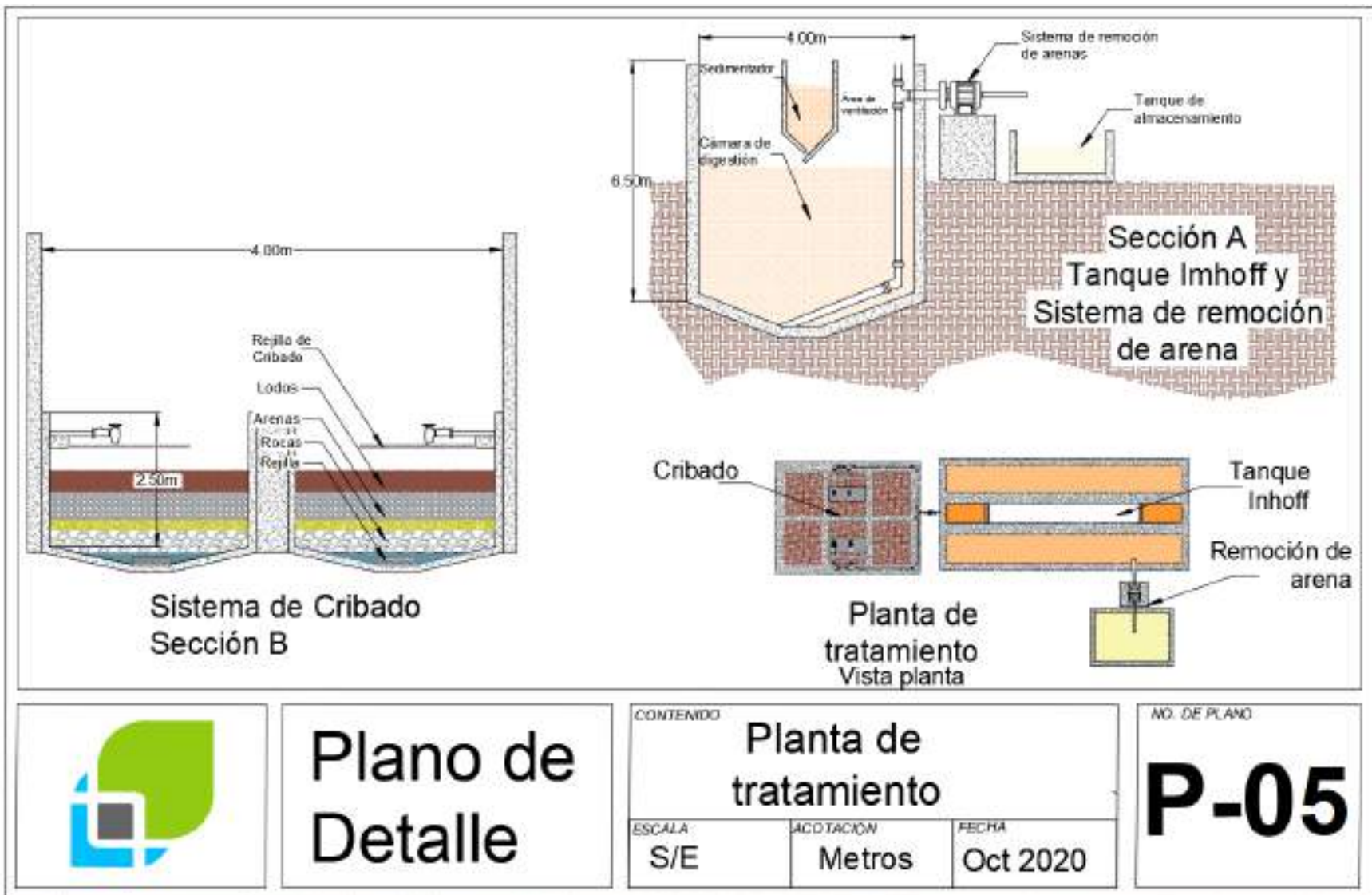
Como parte de la estrategia para el sistema de saneamiento se ha planteado implementar los elementos necesarios para poder aprovechar la red de tuberías que se encuentra dentro de la zona de estudio, para ello es necesario considerar la implementación de un punto de recepción, almacenamiento y procesamiento de los residuos, además de la ampliación del alcance de las tuberías con el propósito de abarcar a toda la colonia Cuitláhuac. Se pretende implementar una planta de tratamiento de aguas residuales que opere en base a un sistema de procesamiento colaborativo tanque Imhoff, remoción de arenas y cribado. Tomando en cuenta la morfología del terreno es pertinente que la planta tratadora este ubicada cercana del asentamiento, consultar mapa número 16.

