UAEM | Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Arquitectura y Diseño U A E M

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

ARQUITECTURA

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: UNA VISIÓN DESDE LA GEOMETRÍA FRACTAL.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ARQUITECTO

PRESENTA:
VÍCTOR DAVID GARCÍA ARAUJO

ASESOR DE TESIS:
DR. EN C.S. JESÚS ENRIQUE DE HOYOS MARTÍNEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO; FEBRERO DE 2020.

PRÓLOGO:

Desde un enfoque transdisciplinario, el presente trabajo invita al lector a descubrir el proceso de diseño que hizo posible partir de conceptos e ideas, hasta llegar a la aplicabilidad de dichas ideas en una propuesta urbano-arquitectónica, en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

A través de un lenguaje de patrones espaciales, temporales y materiales, es como se estudia el estado actual del territorio para identificar su modo operativo de funcionamiento y sus necesidades, para posteriormente traducirlo en una solución espacial.

A nivel macro, se conceptualiza esta propuesta Urbano-Arquitectónica como un *patrón regional de revitalización urbana*, que se puede implementar a lo largo del río en las comunidades posteriores, con los ajustes necesarios, según sus usos, costumbres y tradiciones.

A nivel micro, se desarrolla esta propuesta teniendo como premisa el plan piloto puesto en marcha en el año de 1980, por lo que este proyecto retoma ese ideal de mejora y lo transforma en una propuesta espacial, 40 años después de su ejecución en la población.

De manera creativa, a lo largo de los apartados van surgiendo conceptos, que se entrelazan con conceptos anteriores y a su vez, adquieren en conjunto un nuevo significado y hacen posible encaminar esta investigación a su aplicabilidad.

A lo largo de este diálogo, se motiva al lector a ser un agente de cambio en su población, con la finalidad de brindar mejores condiciones de habitabilidad y concientizar a la población de la importancia del cuidado de los recursos naturales y la convivencia respetuosa con ellos.

ÍNDICE:

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR 4
AGRADECIMIENTOS: 5
PRÓLOGO: 6
INTRODUCCIÓN 10
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: 11
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO: 14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 15
NECESIDADES DEL TERRITORIO: 15
OBJETIVO GENERAL: 19
OBJETIVOS PARTICULARES: 19
PROCESO METODOLÓGICO: 20
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO: 22
BENEFICIOS QUE OFRECE EL PROYECTO: 28
DELIMITACIÓN ESPACIAL: 30
DELIMITACIÓN TEMPORAL: 31
DELIMITACIÓN TÓPICA: 32
DELIMITACIÓN SEMÁNTICA: 33
CAPÍTULO I: **ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO.** 37
EL ORIGEN DE LA GEOMETRÍA: 39
LA SIGNIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA: 39
LA IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA: 40
GEOMETRÍA EUCLIDIANA: 40
GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA: 42
GEOMETRÍA FRACTAL: 43
FRACTALES: 44
DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO: 47
TEORÍAS DE LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL: 49
LOS 3 MODELOS DE CHRISTALLER PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CIUDADES: 51
CONNECTING THE FRACTAL CITY (NIKOS A. SALINGAROS): 53
PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA: 54

HABITABILIDAD: 56

INDICADORES DE HABITABILIDAD: 58

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: UNA VISIÓN DESDE LA GEOMETRÍA FRACTAL. 62

LECTURA DE PATRONES A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS: 65

FRACTALES COMO CONFIGURADORES DE UN SISTEMA: 66

ENFOQUES DE LOS FRACTALES: 67

CONCLUSIÓN CAPÍTULO I: 68

CAPÍTULO II: **DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.** 71

ANTECEDENTES DE LA COMUNIDAD: 72

PLAN PILOTO DE 1980 EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: 73

MEDIO FÍSICO NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL: 74

MEDIO FÍSICO NATURAL (GEOMETRÍA Y GEOGRAFÍA): 75

SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES: 78

HIDROGRAFÍA: 79

ALTIMETRÍA: 80

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL: 81

VIENTO: 81

MEDIO FÍSICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UN SISTEMA CARTESIANO: 82

AMPLIACIÓN DEL CUADRANTE I: 83

CONFORMACIÓN DE EJES: NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL 84

DIAGNÓSTICO URBANO A PARTIR DE ITERACIONES: 85

ESPACIOS EDUCATIVOS Y CULTURALES: 86

ESPACIOS RECREATIVOS Y DEPORTIVOS: 87

ESPACIOS SOCIALES Y RELIGIOSOS: 88

ESPACIOS DE TRANSPORTE Y SALUD: 89

ESPACIOS POLÍTICOS Y DE PROGRAMAS SOCIALES: 90

ESPACIOS DE EXTRACCIÓN E INDUSTRIALES: 91

MEDIO SOCIAL: COSTUMBRES, TRADICIONES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL 92

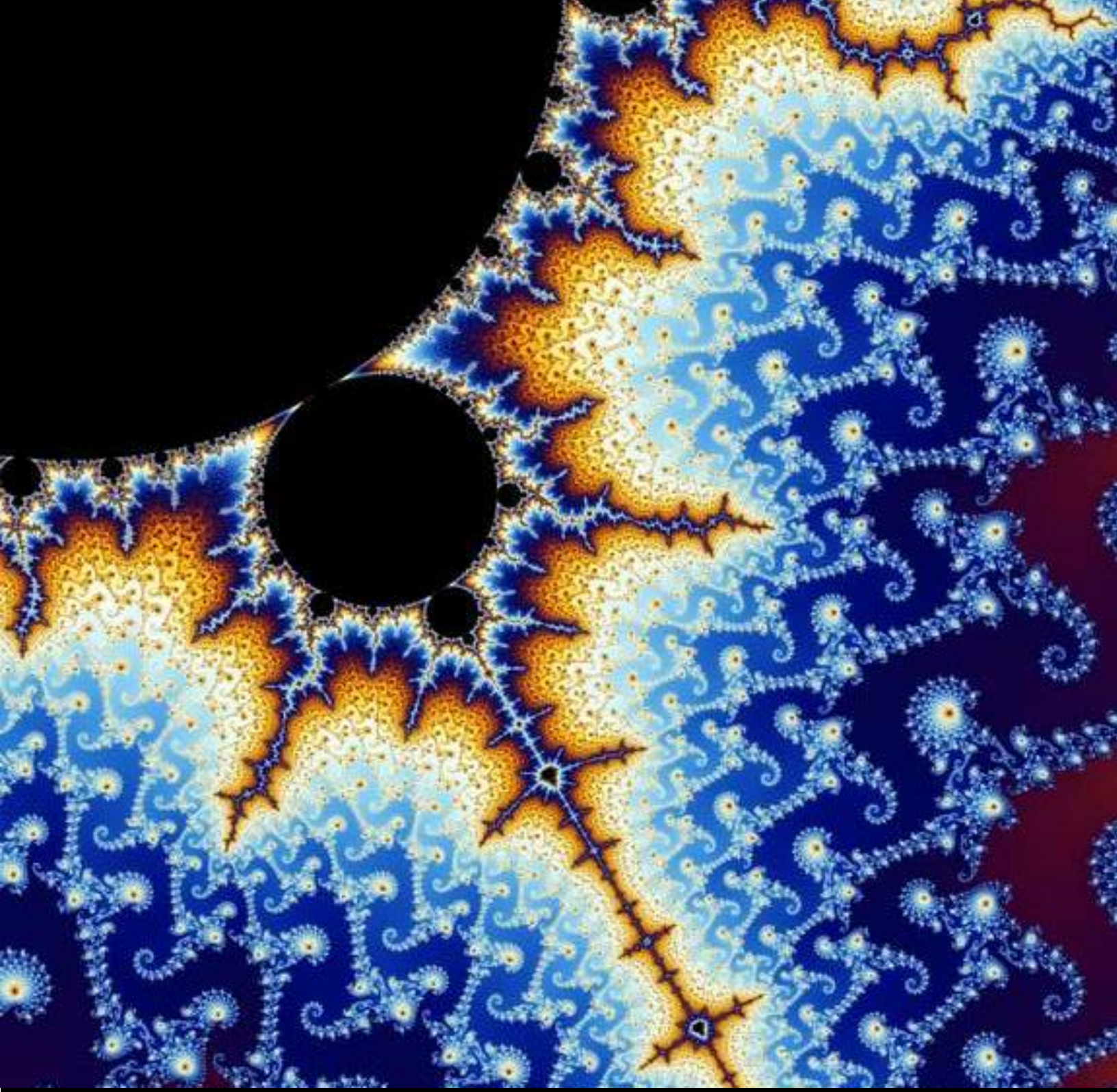
CELEBRACIONES CIVILES Y RELIGIOSAS: 96

COSTUMBRES Y TRADICIONES: 97

ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL: 98

CONCLUSIÓN CAPÍTULO II: 99

CAPÍTULO III: **ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO Y SU APLICACIÓN.** 101
CONCEPTOS ESENCIALES: 103
ITERACIONES EN EL TERRITORIO: 104
DESGLOCE POR CAPAS DE USOS DEL SUELO: 109
DESGLOCE POR CAPAS DE LO CONSTRUIDO: 115
ANÁLIIS NORMATIVO: 120
DELIMITACIÓN DE AGEBS: 127
INDICADORES SOCIALES DE SANTA CRUZ CUAHUTENCO: 128
INDICADORES DE LA POBLACIÓN: 129
INDICADORES ECONÓMICOS: 130
INDICADORES EDUCATIVOS: 131
INDICADORES DE SERVICIOS DE SALUD: 132
INDICADORES DE DISCAPACIDAD: 133
INDICADORES DE MIGRACIÓN: 134
INDICADORES DE RELIGIÓN: 135
INDICADORES DE SITUACIÓN CONYUGAL: 136
INDICADORES DE JEFATURA EN EL HOGAR: 137
CONCLUSIÓN CAPÍTULO III: 138
CAPÍTULO IV: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO.** 141
PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO: 142
CONECTIVIDAD MACRO: 144
CONECTIVIDAD MICRO: 145
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO: USOS DEL SUELO: 146
ESTRATEGIA DE CONECTIVIDAD: 147
PROYECTO CAPILLA ABIERTA: 171
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL CAPILLA ABIERTA: 186
PLANOS CAPILLA ABIERTA: 192
PRESUPUESTO PARAMÉTRICO: 200
CONCLUSIÓN CAPÍTULO IV: 201
CONCLUSIÓN GENERAL: 204
REFERENCIAS: 210
ÍNDICE DE TABLAS: 213
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES: 214



INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

"En la Arquitectura encontré una manera de observar la realidad a partir de un lenguaje de patrones; todo está conformado por patrones"

Víctor David García Araujo

¿Qué relación existe entre un árbol y un bosque, entre una vivienda y una ciudad? Estas son algunas de las preguntas que tenía en mente al comenzar a esbozar las ideas primigenias que dieron como fruto esta investigación, las cuales surgieron mientras se desarrollaba una propuesta Urbano-Arquitectónica titulada "DES-Territorializando el IN-Habitar", para el sexto concurso de INFONAVIT en verano de 2018.

Así como un bosque se compone de un conjunto de árboles, la ciudad se constituye de la agrupación de viviendas, por lo que ambos sistemas comparten un patrón en común: la fractalidad. Cada elemento del sistema (ya sea en el bosque o en la ciudad) es una fracción de un todo.

Tanto en el bosque como en la ciudad, se pueden hacer encuadres, desde niveles macro hasta niveles micro, lo que corresponde a un principio extrapolado de la geometría fractal: la autosimilitud. Sin importar la escala que se esté observando, hay un patrón que se repite.

Estos encuadres forman parte de un todo, lo que conlleva a la concepción de la realidad, como un sistema complejo que tiene múltiples interrelaciones, dependiendo del grado de observación.

Vivimos en un mundo que funciona mediante sistemas complejos, en donde hay fuerzas (aparentemente invisibles) que determinan los fenómenos socio-culturales de la cotidianeidad, por lo que, al desarrollar la investigación a partir de patrones, permite hacer visibles dichos fenómenos en mapas o diagramas con mayor claridad.

Las reflexiones que dieron pauta a considerar a la Geometría Fractal como el eje conceptual de esta investigación, fueron las siguientes:

- La ciudad está conformada por sistemas complejos, que a su vez están constituidos por subsistemas (iteraciones), que ayuda a explicar por qué la ciudad funciona de determinada manera en diferentes capas.

- Entender las relaciones de los sistemas, a través de su *escalaridad*, permite interpretar y aplicar esos patrones a distintas dimensiones de proyectos,

> "*que van desde partes de edificios (como puede ser una fachada o aún sectores de ella) hasta conjuntos edilicios íntegros (lo que para algunos podría implicar un salirse de la "arquitectura" para adentrarse en el "urbanismo").*" (Negrin & Fornari, 1987, pág. 14)[1]

- Los *patrones geométricos* que imperan en el territorio, moldean la habitabilidad de las personas, debido a los umbrales de proximidad/lejanía.

- Los seres humanos responden a *patrones de comportamiento,* que realizan en su cotidianeidad, a través de su repetición en un espacio-tiempo definido en determinados lapsos.