De acuerdo con OPS/CEPIS/UNATSABARI (2005) el tanque Imhoff es una unidad de tratamiento de aguas residuales cuyo objetivo es la remoción de sólidos suspendidos. Se indica que este sistema es adecuado para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad.

Arana (2009) indica que los tanques Imhoff tienen una operación simple y estos no requieren de partes mecánicas. Para su correcto funcionamiento las aguas residuales tienen que pasar por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff puede ser de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.



Elaboración propia con datos de Alonso Romero. Tanque Imhoff (video).



*Perspectiva No. 8. Planta de tratamiento biodigestor tanque Imhoff con sistema colaborativo remoción de arena y cribado. . Elaboración propia.*

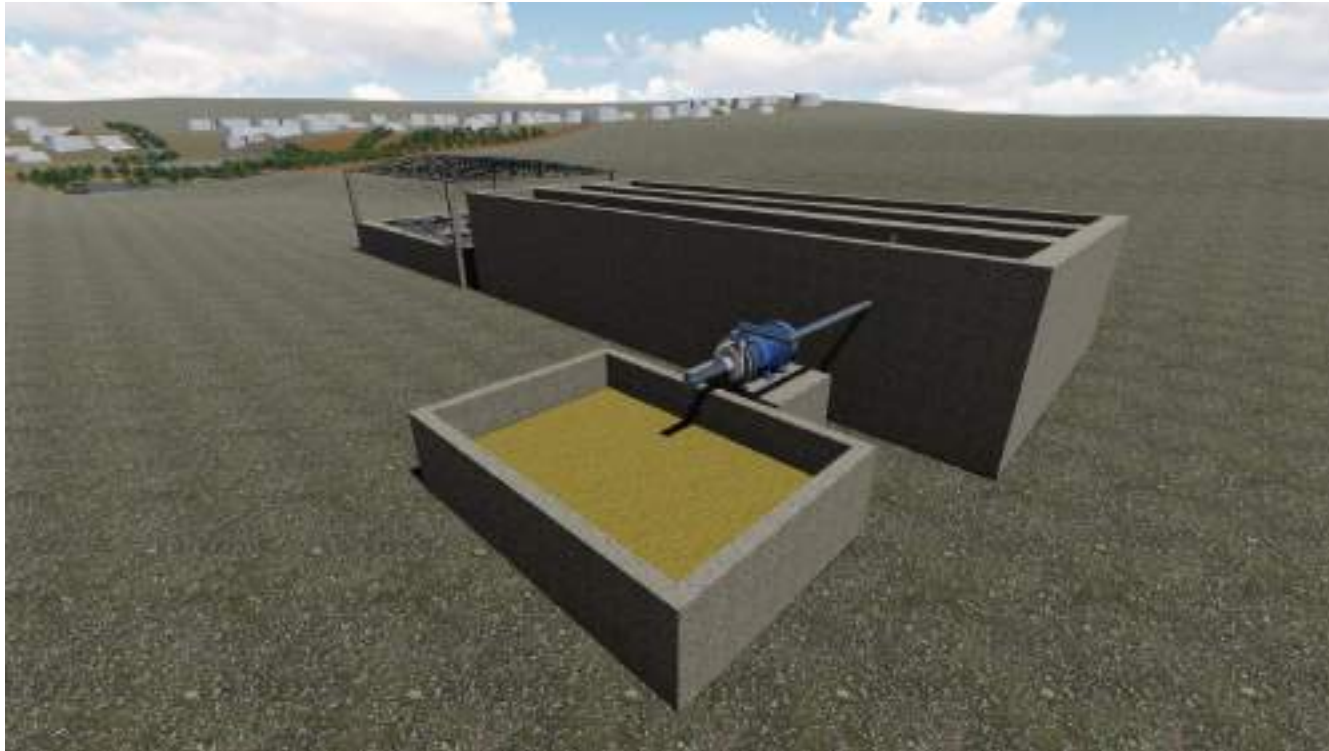
Es importante señalar que esta alternativa es adecuada para la zona de estudio ya que no requiere de un área extensa de construcción. De acuerdo Arana (2009) El Tanque Imhoff elimina del 40% al 50% de los sólidos suspendidos y reduce la de la demanda biológica de oxígeno (DBO) del 25% a 30%. Los lodos acumulados se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados, los cuales pueden ser aprovechados como abono para cultivos. El tiempo para la digestión de lodos varía de acuerdo con la temperatura del medio ambiente circundante (consultar tabla No. 1).

| Temperatura °C | Duración de la digestión en días |
|----------------|----------------------------------|
| 5 °C           | 110 días                         |
| 10 °C          | 76 días                          |
| 15 °C          | 55 días                          |
| 20 °C          | 40 días                          |
| +20°C          | 30 días                          |

*Tabla No. 2 Digestión de lodos según temperatura. Elaboración propia con datos de "Guía para el diseño de tanques sépticos tanques Imhoff y lagunas de estabilización", Organización Panamericana de la Salud, 2005.*

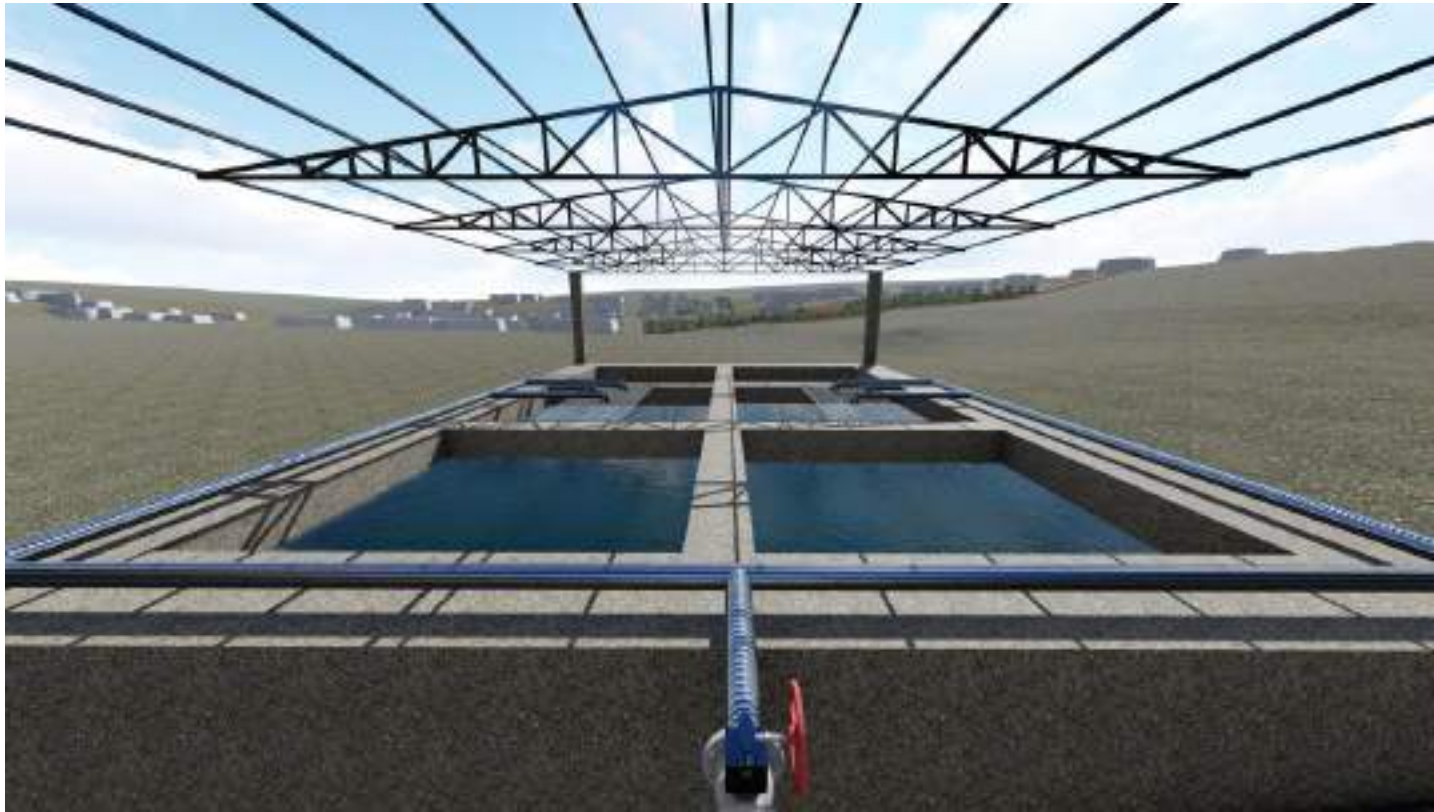
Con respecto a la operación de este sistema, OPS/CEPIS/UNATSABARI señala que las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes son desviados hacia el área de ventilación. Sera necesaria la extracción periódica de lodos acumulados en el digestor, para conducirlos posteriormente a los lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, posteriormente pueden ser enterrados o ser aprovechados para fines agrícolas.