- La fractalidad…

> "*… permite la explicación del espacio urbano, no de una manera lineal o euclidiana, o como un espacio zonificado como se generó con los planteamientos de Le Corbusier en la Carta de Atenas, sino como un conjunto de espacios que la población define en lo cotidiano y que se entretejen generando áreas compartidas y mezclas en los usos de las zonas que componen la ciudad.* (Bernal, 2012, pág. 5)[2]

[1] Chel Negrin y Tulio Fornari, *El mensaje arquitectónico,* México, Gernika, 1987, pág. 14.
[2] Oscar Bernal, *Vorticidad Urbana,* México, Universidad Autónoma del Estado de México, 2012, pág. 5.

Los objetivos principales que incentivaron este trabajo son los siguientes:

- Realizar una aportación a la arquitectura al entender la realidad a partir de un estado de cosas, que integran sistemas, conformados por una espacialidad, temporalidad y materialidad definidos.
- Proponer ideas innovadoras, que puedan despertar el interés en estudiantes o profesionistas por experimentar conceptos y alternativas de solución transdisciplinarios, ante las nuevas dinámicas sociales y la ciudad compleja de la que somos partícipes.
- Desarrollar un proyecto integral, que, de pauta a la investigación, discusión y divulgación de temas relacionados con el diseño urbano-arquitectónico, a partir de una visión desde la Geometría Fractal.
- Aplicar los conceptos extrapolados de disciplinas como la física, la geometría y las matemáticas en un proyecto urbano-arquitectónico real, que pueda beneficiar a la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y mejorar sus condiciones de habitabilidad, aprovechando sus recursos naturales, artificiales y sociales existentes.
- Fomentar el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

> *"En esencia, la geometría fractal ha permitido analizar y comprender la complejidad del espacio urbano en sus múltiples escalas y en la minuciosidad de detalles que son autosemejantes entre sí y con la totalidad en el conjunto."* (Bernal, 2012, pág. 5)[3]

Es de esta manera, como la geometría fractal permite explicar la complejidad del espacio urbano, a través de la utilización del triángulo de Sierpinski y de estudiar al territorio, a través de diferentes capas, que permitan esclarecer información concreta.

[3] Oscar Bernal, *op. cit.*, pág. 5.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO:

El presente trabajo ha sido desarrollado, a partir de una visión transdisciplinaria, con la finalidad de integrar a la investigación conceptos extrapolados de disciplinas como la física, la geometría y las matemáticas, que permitan visualizar los fenómenos urbano-arquitectónicos de la *ciudad compleja* del siglo XXI desde otro ángulo de visión.

En el capítulo I, se estudian conceptos relacionados con el *diseño urbano-arquitectónico* y la *geometría fractal,* para determinar los *patrones* en común que permitan abordar metodológicamente el territorio.

En el capítulo II, se realiza un diagnóstico general del medio físico natural, artificial y social, de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, según los conceptos definidos en el capítulo uno, para detectar las áreas de oportunidad en las que se puede intervenir.

En el capítulo III, se analiza el territorio, tanto del uso de suelo existente como del área construida, la normatividad vigente y sus indicadores sociales. Se conceptualiza un proyecto urbano-arquitectónico a partir de iteraciones y se determina la estrategia urbana a implementar.

En el capítulo IV, se desarrolla la propuesta urbano-arquitectónica para la localidad de Santa Cruz Cuahutenco, la cual contempla un eje oriente-poniente (que articula 4 puntos clave de la comunidad) y un eje norte-sur (que revitaliza una sección del Río que atraviesa la población). De esta manera es como se genera un plano cartesiano.

La metodología que se establece en esta investigación consiste en entender los sistemas como conjuntos compuestos de 3 elementos: *patrones de espacialidad, patrones de temporalidad y patrones de materialidad*, que son necesarios e inseparables para que pueda acontecer algo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Como punto de partida, se llevó a cabo un diagnóstico Urbano-Arquitectónico en el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, para detectar las principales necesidades de la comunidad. En el siguiente mapa (ver imagen 1) se sintetizan las 4 necesidades principales que se requiere atender.

NECESIDADES DEL TERRITORIO:

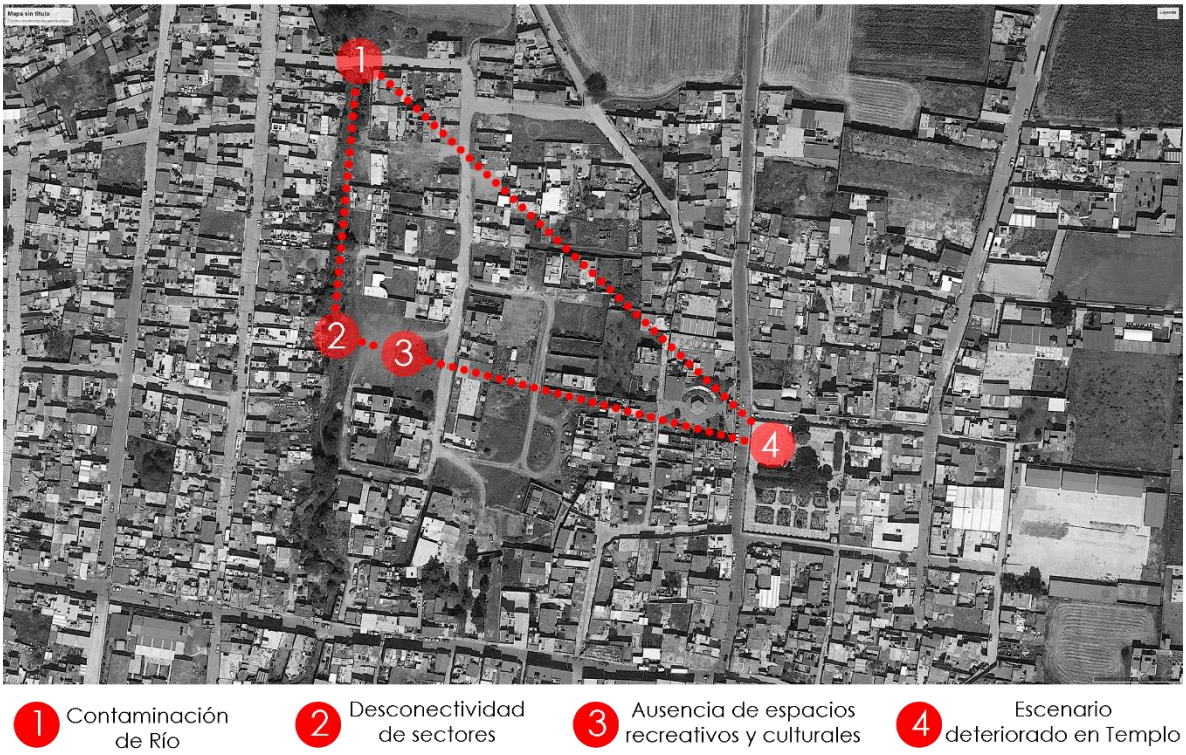


Imagen 1- Mapa de necesidades detectadas en el territorio de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

En las siguientes páginas, se explica de manera general en qué consiste cada una de estas necesidades y se anexan las fotografías pertinentes, para complementar la presente investigación. Estas necesidades engloban los sectores ecológico, urbanístico, recreativo, cultural, social y religioso.

1.- CONTAMINACIÓN DE RÍO:

Uno de los ríos que atraviesa la localidad de Santa Cruz Cuahutenco (proveniente de las escorrentías del Nevado de Toluca), se encuentra contaminado (ver imagen 2), debido a la urbanización sin una supervisión constante y a la falta de conciencia ecológica. Al ser la primera comunidad por la que fluye este río es de suma importancia atender esta necesidad.

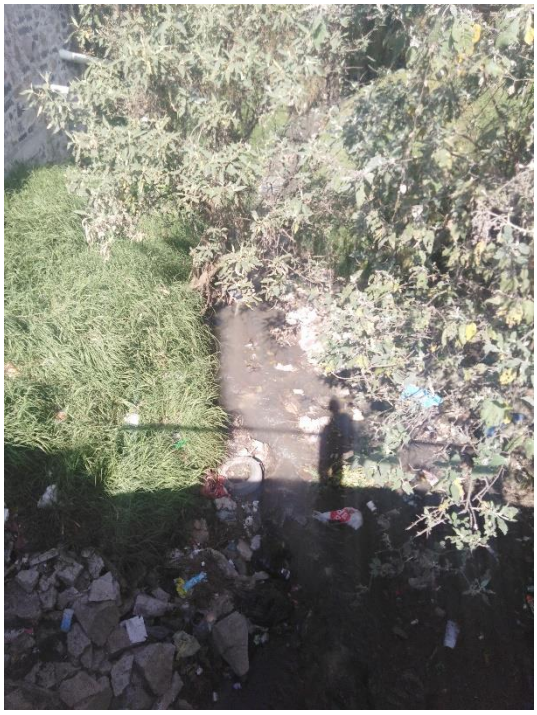


Imagen 2- Contaminación actual de Río. Fuente: Archivo personal, diciembre 2019.

2.- DESCONECTIVIDAD DE SECTORES:

Ante una necesidad de conectividad entre los sectores (llamados coloquialmente "centro" y "colonia"), los pobladores han implementado dispositivos a base de madera (ver imagen 3), que permiten entrelazar ambos sectores. Esto porque los puentes existentes se encuentran a una distancia de 325 metros, lo que genera largos recorridos para poder cruzar de un lado al otro del río.

Imagen 3- Dispositivo de conectividad implementado por los habitantes de la comunidad. Fuente: Archivo personal, marzo 2019.

3.- AUSENCIA DE ESPACIOS RECREATIVOS Y CULTURALES:

A falta de espacios recreativos y culturales, los habitantes de la comunidad tienden a ocupar por temporadas terrenos sin edificación, que adaptan con elementos como lonas, gradas, escenarios e iluminación, para llevar a cabo sus actividades tradicionales, como bailes, jaripeos (ver imagen 4) y las celebraciones alusivas al 16 de septiembre y al 20 de noviembre, entre otras.

Imagen 4- Adaptación del espacio para realización de jaripeo. Fuente: Archivo personal, agosto 2017.

4.- ESCENARIO DETERIORADO EN TEMPLO DE SANTA ELENA DE LA CRUZ:

Anualmente, en este escenario se lleva a cabo la representación tradicional de semana santa y las celebraciones alusivas a Santa Elena de la Cruz. Actualmente, este espacio no ha recibido un mantenimiento estructural, por lo que se encuentra deteriorado (ver imagen 5). Es pertinente la inclusión de este espacio en la propuesta urbano-arquitectónica por la influencia social que tiene en la población.

Imagen 5- Escenario de Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019.

Una vez detectadas las principales necesidades de la comunidad, se formula la pregunta inicial de la investigación:

- ¿Cómo un *proyecto urbano-arquitectónico* (a partir de la geometría fractal) puede mejorar las condiciones de habitabilidad en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco?

Del planteamiento anterior, es como se derivan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo la *revitalización del río* que divide la comunidad, puede ser un agente de cambio que mejore las condiciones de habitabilidad?
- ¿Cómo se puede *mejorar la conectividad* entre los sectores centro y colonia?
- ¿Por qué es pertinente *diseñar un centro cultural,* en la intersección del eje oriente-poniente y el eje norte-sur de la comunidad?
- ¿Por qué el *diseño de la capilla abierta,* en el templo de Santa Elena de la Cruz, es un punto clave en el proyecto urbano-arquitectónico?
- ¿Cómo promover la cultura, las tradiciones propias de Santa Cruz Cuahutenco y hacer conciencia en la población de su importancia?
- ¿Cuál es el aporte de la geometría fractal en el diseño urbano-arquitectónico?

Con las preguntas anteriores, se pretenden hacer más nítidas las principales necesidades de la comunidad, para solventarlas con una propuesta urbano-arquitectónica, desde una visión de la geometría fractal.

En el transcurso las siguientes páginas, irán surgiendo conceptos extrapolados de la geometría fractal, que permiten tener un enfoque diferente, tanto para el diagnóstico del territorio como para su análisis, hasta concretar una propuesta espacial para Santa Cruz Cuahutenco.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un proyecto urbano-arquitectónico para la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, a partir de la extrapolación de conceptos de la geometría fractal, para mejorar sus condiciones de habitabilidad.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Investigar los fundamentos de la geometría fractal y definir su aplicabilidad en este proyecto.
- Realizar el diagnóstico y análisis urbano-arquitectónico de la comunidad, a partir de estudiar en su multi-escalaridad el territorio (teniendo como modelo análogo el triángulo de Sierpinski).[4]
- Diseñar el proyecto urbano-arquitectónico en el área delimitada de la comunidad (ver imagen 6), para solventar las principales necesidades detectadas: la contaminación del río, la desconectividad de sectores, la ausencia de espacios recreativos y culturales y el escenario deteriorado en el templo de Santa Elena.

Imagen 6- Delimitación espacial de objetivos. Fuente de mapa base: Google Earth, mayo 2018.

[4] El triángulo de Sierpinski es el modelo analógico que se retomó para la conceptualización de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico y para el análisis por fracciones del territorio.

PROCESO METODOLÓGICO:

La estrategia metodológica en este proyecto urbano-arquitectónico se compone de dos partes:

I. **Teoría:** En este primer apartado, se plantean teorías y conceptos relacionados con la geometría fractal, para explicar los fenómenos urbano-arquitectónicos que acontecen en el territorio.

II. **Práctica:** Esta segunda parte, consiste en el desarrollo de la propuesta urbano-arquitectónica, para mejorar las condiciones de habitabilidad de la localidad.

La parte teórica, comienza con la descripción de la geometría como el medio de expresión del ser humano, para pasar a la geometría fractal, planteada por el matemático **Benoit Mandelbrot**, donde se descubre uno de los principios del diseño de la naturaleza: *la fractalidad*.

Paulatinamente, se estudian teorías relacionadas con la distribución de las ciudades, como lo es la "Teoría del Lugar Central" del geógrafo Walter Christaller y "The Fractal City", del matemático y polímata Nikos A. Salíngaros, las cuales se explican mediante polígonos urbano-geométricos.

Posteriormente, se sintetizan los conceptos expuestos mediante el triángulo de Sierpinski, al representar de manera gráfica una característica de los fractales (las iteraciones) y de manera conceptual los 3 elementos que hacen posible que pueda acontecer algo: espacio, tiempo y materia.

Finalmente, se plantean los principios de la conceptualización urbano-arquitectónica, para el diagnóstico y análisis de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, hasta llegar a la realización de los mapas e imágenes pertinentes, que evidencian las principales necesidades de la comunidad.

La parte práctica, inicia con el diagnóstico y análisis urbano-arquitectónico, mediante un estudio por capas, donde se analizan los usos de suelo existentes en el territorio, así como la tipología de sus edificaciones, ya sea vivienda, comercio, cultura, educación, recreación, deporte, religión, etc.)

Una vez que se ha realizado el estudio por capas y se han detectado las principales necesidades de la comunidad, se plantea la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, desde lo general (a nivel regional) hasta lo particular (a nivel local).

Desde una visión de la geometría fractal, a nivel regional se plantea la intervención en el río como el *patrón urbano* inicial que se puede expandir (como los líquenes) a lo largo del río, ajustando el patrón a las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de cada comunidad.

A nivel local, se consideran las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de Santa Cruz, y se retoma un antecedente del año de 1980, cuando se llevó a cabo el Plan Piloto en Santa Cruz Cuahutenco, por lo que este proyecto se concibe como una continuación de ese ideal de mejora.

El primer proyecto arquitectónico que se desarrolla es la capilla abierta en el templo de Santa Elena de la Cruz, en donde se presentan los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones necesarios para su construcción, así como el presupuesto y programación de la obra.

El segundo proyecto arquitectónico, corresponde al centro cultural, ubicado en la intersección del eje oriente-poniente y el eje norte-sur de la comunidad, el cual se diseña a nivel conceptual, estableciendo los ejes rectores del proyecto, así como sus etapas de realización.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Desde el año de 1980, cuando se desarrolló el Plan Piloto en Santa Cruz Cuahutenco, no se ha realizado ninguna intervención urbana en la comunidad; 40 años después, es necesaria una propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico que solvente las nuevas necesidades espaciales de la población y se ajuste a sus costumbres y tradiciones específicas.

A continuación, se describe cada uno de los puntos expuestos en el apartado de planteamiento del problema, para complementar la información proporcionada y explicar la pertinencia del desarrollo de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico para Santa Cruz.

1.-CONTAMINACIÓN DE RÍO:

Se realizó un mapeo del crecimiento poblacional en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, teniendo como base un mapa de Google Earth del año 2003 y un mapa del año 2017, en donde se marcó de color amarillo las áreas en donde se edificó durante este lapso de 14 años (ver imagen 7).

Esta urbanización enmarcada en el recuadro rojo se desarrolló justo en la periferia de los sectores centro y colonia, por lo que esa área es un punto clave de la investigación, además de ser considerada el corazón de la comunidad por su ubicación geográfica y los desplazamientos actuales.

Esta necesidad también se encuentra señalada en el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2015, con el punto número 3, referida a la "Contaminación del Río Chiquito". (2019)[5]

[5] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec, 2015*, Plano Diagnóstico D-7 Síntesis de la Problemática.

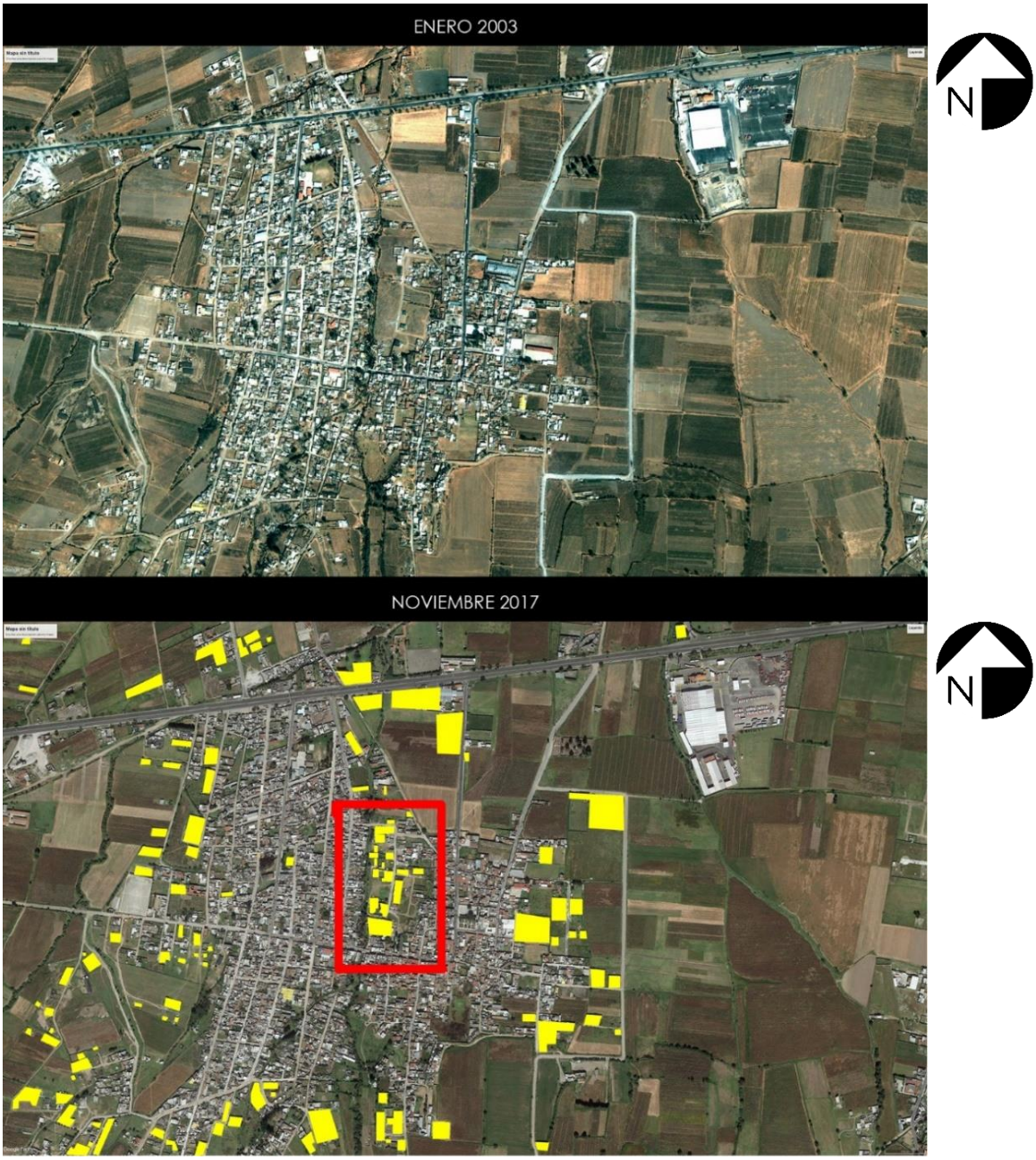


Imagen 7- Crecimiento poblacional 2003-2017. Fuente de mapa base: Google Earth 2003 y 2017.

En la imagen 7, se observa un crecimiento en el primer cuadrante del territorio (enmarcado con el recuadro rojo). Dadas las condiciones actuales del río, se llega a la conclusión que dicha urbanización se llevó a cabo sin una supervisión contante, que garantizara las condiciones de higiene y salubridad de la población, así como el cuidado y mantenimiento del río.

2.- DESCONECTIVIDAD DE SECTORES:

Se realizó un mapeo del territorio, a partir del área de estudio delimitada y se ubicaron los puntos de conexión (puentes) existentes entre el sector centro y el sector colonia (ver imagen 8). Al haber únicamente esos dos puntos de conexión, se genera un aislamiento interno de los sectores y se dificulta la permeabilidad de los flujos (personas) sobre los fijos (lo edificado).

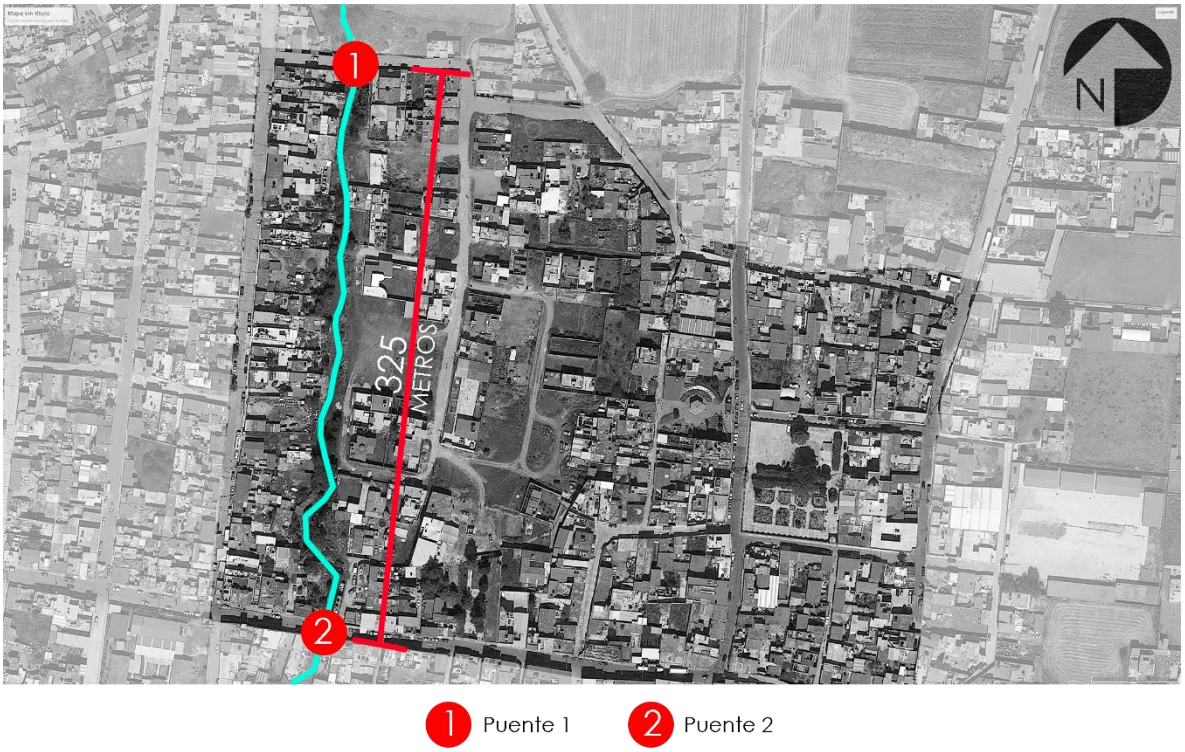


Imagen 8- Ubicación de puentes en el área de estudio. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

Se detectó que, en el área de estudio, los puentes existentes se encuentran a una distancia de 325 metros, lo que genera largos recorridos y por esta razón, los habitantes tienden a recurrir a dispositivos que acorten estos recorridos, como puentes provisionales hechos a base de polines, que les permitan cruzar de un lado al otro del río.

3.- AUSENCIA DE ESPACIOS RECREATIVOS Y CULTURALES:

En la actualidad, sólo el 1.18% del uso de suelo en el área de estudio, está destinada al sector recreativo (ver imagen 9). Ante la demanda de espacios de esta índole, la población regularmente utiliza terrenos baldíos para solventar esta necesidad, colocando una lona que proteja temporalmente el espacio, mientras se realiza el evento planeado.