Este tipo de sistemas contribuye a la digestión del lodo mejor que un tanque séptico, además de que el lodo producido se seca y se evacua con mayor facilidad esto se debe a que contiene de 90% a 95% de humedad, el mantenimiento de este tipo de sistemas podrá ser efectuado por los habitantes de la colonia, siempre y cuando se capaciten previamente, tiene un bajo costo de construcción y operación en comparación con los sistemas convencionales. Las aguas servidas que se



*Perspectiva No. 9. Sistema de remoción de arena en planta de tratamiento biodigestor tanque Imhoff  
Elaboración propia.*

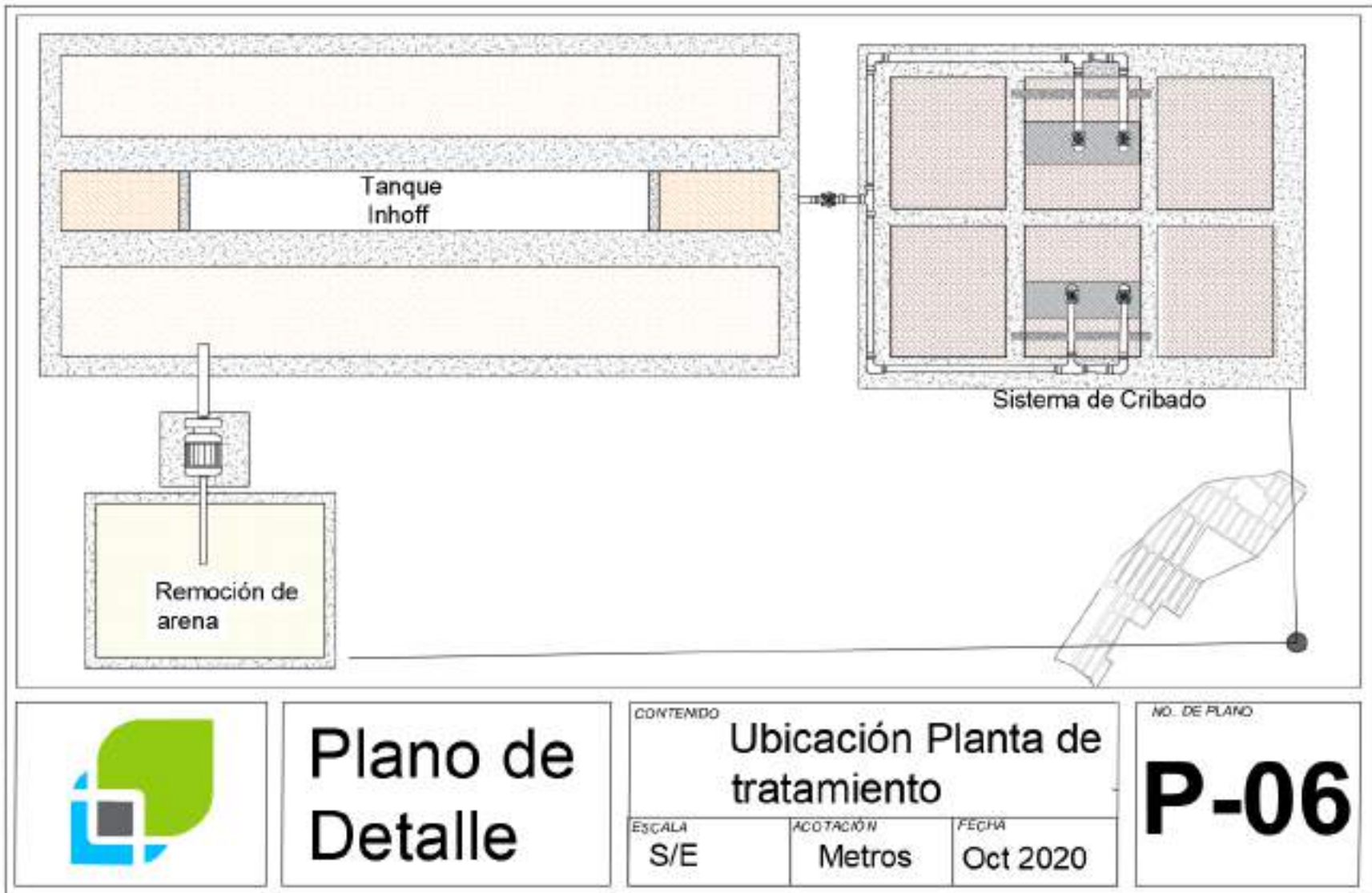
introducen en los tanques Imhoff no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenas. La planta de tratamiento tendría una dimensión aproximada de entre 100m<sup>2</sup> a 130m<sup>2</sup>. Tomando en cuenta las ventajas del sistema, es razonable contemplarlo como una alternativa propia para la colonia Cuitláhuac.