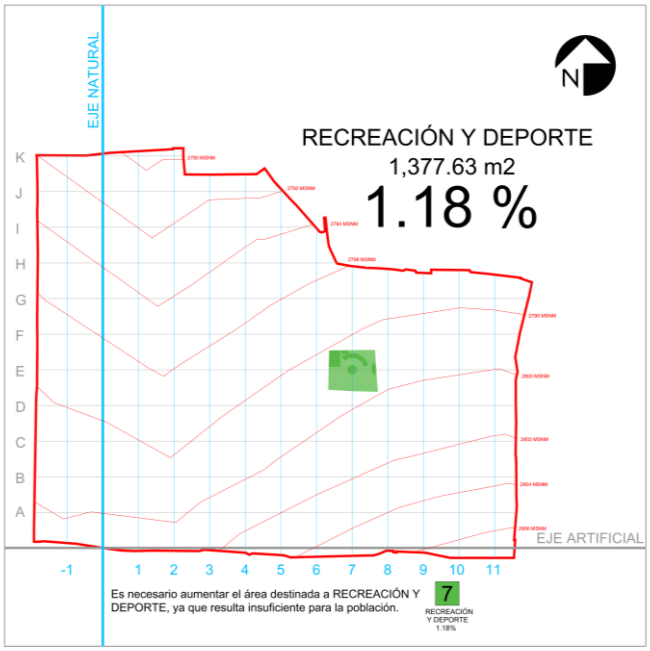


Imagen 9- Análisis del uso del suelo con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III".

De los espacios construidos, destinados al sector recreativo y deportivo, solo el 0.82% de lo edificado pertenece a este sector (ver imagen 10), correspondiente únicamente a la plaza comunitaria de Santa Cruz Cuahutenco, pero existen áreas que tienen el potencial de contribuir a esta necesidad, como las franjas de área verde paralelas al río.

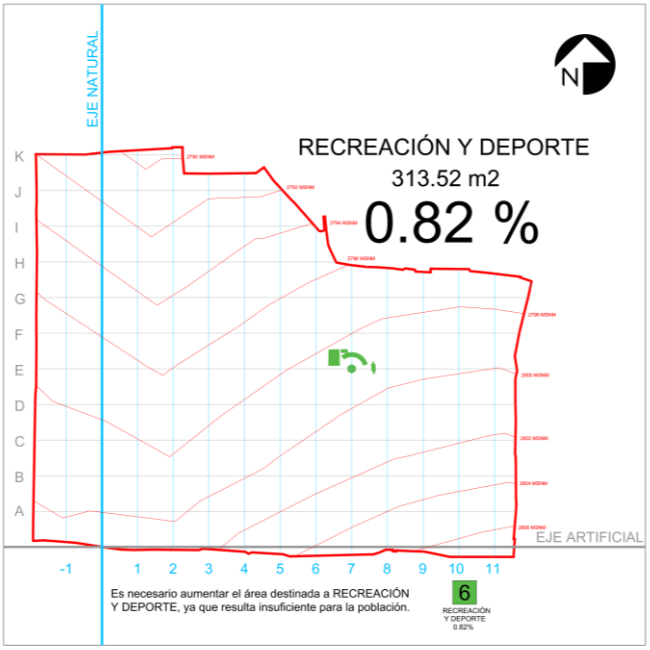


Imagen 10- Análisis de lo construido con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III".

4.- ESCENARIO DETERIORADO EN EL TEMPLO DE SANTA ELENA DE LA CRUZ:

Como se observa en la imagen 11, el actual escenario del templo de Santa Elena de la Cruz presenta diversas patologías, como grietas en la base, desprendimiento del firme de concreto y crecimiento de vegetación.

Esto como resultado del uso del espacio y de su proceso constructivo, ya que en su construcción se utilizó relleno que no estaba totalmente libre de materia orgánica y con el paso del tiempo, se fue asentando, permeando la humedad y creciendo la vegetación.

Imagen 11- Detalle fotográfico de las patologías del escenario del templo. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019.

La intervención en este espacio es un punto clave en la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico, ya que una importante afluencia de personas[6] tiene el hábito de asistir semanalmente a las celebraciones litúrgicas, por lo que las actividades del programa urbano-arquitectónico se sincronizan con este fenómeno de desplazamiento.

De esta manera, el **punto de encuentro** en el templo de Santa Elena de la Cruz se despliega a lo largo del eje cultural oriente-poniente, hasta llegar al centro cultural y posteriormente en el eje recreativo norte-sur.

[6] Según el Dr. Ángel Palma, el 98% de los credos religiosos en Santa Cruz Cuahutenco pertenece a la religión católica. Véase en: Palma, A. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.110

Recientemente, se han conformado asociaciones civiles, que tienen la finalidad de promover las tradiciones de la comunidad y la cultura, como "Colectivo Santa Cruz", que organiza entre otras actividades, el evento denominado "Ruta de las Animas" el 1° de noviembre de cada año, en donde se exponen ofrendas que son diseñadas por los grupos sociales de la localidad, como los panaderos, músicos, grupos religiosos, jóvenes, etc.

Este proyecto, está encauzado a la misma dirección, al diseñar un centro cultural, donde se pueden exhibir elementos identitarios de la comunidad, como fotografías, elementos históricos o creaciones de los mismos habitantes, ya sean de los talleres ofertados del centro cultural o de los centros educativos, como el preescolar, la primaria y la secundaria.

La estrategia para promover la cultura y la recreación en la comunidad es a través de la creación del **eje cultural oriente-poniente** y del **eje recreativo norte-sur,** así como la ubicación de las áreas de exposición, en lugares que son transitados cotidianamente por los habitantes, para que su acercamiento a la cultura sea de una manera amigable y sutil.

¿Por qué es importante mantener una identidad y el vínculo con la cultura? Porque el ser humano es sociable por naturaleza y la identidad, le permite sentirse perteneciente a un grupo social, lo que contribuye a su correcto desarrollo biológico, psicológico y social.

En síntesis, esta propuesta de mejoramiento desarrolla el lenguaje de patrones que permite tejer las conexiones urbano-arquitectónicas de la localidad, mientras se integra el medio físico natural, artificial y social con las costumbres y tradiciones propias de la comunidad, para mejorar las condiciones de habitabilidad y la calidad de vida de la población.

BENEFICIOS QUE OFRECE EL PROYECTO:

A continuación, se anexa una breve descripción de los beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, culturales-recreativos, deportivos y de salud que ofrece esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico.

- **Sociales:** Fomentar las costumbres y tradiciones de la comunidad a las nuevas generaciones, por medio de espacios culturales que permitan su difusión, así como actividades donde participe la ciudadanía y se promueva la unidad y las relaciones sociales, como en el evento denominado "Ruta de las Ánimas" en noviembre o en la "Feria de Pan Artesanal" en mayo, llevados a cabo anualmente.
- **Económicos y laborales:** Mediante la revitalización del río que atraviesa el centro de la comunidad, se ofrece una nueva fachada a las viviendas que actualmente dan la espalda al río, para que puedan abrir un local comercial que ofrezca productos o servicios a la nueva afluencia peatonal y de esta manera tener otra fuente de ingresos.

  En el caso del centro cultural, se plantea la apertura de talleres, que entre semana puedan tener un bajo costo, para que puedan asistir niños, jóvenes, adultos y adultos mayores, además de generar empleos en el mismo centro cultural y en la periferia del río.
- **Ecológicos:** En vez de conceptualizar el río como un espacio para el desagüe, se interpreta como un espacio de oportunidad, que mejora las condiciones de habitabilidad de la población (al extender el espacio público y las áreas verdes) y contribuye al cuidado del medio ambiente, tanto para la primer localidad por la que fluye el río (Santa Cruz Cuahutenco) como para las comunidades posteriores por las que circula, como Barbabosa, Bosques ICA, Calixtlahuaca, San Pablo Autopan y San Diego Linares, hasta su entronque con el río Lerma.

- **Políticos:** Se fomenta una comunicación asertiva entre las autoridades de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y las autoridades del H. Ayuntamiento de Zinacantepec 2019-2021, estableciendo un trabajo colaborativo no solo para la realización de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico, sino para la realización de proyectos posteriores que beneficien tanto al Municipio de Zinacantepec como a la ciudadanía de Santa Cruz Cuahutenco.
- **Culturales y recreativos:** Se promueven espacios que permiten a la población acercarse a la cultura de una manera amigable, mediante espacios abiertos como la plaza central del centro cultural, donde la población pueda observar un evento o una exposición temporal mientras camina habitualmente. Además de espacios de recreación, como los talleres del centro cultural, donde las personas puedan aprender un oficio como la elaboración de pan artesanal, carpintería o electricidad e inscribirse a talleres de ritmos latinos, danza, zumba, música, pintura, dibujo, escultura, entre otros.
- **Deportivos:** Por medio de la apertura de los senderos propuestos (los cuales ya existen, solo que no están en condiciones de ser transitables) y el andador del río, se promueve la movilidad peatonal y se incentiva a las personas a caminar, trotar, correr o usar su bicicleta, promoviendo su bienestar físico y disminuyendo el uso del automóvil.
- **Salud:** Al fomentar la movilidad sustentable (peatonal y no vehicular), se fomenta el cuidado de la población por su salud, física (mediante el ejercicio), mental (por medio de la cultura y el conocimiento) y espiritual (al conectarse el ser humano con la naturaleza, con el río, la flora y la fauna del territorio).

DELIMITACIÓN ESPACIAL:

El desarrollo de la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico se lleva a cabo en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, Municipio de Zinacantepec, Estado de México, coordenadas 19.2492, -99.7266,[7] debido a que es la primera comunidad por la que fluye una de las escorrentías provenientes del Nevado de Toluca, como se observa en la imagen 12.

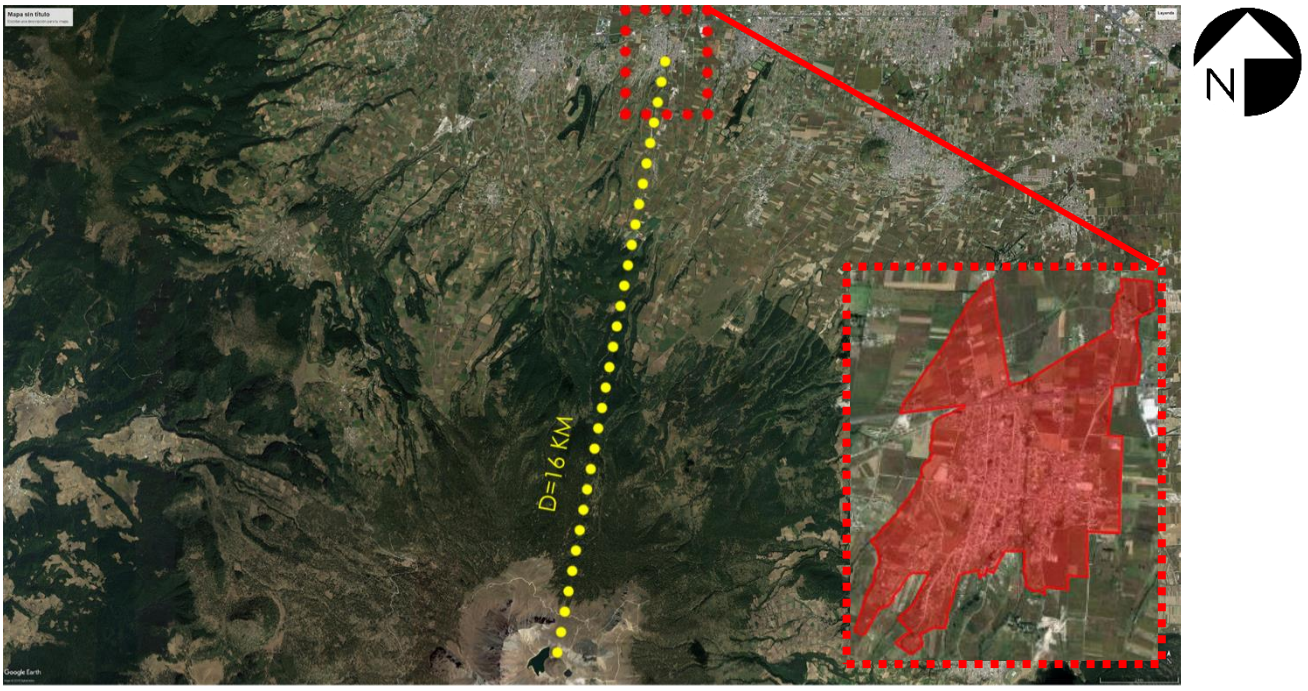


Imagen 12- Ubicación de Santa Cruz Cuahutenco (encuadre rojo) en relación con el Nevado de Toluca y ampliación de la comunidad. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

La comunidad de Santa Cruz se encuentra a una distancia de 16 km del Nevado de Toluca, como lo muestra la línea punteada amarilla. La ampliación con el recuadro puntuado rojo delimita el polígono de la localidad, la cual tiene un área de 2,588,006 m2 y un perímetro de 11,948.00 metros, según la medida realizada con el navegador interactivo de INEGI.[8]

[7] INEGI 2019. Consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=151180064
[8] *Idem*

DELIMITACIÓN TEMPORAL:

Esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico se desarrolla a inicios de la tercera década del siglo XXI (01/01/2020 - 31/12/2029), debido a que en los últimos 40 años no se ha realizado una intervención urbana en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco (desde el Plan Piloto de 1980) y es necesario solventar las nuevas necesidades espaciales, como lo es el crecimiento poblacional[9] (ver tabla 1) y cuidar el medio ambiente.

Información de localidad

Datos actuales						
Clave INEGI	151180064					
Clave de la entidad	15					
Nombre de la Entidad	México					
Clave del municipio	118					
Nombre del Municipio	Zinacantepec					
Grado de marginación municipal 2010	Bajo					
Clave de la localidad	0064					
Nombre de la localidad	Santa Cruz Cuauhtenco					
Estatus al mes de Octubre 2015	Activa					
Año		**2005**			**2010**	
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Total de población en la localidad	2,565	2,733	5,298	3,640	3,820	7,460
Viviendas particulares habitadas		1,087			1,606	
Grado de marginación de la localidad *(Ver indicadores)*		Bajo			Medio	
Grado de rezago social localidad *(Ver indicadores)*		1 muy bajo			Muy bajo	
Indicadores de carencia en vivienda *(Ver indicadores)*						

Tabla 1: Según el INEGI, del año 2005 al año 2010, se presentó un incremento poblacional de 2,162 habitantes. Fuente: SEDESOL, Catálogo de Localidades, consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151

Como se explica en la tabla 1, se ha detectado un crecimiento poblacional importante, al pasar de ser 5,298 habitantes en el año 2005 a ser 7,460 habitantes en el año 2010. Lo que significa que en tan solo 5 años la población aumentó un 40%, en relación con los habitantes en el año 2005.

La solución arquitectónica, ante el crecimiento poblacional queda abierta para un proyecto posterior. Por el momento, estas cifras sólo se consideran para explicar la necesidad de revitalizar el río de la comunidad, ante la urbanización asentada en los últimos 14 años (ver imagen 7).

[9] Para más información, consultar el Catálogo de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social, desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151180064

DELIMITACIÓN TÓPICA:

¿Qué relación existe entre el crecimiento poblacional a lo largo del río con el estado actual de su contaminación?

¿Qué acciones se pueden realizar para revitalizar el río que fluye por la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco?

¿Cómo se puede concientizar a la población de la importancia del cuidado de los recursos naturales?

¿Cómo se puede solventar la necesidad de conectividad entre los sectores centro y colonia de una manera eficiente?

¿De qué manera el diseño de espacios culturales-recreativos contribuye a mejorar las condiciones de habitabilidad de la comunidad?

¿Cómo se pueden difundir las costumbres y tradiciones de la comunidad a las nuevas generaciones?

¿Por qué la inclusión del sector religioso en este proyecto es un punto clave para sincronizar las actividades del programa urbano-arquitectónico?

¿Cómo integrar el medio físico natural, artificial y social con las costumbres y tradiciones de la localidad y con la propuesta de mejoramiento?

¿Qué beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, políticos, culturales-recreativos, deportivos y de salud ofrece el desarrollo de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico?

¿Cómo se puede conectar la geometría fractal en el diseño de la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco?

DELIMITACIÓN SEMÁNTICA:

El concepto de fractales en este proyecto es extrapolado de uno de los principios de diseño de la naturaleza: la fractalidad. Esta propiedad se encuentra presente en todo lo que existe, ya sean las nubes, las montañas, los copos de nieve, los árboles, el macrocosmos y el microcosmos, en todo.

A partir de este concepto, es como se crea el *patrón regional* (que tiene que ver con la revitalización del río a nivel macro) y el *patrón local* (que ajusta la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico a las costumbres y tradiciones propias de la comunidad).

Esto con la finalidad de mejorar las condiciones de habitabilidad en la población, a partir del término "buen vivir", es decir, de garantizar las condiciones que permiten que el ser humano se desarrolle plenamente en los aspectos biológico, psicológico y socio-cultural.

Ambiente: Resultado de la interrelación del hábitat y los seres vivos, incluyéndose las diferentes actuaciones de éstos y sus variaciones. Es un contexto que se produce en el actuar y obrar de los seres vivos dentro de un hábitat. (Camacho, 2007, pág. 33)[10]

Atrio: En la nueva España, era el espacio exterior, anterior a la entrada de una iglesia, que se delimitaba por medio de tapias… en el centro del atrio, se ubicaba una cruz atrial.

Gracias a estos espacios abiertos, los frailes pudieron convertir a los naturales americanos, acostumbrados a realizar sus ritos religiosos al aire libre, por lo que tales espacios fueron una zona abierta que permitía la *concentración de personas* que participaban en los ritos religiosos.

[10] Mario Camacho, *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*, Trillas, México, pág. 33.

El atrio se empleó como zona de actividades religiosas, como el catecismo, las bodas, etc. Este espacio abierto también permitió la realización de actividades didácticas, de ciclo enseñanza-aprendizaje, para la aculturación hispánica de los pueblos americanos. En épocas posteriores al siglo XVI, se llegó a tener cerca de él, o en él, lugares de panteones. (Camacho, 2007, pág. 64)[11]

Comunidad: Estructura organizativo-funcional de distintos tipos de organismos. Grupo de seres cuya unión es de vida o destino y se manifiesta en la posesión compartida de bienes y servicios. La comunidad se basa en la "voluntad de elegir" y la "voluntad de ser". (Camacho, 2007, pág. 204)[12]

Comunidad social: Unidad estructurada e integrada por grupos humanos que comparten bienes y servicios, para hacer posible la vida dentro de ella. Se relaciona a un hábitat, y con la fusión de ambos se produce el ambiente. (Camacho, 2007, pág. 204)[13]

Concha: Bóveda de cuarto de esfera en forma de concha, ya sea con estrías o un hinchamiento con segmentos tipo concha. Concha acústica, cascarón que permite un *sentido de ondas sonoras* para difundirlas en *espacios abiertos.* (Camacho, 2007, pág. 209)[14]

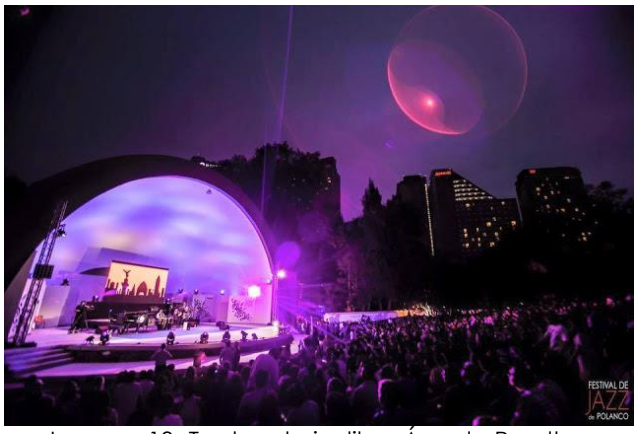


Imagen 13- Teatro al aire libre Ángela Peralta, Polanco. Obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: http://polancoayeryhoy.blogspot.com/2011/03/el-teatro-angela-peralta.html.

[11] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 64.
[12] *Ibidem*, pág. 204.
[13] *Idem.*
[14] *Ibidem*, pág. 209.

Espacio vital: Extensión espacial-temporal de tipo psicológico. Concepto de Kurt Lewin. Esta extensión se relaciona con las experiencias aprendidas, relacionadas a su vez con un espacio perceptual estimado por medio de vivencias intencionales. (Camacho, 2007, pág. 343)[15]

Fractal: (Del francés *fractal*, voz inventada por el matemático francés B. Mandelbrot en 1975 y este del latín *fractus* "quebrado"). Estructura iterativa que tiene la propiedad de que su aspecto y distribución estadística no cambian cualquiera que sea la escala con que se observe. (RAE, 2019)[16]

Geometría: Ciencia que estudia el espacio, matemática y gráficamente. Existen dos concepciones de geometría, la euclidiana y la no euclidiana. (Camacho, 2007, pág. 397)[17]

Geometría fractal: Es un nuevo lenguaje, ya que los puntos, rectas, esferas, elipses y demás objetos de la geometría tradicional, son reemplazados por algoritmos iterativos computacionales, que permiten describir sistemas naturales, caóticos y dinámicos. (Braña, 2003)[18]

Habitabilidad: La estética de la habitabilidad está contenida en los modos de ocupar el espacio, en su cultura y su lenguaje, condición clave que permite inferir el sentido de apropiación, ocupación, identidad y significación del espacio – modos de habitar-. (Macías & De Hoyos, 2015, pág. 274)[19]

---

[15] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 343.
[16] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://dle.rae.es/fractal?m=form
[17] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 397.
[18] Juan Braña, *Resumen del Curso de "Introducción a la Geometría Fractal*, 2003, pág. 5, Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf
[19] Yatzin Macías y Jesús De Hoyos, *El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social*, pág. 274. Véase en José Jiménez, Jesús De Hoyos, Liliana Romero, Alberto Álvarez y Juan Ocaña, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, 338 pp.

Hábitat: Sitio geográfico, desde un punto de vista fisicoquímico, en donde se determinan los factores condicionantes, que permiten las adaptaciones de las actividades vitales de los organismos, así como su modo de sobrevivencia, no se presentan aislados, coexisten en forma simbiótica en un espacio determinado. (Camacho, 2007, pág. 418)[20]

Patrón: Modelo que sirve de muestra para sacar otra cosa igual. (RAE, 2019)[21]

Sistemas no lineales: En los sistemas no lineales, hay propiedades emergentes, que aparecen como resultado de la interacción entre sus partes y que no pueden explicarse, a partir de las propiedades de sus elementos componentes. La complejidad no es, necesariamente, sinónimo de complicación. Sólo habría que enfocar el mundo, desde una visión basada en la no linealidad. Tanto la geometría, como la dinámica de muchos sistemas naturales se pueden abordar desde enfoques simples. (Ivanov, 2019)[22]

Teoría del caos: Cuando se habla en ciencia de caos, nos referimos a caos determinista. Es decir, una conducta compleja e impredecible, pero que se deriva de ecuaciones o algoritmos bien definidos matemáticamente; que incluso no necesitan ser muy complicados. El caos es la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales. Es decir, existe caos, cuando en un sistema dos sucesos que empiezan en condiciones iniciales muy próximas evolucionan de manera diferente, de forma que se separan exponencialmente en el espacio de las fases. (Borondo, 2019)[23]

[20] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 418.
[21] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://dle.rae.es/patrón?m=form
[22] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://disi.unal.edu.co/~lctorress/PSist/PenSis53.pdf pág.10.
[23] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan°7/Seminario%20Teoría%20del%20Caos%201.pdf pág. 3.

CAPÍTULO I:

ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO.

ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO:

"Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, la corteza del árbol no es suave y el rayo tampoco viaja en línea recta."

Benoit Mandelbrot

En este primer capítulo, se van a abordar de manera general los conceptos clave, para el análisis y desarrollo de la investigación, a partir del estudio de la Geometría Fractal y su aplicación, en la lectura de los fenómenos urbano-arquitectónicos y la mejora de la habitabilidad (ver imagen 14).

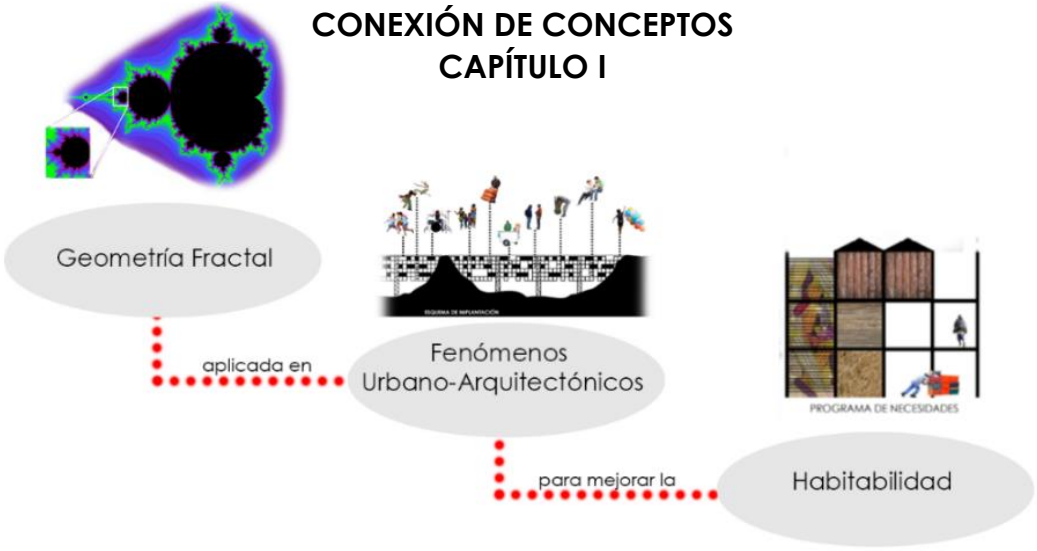


Imagen 14- Conexión de conceptos, capítulo I. Fuente de imagen: Elaboración propia, diciembre 2019. Fuente de imágenes base, obtenidas en junio de 2018: https://fractalesmat.blogspot.com/2016/05/geometria-fractal.html, C-CIFV-253 L-2 y C-CIFV-253 L-2

Se inicia con la reflexión acerca de los orígenes de la geometría (como herramienta y lenguaje sagrado), el significado que tiene para el ser humano (como un lenguaje de expresión de lo simbólico) y la importancia de plasmar un legado (a través de una materialidad y temporalidad definidas). Posteriormente, se estudia la geometría Euclidiana y la no Euclidiana, hasta el surgimiento de la geometría fractal.