*Perspectiva No. 10. Sistema de cribado en planta de tratamiento biodigestor tanque Imhoff Elaboración propia.*

Acciones por realizar:

- Ampliación en la cobertura de las tuberías de drenaje
- Habilitación de las condiciones del terreno para la construcción de la planta de saneamiento
- Capacitación a los habitantes de la zona de estudio para llevar a cabo actividades de construcción y mantenimiento



Elaboración propia con datos de Alonso Romero. Tanque Imhoff (video)..

### 4.3 Conclusiones Generales

Este proyecto de investigación muestra como los asentamientos irregulares al emplazarse al margen de la mancha urbana quedan expuestos a la escasez de servicios públicos, que abarcan desde infraestructura vial, eléctrica, servicios de agua potable, drenaje pluvial, sanitario, entre otros. Ante esta problemática las tecnologías alternativas se vuelven una opción con mayor viabilidad, debido a que su implementación representa un menor costo e impacto ambiental en comparación con los sistemas convencionales. Tecnologías de este tipo han sido capaz de probar su efectividad como se muestra en los casos análogos de Oaxaca, México y Cali, Colombia.

Con lo que respecta al ámbito legal, se identificó en los documentos legislativos y normativos mexicanos, dentro de los niveles federal, estatal y municipal, artículos que hacen referencia a la dotación de servicios básicos, particularmente de agua y saneamiento que promueven aspectos como la accesibilidad general, inclusión espacial, fomento y apoyo de acciones que beneficien y promuevan el derecho al agua, la salubridad del espacio, la prevención de enfermedades y mitigación de riesgos por inundación. Sin embargo, en el contenido del marco reglamentario, particularmente en su nivel municipal (P.M.D.U.S.P y P.P.R.A.H.I) se expresan de un modo ambiguo y poco concluyente con relación a la dotación de servicios básicos para asentamientos irregulares y zonas marginadas. Por lo tanto, materializar acciones para fomentar la implementación de servicios básicos en espacios de este tipo se ve obstaculizada.