EL ORIGEN DE LA GEOMETRÍA:

El origen de la palabra proviene de los vocablos griegos *geo* (tierra) y *metría* (medir), la "medición de la tierra." (Fernández, 2018, pág. 30)[24] Según Herodoto, se remonta a solucionar la necesidad de delimitar parcelas de terreno en Egipto y según Aristóteles, fue una casta sacerdotal la que promovió la investigación geométrica.

Por esta razón, se concibe a la Geometría, por un lado, como una *herramienta* para la solución de problemas prácticos (en cuanto a la delimitación de los terrenos) y por otro, como un *lenguaje sagrado* y con fines rituales. (Bernal & De Hoyos, 2012, pág. 95)[25]

LA SIGNIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA:

En las culturas de la antigüedad, la Geometría no fue concebida, únicamente como un *instrumento* de medición sino, además, como una *forma simbólica* de delimitación espacial, que le permitió al hombre la apropiación de espacios geográficos para convertirlos, por medio de ciertos ritos, en un espacio sacro. (Bernal & De Hoyos, 2012, pág. 100)[26]

Según Víctor Manuel Ortiz (Ortiz, 1984, pág. 60),[27] "el proceso de apropiación convierte el entorno en un *lugar con sentido*, en un sistema de significación", por lo que no se trata, únicamente de concebir espacios útiles y lógicos, sino que debe considerarse un sistema abierto, dinámico y flexible, donde el habitante pueda apropiarse del espacio y darle su propio sentido.

[24] Ever Fernández, *La geometría para la vida y su enseñanza*, Revista de investigación en administración e ingeniería no. 17, 2018, pág. 30.
[25] Oscar Bernal y Jesús De Hoyos, *El mito fundacional de la ciudad, una visión desde la geometría sagrada*, Revista Nova Scientia, 2012, pág. 95.
[26] *Ibidem*, pág. 100.
[27] Víctor Ortiz, *La casa, una aproximación*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1984, pág. 60.

LA IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA:

A través de los años, el hombre siempre ha buscado la manera de solucionar sus necesidades espaciales y materializar sus ideales, en el periodo histórico en el que habitó, siendo la geometría el lenguaje, que le ha permitido plasmar esa búsqueda, en un espacio-tiempo definidos y con una materialidad específica, permitiéndole así construir su l*egado*.

La geometría ha sido y sigue siendo, el lenguaje que permite al ser humano solucionar sus necesidades espaciales, tanto de manera práctica (por la *técnica* empleada para delimitar el espacio) como de manera simbólica (por la parte *artística* o simbólica) y en última instancia, hace posible la construcción de su *legado* y con ello su continuidad en el mundo.

GEOMETRÍA EUCLIDIANA:

Con los griegos, la geometría avanza, hacia la constitución de una disciplina científica, por el interés de fundamentar teórica y deductivamente el conocimiento geométrico, por lo que comienza a ser vista como un sistema axiomático de carácter deductivo. (Camargo & Acosta, 2012)[28] Tiempo después, esos axiomas son conocidos como los postulados de Euclides.

Elementos es la obra cumbre escrita por Euclides, hacia el año 300 a.C. que sistematiza estos desarrollos que continúan con los trabajos de Apolonio, Arquímedes y Tolomeo. Por casi dos mil años, el conocimiento geométrico se subordina al esquema Euclidiano, hasta que tiempo después, surge la geometría no euclidiana, como una respuesta a interrogantes que la geometría euclidiana no había podido demostrar bajo sus postulados.

[28] Leonor Camargo y Martín Acosta, *La geometría, su enseñanza y aprendizaje*, Revista Tecné, Episteme y Didaxis, 2012, pág. 4-8.

La geometría euclidiana imperó como el medio, para explicar la realidad, a través de axiomas, que pudieran ser comprobables y construir un conocimiento científico. Uno de los postulados, por ejemplo, dice que la suma de los ángulos de cualquier triángulo suma 180° (Fernández, 2018, pág. 17).[29] A continuación, se enuncian los 5 postulados formulados por Euclides:

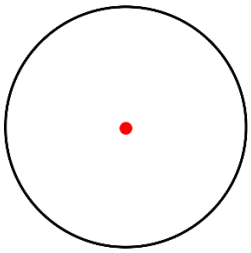
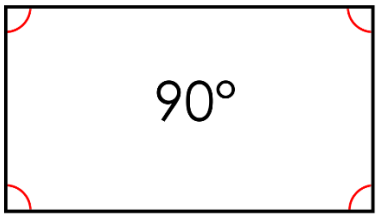
#	DESCRIPCIÓN DEL POSTULADO	REPRESENTACIÓN
1	Desde cualquier punto, se puede trazar una recta, a cualquier otro punto.	
2	Toda recta se puede prolongar indefinidamente.	
3	Con cualquier centro y cualquier distancia, se puede trazar un círculo.	
4	Todos los ángulos rectos son iguales.	
5	Por un punto exterior a una recta, se puede trazar una, y solo una paralela a dicha recta.	

Tabla 2: *Los Postulados de Euclides*. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Sáenz, 2015). Obtenido el 13 de septiembre de 2018 desde: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8

[29] Ever Fernández, *op. cit.*, pág. 17.

GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA:

Dentro del desarrollo que experimentó la geometría durante la última mitad del siglo XVIII y primera mitad del siglo XIX, tuvo lugar el nacimiento de una nueva geometría: la geometría no euclidiana. Esta nueva geometría, fue el fruto de la serie de trabajos que fueron surgiendo con la finalidad de demostrar el quinto postulado de Euclides. (Fernández, 2018, pág. 12)[30]

Cualquier geometría cuyos axiomas contradicen alguno de los de Euclides, es llamada no Euclidiana. La primera de ellas que se inventó es la llamada Geometría Lobachevsquiana. Gauss (1777 - 1855) en Alemania, Bolyai (1802-1860) en Hungría y Lobachevsky (1793-1856) en Rusia, plantearon independientemente la forma de Playfair (1748-1819) del postulado. (Escobar, 2018, pág. 96)[31]

Según Jaime Escobar, "*el descubrimiento de las geometrías no euclidianas liberó a la geometría de su molde tradicional y modificó los conceptos de las matemáticas en general*",[32] lo que significó una ruptura y la transformación del pensamiento.

Al estudiar los antecedentes de la geometría no euclidiana, se llega a los siguientes incisos:

I. A partir de la geometría no euclidiana, es como se deriva la geometría fractal (eje de análisis de esta investigación).
II. En esta propuesta de mejoramiento, se conceptualiza el proyecto urbano-arquitectónico desde la geometría fractal (lo que implica un ángulo de visión diferente).

[30] Ever Fernández, *op. cit*., pág. 12.
[31] Jaime Escobar, *Elementos de Geometría*, pág. 96, Consultado el 13 de septiembre de 2018 desde: http://matematicas.udea.edu.co/~jescobar/Geometria/pdf/elementos%20de%20geometria1.pdf
[32] *Ibidem*, pág. 97.

GEOMETRÍA FRACTAL:

La geometría fractal, es un principio del diseño de la naturaleza, que se encuentra presente en todo, desde una pequeña grieta en la tierra, hasta una nube de gran tamaño en el cielo. Como se observa en la imagen 15, en cada caso, existe una estructura geométrica en particular.

Imagen 15- La Geometría Fractal en la naturaleza. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.gizmodo.com/diez-bellisimos-ejemplos-de-fractales-en-la-naturaleza-1677114869.

Según Elena Sanz (2019)[33], el matemático Polaco Benoit Mandelbrot, es considerado el padre de la Geometría Fractal, por ser pionero en ese campo de las matemáticas y haber "*dejado su legado en múltiples ámbitos, desde el arte hasta la medicina*".

> La geometría fractal… "*estudia los aspectos geométricos que son invariantes con el cambio de escala. Ofrece un modelo alternativo que busca una regularidad en las relaciones, entre un objeto y sus partes a diferentes escalas.*" (Fernández, 2018, pág. 18)[34]

Fernández menciona conceptos como cambio de escala y regularidad, que son los fundamentos que rigen a la geometría fractal. Aunque haya un cambio de escala, seguirá existiendo un patrón de regularidad en el sistema, desde el patrón regional hasta el local.

[33] Elena Sanz, *Benoit Mandelbrot, el padre de la Geometría Fractal*. Revista Muy Interesante, 2019, Consultada el 1 de enero de 2020 desde: https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/fallece-benoit-mandelbrot-el-padre-de-la-geometria-fractal
[34] Ever Fernández, *op. cit.*, pág. 18.

FRACTALES:

El término fractal fue acuñado por primera vez, por el matemático Benoit Mandelbrot en su libro *La geometría fractal de la naturaleza* (1977), a partir del adjetivo latino *fractus* y el verbo *frangere* que significa "romper en pedazos". *Fractus* significa también "irregular", por lo que confluyen ambos significados en el término *fragmento*.[35] (Mandelbrot, 2003, pág. 19)

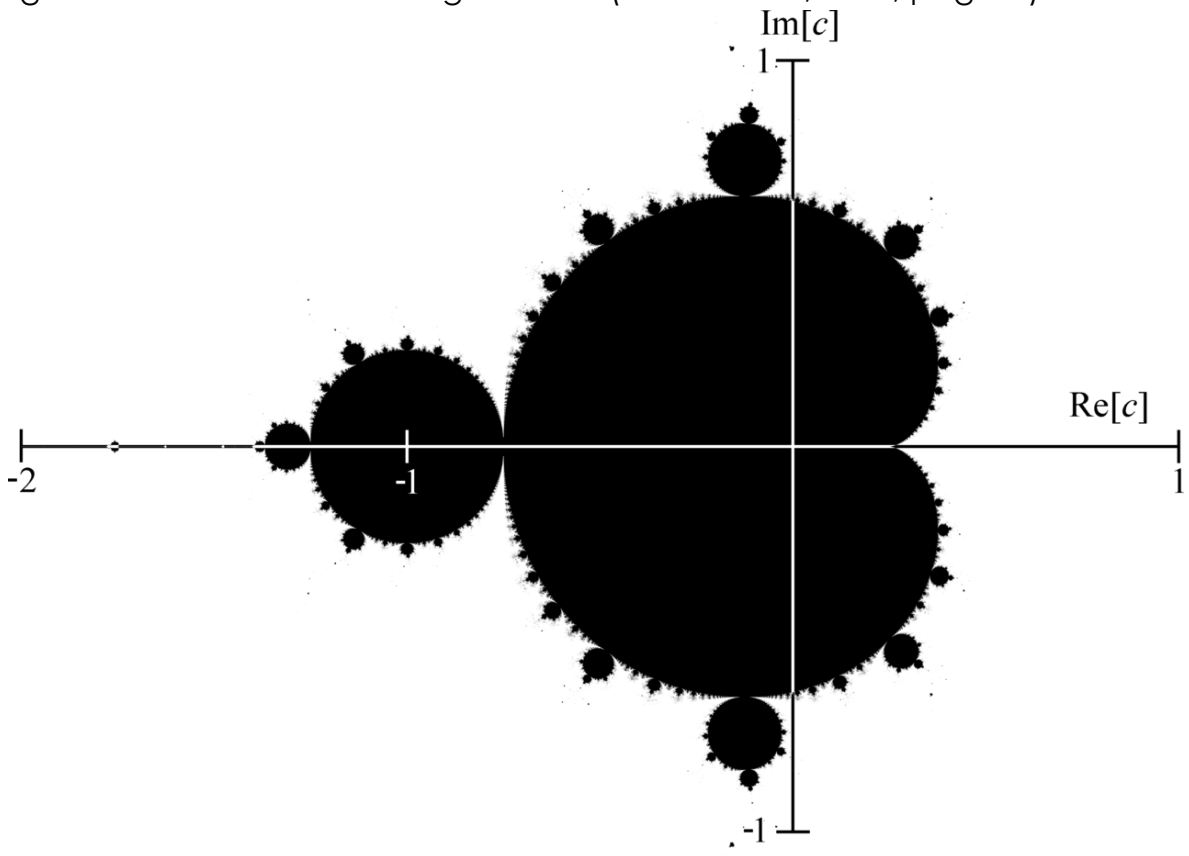


Imagen 16- Representación matemática del conjunto de Mandelbrot. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_Mandelbrot#/media/Archivo:Mandelset_hires.png.

Como se observa en la imagen 16 del conjunto de Mandelbrot, un fractal está constituido por una sucesión de patrones, que se repiten una y otra vez, conservando las mismas propiedades de *autosimilitud* (misma apariencia) y *dimensión fractal* (a través de un punto, una línea, un plano o el espacio).

[35] Benoit Mandelbrot, *La Geometría Fractal de la Naturaleza*, España, TusQuets, 2003, pág. 19.