Particularmente, identificamos que la colonia Cuitláhuac es un asentamiento en estado de marginación y escasez urbana, las cuales se acentúan debido a las condiciones del medio físico natural, (topografía accidentada, gran flujo de escurrimientos hidrológicos, ubicación geográfica y emplazamiento), además de la carencia de infraestructura básica (red de agua potable, drenaje pluvial y sanitario) y el deficiente funcionamiento de la red eléctrica. Estas características obstaculizan de forma notoria el desarrollo de la colonia. Específicamente la situación de agua y saneamiento representa

uno de los problemas más agudos en la colonia. En contra parte, se estableció que a pesar de estas dificultades la aplicación de sistemas basados en tecnologías alternativas es posible, e incluso se distingue la potencialidad del terreno para su aplicación, aprovechando las condiciones del medio físico natural. Se han propuesto sistemas de macrocaptación de agua pluvial a través de zanjas de conducción que a la vez actuarían como elemento de contención y prevención de inundaciones, un jagüey como punto de almacenamiento de las aguas recolectadas y un biodigestor tanque Imhoff capaz de aprovechar la infraestructura existente y de procesar las aguas residuales de la colonia.

A través del acercamiento con los habitantes de la colonia fue posible establecer un contacto con ellos donde se mostró el diseño de la propuesta y se expresó la aceptación y participación en el proyecto. En cierta medida eso apuntó a la viabilidad de la propuesta para ser contemplada como un proyecto futuro que beneficie la situación de la colonia.

En esta investigación se ha demostrado que es posible realizar acciones alternas a las convencionales para los procesos de desarrollo en asentamientos irregulares. Esto nos permite pensar que, a través del uso y aprovechamiento de las tecnologías alternativas se pueden concebir acciones factibles de integración a los procesos de desarrollo y crecimiento de la municipalidad y de promover el desarrollo sustentable. Dando tiempo a una amplia expectativa sobre el progreso y desarrollo de los asentamientos irregulares.

## Bibliografía

1. Jong-Wook Lee. (2004) Relacion del agua, el saneamiento y la higiene con la salud [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/) [Consultado el 13/05/2020]
2. Pérez-Fouguet Agustí (2005) Asentamientos humanos e infraestructuras de servicios urbanos. Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos. Pag (24-35). Barcelona, España. Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras.
3. Esperanza Karla. (2018) Infraestructura en asentamientos informales es clave para urbanización. Revista internacional Centrourbano. [Consultado el 13/05/2020] <https://centrourbano.com/2018/08/28/infraestructura-informales-urbanizacion/>
4. Flores Lucero Maria Lourdes (2013) Alternativas Técnicas y de Gestión para el Saneamiento en Asentamientos Irregulares: El Caso de San Juan Tulcingo, Puebla. Revista Nova scientia vol.5 no.10 León
5. Flores Lucero Maria Lourdes (2012) El ecobarrio, una alternativa para el mejoramiento urbano de los asentamientos irregulares. [Consultado el 13/05/2020] <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/41/949>
6. Gladys Vidal. Mayra Jarpa. Catalina Plaza de los Reyes. Marisol Belmonte. Lorena Mariange (2013) Manual de tecnologías sostenibles en tratamientos de agua. Capitulo 2 Pg (29-43). Red ALFA TECSPAR. Europa, America Latina.
7. Jan Van Wambeke. Matías Prieto Celi (2013) Captación y almacenamiento de agua de lluvia: Opciones técnicas para la agricultura