Los fractales son fragmentos, que pertenecen a un conjunto, que a su vez forma parte de un sistema de mayor escala. Según Juan Pablo Braña,[36] un objeto fractal es aquel que posee las siguientes dos características: la autosimilitud y la dimensión fractal.

I. **La autosimilitud:** Cada porción de un objeto tiene las mismas características del objeto completo. También se puede decir que cada área de un fractal conserva, de manera estadísticamente similar, sus características globales.

II. **La dimensión fractal:** En matemáticas se trabaja regularmente con 4 dimensiones, que son las siguientes:

    Dimensión 0= Un punto

    Dimensión 1= Una línea recta

    Dimensión 2= Un plano

    Dimensión 3= El espacio

En cuanto a la dimensión fractal, cada una de las dimensiones está relacionada con el grado de particiones del fractal, ya sea que se realicen sólo en una línea, en un plano o en el espacio, según el tipo de fractal.

En esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se extrapolan de la Geometría Fractal estos dos conceptos clave, la *autosimilitud* (aplicada en la relación entre el patrón regional y el patrón local) y la *dimensión fractal* (que, en este caso, las iteraciones se realizan en la dimensión 3, que es el espacio. Este *proceso iterativo de diseño* permite crear condiciones que mejoran la habitabilidad de la comunidad, desde un encuadre regional (río) hasta un encuadre local (necesidades específicas).

[36] Juan Braña, *op. cit.*, pág. 5-8, Consultado el 1 de enero de 2020 desde: http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf

Para sintetizar la conceptualización de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, se incorpora el modelo del triángulo de Sierpinski a la explicación (ver imagen 17), ya que representa gráficamente tanto las propiedades de los fractales (autosimilitud y dimensión fractal), como los 3 conceptos necesarios para que pueda acontecer algo en el sistema: el espacio, el tiempo y la materia.

Imagen 17- Construcción del Triángulo de Sierpinski. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: http://personales.unican.es/alvareze/estalmat/Fractales2010/page_16.htm.

Este fractal, postulado por el matemático polaco Maclaw Sierpinski (1882 - 1969) en el año de 1916, permite representar en el triángulo 1, el encuadre regional, constituido por 4 triángulos principales, de los cuales uno de ellos, corresponde al patrón local, es decir a Santa Cruz Cuahutenco.

En el apartado titulado: "Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco", al final de este capítulo I, se describe con claridad este proceso de diseño, donde se abarca la parte conceptual y de aplicabilidad.

Posteriormente, los encuadres regional y local se desglosan en el apartado de diagnóstico de la comunidad (capítulo II) y análisis de la comunidad (capítulo III), a través del estudio por capas del territorio y en el apartado de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico (capítulo IV) con el desarrollo del proyecto.

DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO:

El puente de enlace entre la parte teórica-conceptual de la Geometría Fractal y su aplicación en la mejora de la habitabilidad en Santa Cruz Cuahutenco, es precisamente el diseño urbano-arquitectónico, ya que permite tejer el estado de cosas actual con el potencial.

> El arquitecto, "…*puede con sus diseños, crear espacios urbanos y arquitectónicos, con una mayor sensibilidad y preocupación por la condición del ser humano, desde lo individual a lo social, cultural, histórico y natural*".[37] (Briceño & Gómez, 2011, pág. 114)

El diseño Urbano-Arquitectónico se entiende, como el sistema que integra los componentes del diseño urbano (a escala macro) y del diseño arquitectónico (a escala micro) para garantizar una calidad de vida en la población, de acuerdo con su modo de habitar y sus necesidades.

> Para Briceño y Gómez, se entiende "… *la arquitectura como conformadora del lugar en el que se desarrolla la actividad del hombre. Este lugar no es más que la ciudad, definida, física y espacialmente, por los objetos arquitectónicos y sus interrelaciones*".[38] (Briceño & Gómez, 2011, pág. 96)

La arquitectura se compone de espacios arquitectónicos que están directamente relacionados entre sí, donde el cambio de uno modifica el estado del otro, como sucede por ejemplo en un experimento realizado en la mecánica cuántica, conocido como el experimento de la doble rendija[39] (Hawking & Mlodinow, 2016, pág. 77), donde se demuestra la correlación que existe en la naturaleza y en la arquitectura.

---

[37] Morella Briceño y Luz Gómez, *Proceso de diseño Urbano-Arquitectónico*, Venezuela, Revista Provincia, 2011, pág. 114, Consultado el 1 de enero de 2020 desde: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/33959/articulo5.pdf?sequence=1
[38] *Ibidem*, pág. 96.
[39] Stephen Hawking y Leonard Mlodinow, *El gran diseño*, México, Crítica, 2016, pág. 77.

En las siguientes páginas se estudian teorías relacionadas a la organización espacial del territorio, propuestas por Geógrafos y Economistas, para analizar la distribución espacial con la que se han planeado las ciudades a través del tiempo. Cabe destacar que estas teorías se concibieron en condiciones espaciales homogéneas, en espacios isótropos…

> *"Un medio es denominado isótropo si sus propiedades físicas son idénticas en todas las direcciones… En el caso en que una sola de sus propiedades sea direccional, el sistema cesa de ser isótropo; es anisótropo. …El espacio geográfico es heterogéneo y anisótropo."*[40] (Saint-Julien, 2011)

A través de los años, la conceptualización de la distribución de las ciudades ha ido cambiando, como se observa en la imagen 18. En 1826 el economista alemán Johann Heinrich Von Thünen escribió *"El estado aislado"*, donde consideró importante *"la relación que se establece entre territorio, ciudad y actividades terciarias."*[41] (Moreno S. , 2011, pág. 265)

> *"Las actividades terciarias son eminentemente urbanas, y la localización de estas ha condicionado, condiciona y condicionará no sólo el desarrollo de muchas otras actividades, sino también el de la organización urbana y la importancia de la ciudad en la economía mundial"*[42]. (Moreno S. , 2011, pág. 263)

En 1933 se publicó la *"Teoría de los lugares centrales"* del geógrafo alemán Walter Christaller, en la que se plantea la ciudad, como centro (geométrico y funcional) y se concentran servicios y bienes que proporciona ésta sobre y para su región circundante.[43] (Moreno S. , 2011, pág. 269)

[40] Thérèse Saint-Julien, *Isotropía/Anisotropía*, 2011, Consultado el 3 de enero de 2020 desde: http://www.hypergeo.eu/spip.php?article503
[41] Sergio Moreno, *Análisis teórico y aproximación práctica a las relaciones entre ciudad y comercio*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2011, pág. 265, Consultado el 2 de enero de 2020, desde: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/51718/07.SMR_7de11.pdf?sequence=7&isAllowed=y
[42] *Ibidem*, pág. 263.
[43] *Ibidem*, pág. 269.

TEORÍAS DE LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL:[44]

1826

Von Thünen
Escribió *El estado aislado; acerca de la localización de las actividades económicas.*

1933

Christaller
Publicó
Teoría de los lugares centrales.

1940

Lösch
Elaboró una extensión del modelo Christalleriano, titulada *La ordenación espacial de la economía.*

1970

Vance
Dió a conocer el *Modelo Mercantil,* fundamentado en el estudio histórico del territorio.

Imagen 18- Teorías de la organización espacial.

Imágenes base consultadas el 2 de enero de 2020 desde: Von Thünen: https://fineartamerica.com/featured/johann-heinrich-von-thunen-1783-1850-granger.html
Christaller: https://www.jpost.com/Magazine/Features/Hitlers-geographer-Walter-Christaller-and-Nazi-Academics
Lösch: http://3planoengineering.blogspot.com/2016/01/teori-kerucut-pertumbuhan-oleh-august.html
Vance: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/0004-5608.t01-1-00222?journalCode=raag20

[44] Sergio Moreno, *op. cit.*, Capítulo 6.

En 1940 se desarrolla una extensión del modelo Christalleriano por el economista alemán August Lösch, titulada "*La ordenación espacial de la economía*", donde "*juntó todas las áreas centradas en un lugar central común y haciéndolas coincidir el máximo número de centros de orden superior entre todas*".[45] (Moreno S. , 2011, pág. 273)

Finalmente, en el año de 1970, aparece una alternativa al modelo de la teoría de los lugares centrales, para establecer la localización de las ciudades. "*El modelo Mercantil*" (Merchant's World) del geógrafo americano James Vance, fundamentado en el *estudio histórico del territorio*.

> "*En la década de 1970 geógrafos económicos con una inclinación fuerte por la historia, tales como Vance y Allan Pred, trataron de hacer una geografía histórica más rigurosa y conceptual, y también buscaron incorporar una dimensión histórica, a la geografía económica*"[46] (Van Ausdal, 2006, pág. 217).

Es importante retomar la visión propuesta por Vance y Allan Pred: *la dimensión histórica a la geografía económica*. Se han mencionado teorías de organización espacial a partir del punto de vista de geógrafos y economistas, pero el diseño urbano-arquitectónico no solo se trata de la función, sino también de la *dimensión simbólica*, para que los habitantes puedan significar el entorno que los rodea y del que son parte.

Hoy en día no es posible considerar una teoría de organización espacial Universal, que satisfaga la habitabilidad de todas las poblaciones; cada localización es diferente, lo que implica respuestas diferentes.

[45] Sergio Moreno, *op. cit.*, pág. 273.
[46] Shawn Van Ausdal, *Medio siglo de geografía histórica en Norteamérica*, Bogotá, Revista Scielo Bogotá, Historia Crítica No. 32, 2006, pág. 217, Consultada el 3 de enero de 2020 desde: http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n32/n32a09.pdf

LOS 3 MODELOS DE CHRISTALLER PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CIUDADES:

I. **Principio de aprovisionamiento o de mercado:** Los consumidores se aprovisionan de bienes y servicios, en el lugar central más próximo.

II. **Principio de tráfico o transporte:** Este principio determina que el sistema se organiza, para que el tráfico sea lo más eficaz posible.

III. **Principio Administrativo:** Estipula que un lugar central de jerarquía superior servirá a 6 de orden inferior.[47] (Moreno S. , 2011, pág. 272)

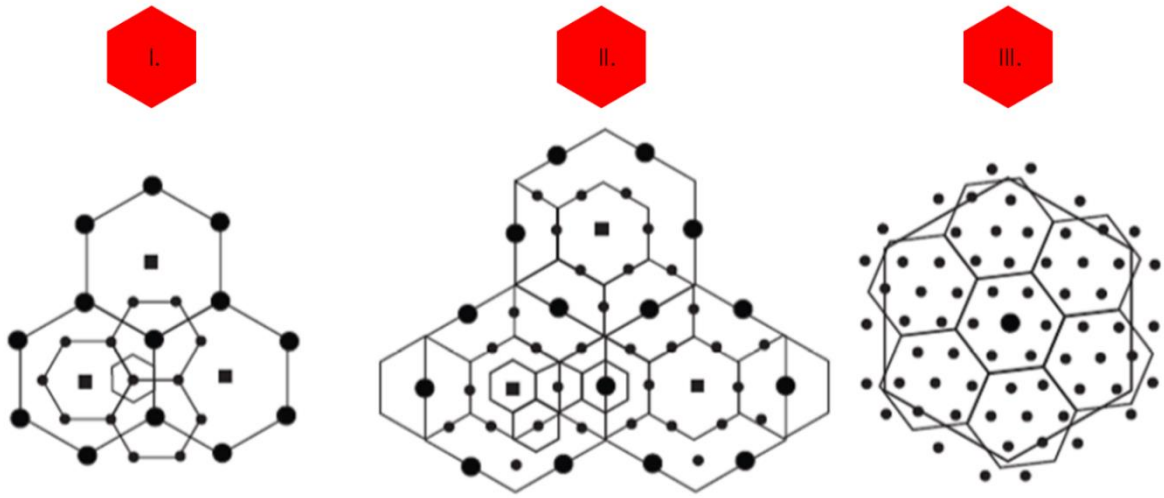


Imagen 19- Esquemas de los lugares centrales y las áreas de mercado según los 3 modelos de Christaller. Fuente: A partir de Berry, 1967. Citado en *(Moreno S. , 2011, pág. 272)*.

Estos principios están concebidos a partir de un:

> *"espacio isótropo, homogéneo en todas las direcciones, tanto en términos de densidad demográfica, como de características físicas y de infraestructuras… Christaller se propone examinar cómo productos y funciones diferentes, en particular funciones de servicios, se articulan en el territorio dando origen a una jerarquía urbana".*[48] (Camagni, 2004, pág. 98).

[47] Sergio Moreno, *op. cit.*, pág. 272.
[48] Roberto Camagni, Economía Urbana, Barcelona, Antoni Bosch Editor, 2004, pág. 98.

Los tres modelos anteriores propuestos por el Geógrafo Alemán Walter Christaller (1893-1969), se desarrollaron originalmente en Alemania, en un espacio isótropo, por lo que, al trasladarlos a un espacio anisotrópico, el funcionamiento ya no es el mismo y es necesario ajustar los modelos.

Los modelos geométricos, además de definir el desarrollo de la ciudad a partir de factores como: El mercado, el transporte y la administración, comparten un elemento en común: el *principio iterativo* (ver imagen 20).