- familiar en América Latina y el Caribe. (Pag 87-97, 184-195) Santiago, Chile. FAO.
8. Brikke Francois (2004) Tecnologías alternativas para la provisión de servicios de agua y saneamiento en pequeñas localidades. (Pag 50-29) Programa de Agua y Saneamiento. América Latina y el Caribe (PAS-LAC)
  9. J.F. Muñoz Paredes, M. Ramos Ramos. (2014). Reactores discontinuos secuenciales: Una tecnología versátil en el tratamiento de aguas residuales. (Pag 49-66) Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
  10. Margarito Ortiz Guzmán (2012) Presas de ferrocemento, opción económica para retención de agua pluvial: caso de estudio, Oaxaca, Mexico
  11. Carlos A. Madera , Juan P. Silva, Miguel R. Peña (2005) Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico - filtro anaerobio y humedales subsuperficiales. Instituto CINARA, Cali, Colombia
  12. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917) Artículos 27, 28, 115
  13. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2020). Artículo 9 fracciones XI, XIII, XIV. Artículo 44
  14. Ley general de Salud Federal (2017) Artículo 121
  15. Ley de Aguas Nacionales. (1992) Artículo 5, 44, Artículo 14 BIS 5, 6.
  16. Ley de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Puebla (2000) Artículo 5 fracción 1, 10, Artículo 6, Artículo 7 fracción 1, Artículo 13 fracción 14, 15, Artículo 23 fracción 5
  17. La Ley General de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas de Puebla (2004)

- Artículo 3, fracción 60, Artículo 12 fracción 14,  
Artículo 27
18. Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla (2003) artículo 79 fracción 1 y 5
19. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla (2007)
20. Programa para Regularizar Asentamientos Humanos Irregulares (2019)
21. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2017) responsable de la ficga: Demetrio S. Fernández Reynoso, Mario R. Martínez Menes, C. Hilario Ramírez Cruz. MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JAGUEYES” Segunda Edición México, Noviembre 2017
22. Natalia Reyna Bensusán (2011) RETOS DE LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN COMUNIDADES RURALES. CASO DE ESTUDIO TACOTALPA, TABASCO. (Pag 32-37, 50-61) Impreso en Naciones Unidas • México, D. F., diciembre de 2011
23. SIAPA (2014) CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES. Capítulo 3. Alcantarillado Pluvial. (Pag 1-8) Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. Av. Dr. R. Michel # 461 esquina con González Gallo, Col. Las Conchas, Sector Reforma. C.P. 44460. Guadalajara, Jalisco, México
24. MTC (2009). Manual de Drenaje: Hidrología, hidráulica, y drenaje. (Pag 171-184) Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú.
25. OPS/CEPIS/UNATSABAR (2005) GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN Capítulo 3 (Pag 11-20) Lima, Perú

26. J. Carlos Silverio, "La Movilidad en Asentamientos Irregulares, un asunto relegado. El Caso de la Colonia Cuitláhuac, Municipio de Puebla" M.S, Facultad de Arquitectura, BUAP, Puebla, Mexico, 2020
27. IMPLAN Hermosillo (2017) Cordinadores: María Guadalupe Peñúñuri Soto, Eduardo Hinojosa Robles. MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE para Municipios Mexicanos. Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo Blvd Luis Donaldo Colosio No. 248, Local 1 Colonia Prados del Centenario C.P. 83260 Hermosillo, Sonora, México.
28. Alonso Romero. Tanque Imhoff (video). Diciembre de 2018. [https://www.youtube.com/watch?v=nNv0KLwnKJc&ab\\_channel=AlonsoRomero](https://www.youtube.com/watch?v=nNv0KLwnKJc&ab_channel=AlonsoRomero) [Consulta: 19 de noviembre de 2020].
29. Javier Rodríguez Sánchez. Filtros Naturales de Agua (video) Abril de 2018. [https://www.youtube.com/watch?v=cFR46suZVOc&t=533s&ab\\_channel=JAVIERRODRIGUEZSANCHEZ](https://www.youtube.com/watch?v=cFR46suZVOc&t=533s&ab_channel=JAVIERRODRIGUEZSANCHEZ) [Consulta: 19 de noviembre de 2020].
30. J-C Silverio, "La Movilidad en Asentamientos Irregulares, un asunto relegado. El Caso de la Colonia Cuitláhuac, Municipio de Puebla" M.S, Facultad de Arquitectura, BUAP, Puebla, Mexico, 2020
31. T Oseas Martínez, E Mercado. Manual de Investigación Urbana. 1ª ed. México: Editorial Trillas, 2004.
32. Flores L., M. (2009) Los asentamientos irregulares en el municipio de Puebla, el caso de San José los Cerritos. En Revista PRAGMA, Espacio y Comunicación Visual. Año 2. Núm 4. Facultad de Arquitectura BUAP. pp. 48-59