Este principio se implementa en la configuración de las redes que articulan la ciudad, en sistemas y subsistemas, donde todo está relacionado y el centro de una región, es la periferia de una región de mayor dimensión.

En la imagen 20 se observan la conexiones existentes en las ciudades de Alemania Meridional, determinadas por el diámetro de los anillos (según su clasificación jerárquica) y por su relación geométrica.

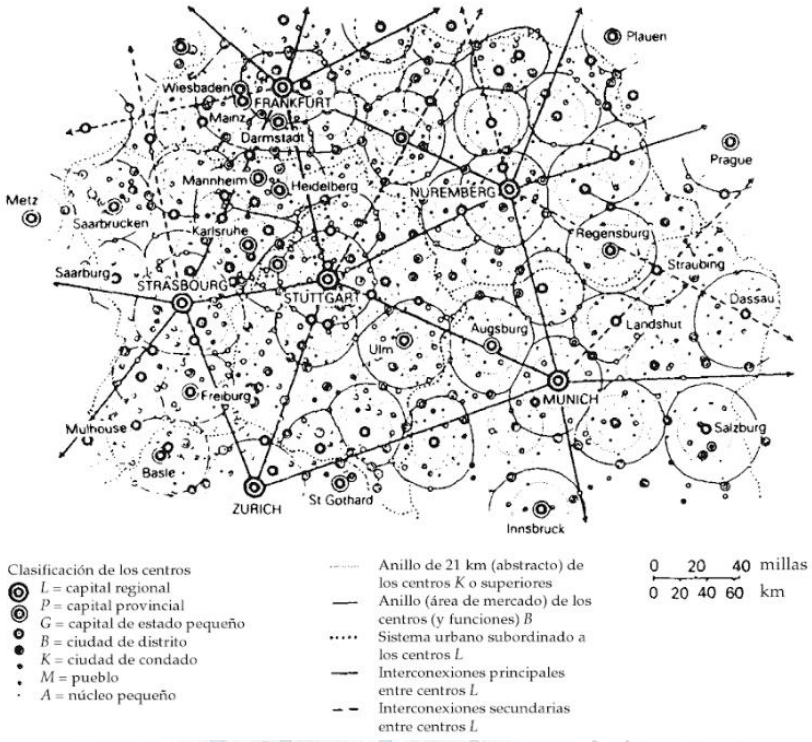


Imagen 20- Jerarquía de los centros en Alemania Meridional. Fuente: Christaller (1933). Citado en *(Camagni, 2004, pág. 102)*.

CONNECTING THE FRACTAL CITY (NIKOS A. SALINGAROS):

"*Connecting The Fractal City*", es una teoría descrita por el matemático y polímata Nikos A. Salingaros, presentado por primera vez en abril del 2003, en Barcelona, en la 5° Bienal de Ciudades y Urbanistas en Europa.[49] (Salingaros, 2003)

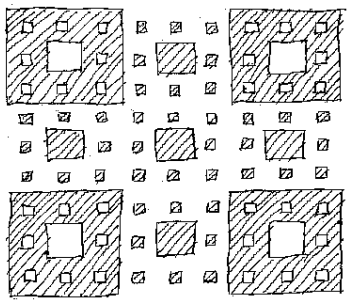


Imagen 21- Plan of unrealistically ordered fractal city. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html el 4 de enero de 2020.

Entre los puntos más importantes, Salingaros considera a la ciudad como un *sistema iterativo* (como sucede en el cubo de Menger y la alfombra de Sierpinski), el cual se estructura a partir de sistemas y subsistemas (ver imagen 21).

En "*Connecting The Fractal City*", se presenta el término "Capillarity and Fractal Structure" (ver imagen 22), donde se observa la repetición iterativa de un patrón en forma de "Y", que se ramifica hacia los extremos formando un tejido de redes.

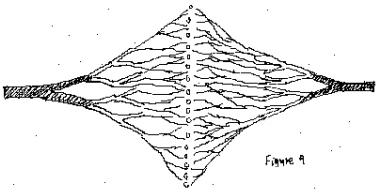


Imagen 22- Crossover requires capillary structure at the lowest levels. *Idem.*

La ciudad debe diseñarse a partir de la distribución y la conectividad de los espacios urbanos (ver imagen 23).

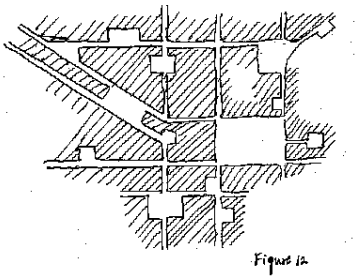


Imagen 23- Distribution and connectivity of urban and green spaces. *Idem.*

La manera de aplicar estos principios en Santa Cruz Cuahutenco, es mediante el tejido de la traza existente con los andadores propuestos, para dotar de áreas verdes y espacios públicos a la población.

[49] Salingaros, Nikos, *Connecting the Fractal City*, Keynote speech, 5th Biennial of towns and town planners in Europe, Barcelona, Consultado el 4 de enero de 2020 desde: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html

PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA:

Una vez descritas las teorías de la organización espacial del territorio, se plantea el *Patrón Regional de Revitalización Urbana*, como la propuesta de mejoramiento Urbano en una parte del territorio del Estado de México, en el caso específico del Nevado de Toluca y su relación con una de las escorrentías provenientes del mismo, desde la primera comunidad por la que fluye (Santa Cruz Cuahutenco) hasta su entronque con el Río Lerma.

Este *Patrón Regional de Revitalización Urbana*, tiene la finalidad de aplicarse en cada una de las localidades posteriores por las que circula el río, ajustando la propuesta de mejoramiento a las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de cada población.

Una vez que los patrones sean ajustados a cada localidad, se va a generar un eje troncal de revitalización urbana, que va a traer consigo beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, políticos, culturales-recreativos, deportivos y de salud, a cada comunidad.

En esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, serán intervenidos 4 puntos clave, para potencializar la mejora de las condiciones de habitabilidad en la comunidad, como la revitalización del río, la conectividad de los sectores, el diseño de espacios recreativos y el diseño de la capilla abierta en el templo de Santa Elena.

De esta manera, se retoma el concepto de *iteratividad*, extrapolado de la Geometría Fractal y de los *sistemas iterativos* de las teorías presentadas, para aplicarlo en una escala macro, en el patrón de diseño regional (ver imagen 24) y en una escala micro en el patrón de diseño local.

PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA

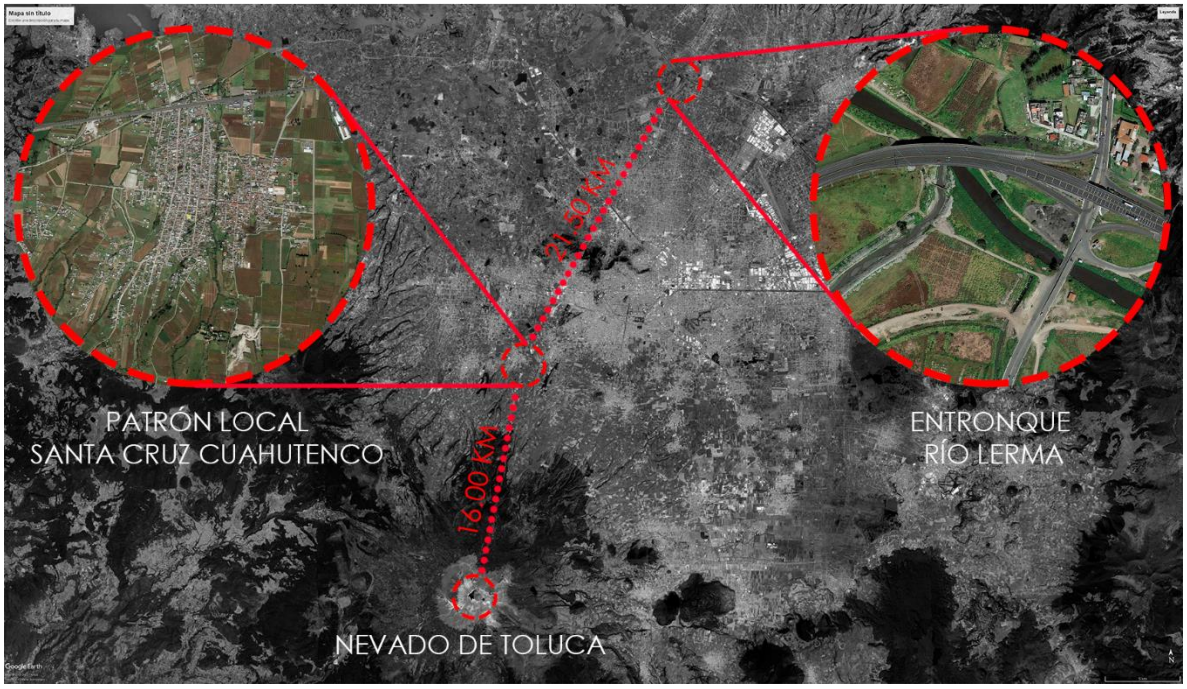


Imagen 24- Patrón Regional de Revitalización Urbana. Fuente de Imagen base: Google Earth noviembre 2017. Obtenida el 3 de enero de 2020.

Como se observa en la imagen 24, en el fondo del mapa se enmarcan 3 puntos clave del "*Patrón Regional de Revitalización Urbana*", el primero de ellos corresponde al Nevado de Toluca, al ser la fuente de la que emanan las escorrentías que fluyen hacia su periferia.

Una de estas escorrentías, atraviesa la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, la cual es el segundo punto señalado en el mapa (a 16.00 km. del Nevado de Toluca), donde se va a realizar el "Patrón Local de Diseño", para revitalizar el recurso natural y no idealizarlo como un drenaje.

El tercer punto marcado (a 21.50 km. de Santa Cruz), es el entronque del Río intervenido (proveniente del Nevado de Toluca) con el Río Lerma, con el objetivo de que esta revitalización se realice en cada una de las escorrentías, para generar un mejoramiento Urbano a Nivel Regional.

HABITABILIDAD:

Según la Real Academia Española, la habitabilidad es definida como "*Cualidad de habitable y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda*".[50] (RAE, 2019) En este documento, el concepto de habitabilidad es complementado con reflexiones, que contemplan la subjetividad, en cuanto a la manera en que cada ser humano se apropia del espacio y le da su sentido.

> "… *la habitabilidad está determinada por la relación y adecuación entre el hombre y su entorno y se refiere a cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas*".[51] (Moreno S. , 2008, pág. 51)

Silvia Moreno menciona dos ideas importantes, por una parte, la habitabilidad está relacionada con la subjetividad, en cuanto a la manera en la que el hombre se relaciona con su entorno y, por otra parte, con la objetividad, la cual está determinada a partir de evaluaciones.

> "… *sin habitabilidad no hay calidad de vida o, mejor dicho, la habitabilidad constituye una condicionante para el desarrollo de calidad de vida dentro del espacio urbano.*"[52] (Moreno S. , 2008, pág. 53)

La habitabilidad es el eslabón que enlaza las necesidades humanas con la calidad de vida, mientras las condiciones ofertadas a la población sean suficientes y satisfagan las necesidades humanas, entonces se garantiza el correcto desarrollo de la calidad de vida.

---

[50] Real Academia Española, "*Habitabilidad*", 2019, consultado el 5 de enero de 2020 desde: https://dle.rae.es/habitabilidad

[51] Silvia Moreno, *La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida*, México, Revista Palapa, Volumen III, Número II, julio-diciembre, 2008, p.51. Consultada el 5 de enero de 2020 desde: https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf

[52] Silvia Moreno, *Ibidem*, pág. 53.

> "… *la forma de habitar no sólo implica ocupar un lugar construido físicamente, sino mirar la manera de ocuparlo. Es decir, la estética de la habitabilidad está contenida en la mirada de cada individuo dentro de una sociedad, en su cultura y su lenguaje;*"[53] (Macías & De Hoyos, 2015, pág. 273)

Existe una diferenciación entre el habitar y el vivir. El habitar se caracteriza por estar integrado en un contexto socio-cultural y haber aprehendido el espacio habitable, mientras que el vivir está asociado a cumplir con las funciones biológicas necesarias para subsistir, pero sin que ello necesariamente implique disfrutar de estar y ser en el espacio.

> "… *el habitar humano tiene referente físico espacial enlazado con lo social en un marco cultural y con una vida espiritual propia. Los espacios que ocupa son depositarios de una fuerte carga sensitiva, afectiva, emotiva y simbólica, a partir de vivencias ahí experimentadas.*"[54] (De Hoyos, Macías, & Jiménez, pág. 66)

En síntesis, la habitabilidad es un conjunto de características objetivas y subjetivas, evaluadas a partir de indicadores, que sirven para garantizar la satisfacción de las necesidades del ser humano y así asegurar su correcto desarrollo físico, mental y espiritual.

La apropiación del espacio es necesaria para decir que es lugar es habitable, según las costumbres, tradiciones y la manera de habitar de cada ser humano. Con el paso del tiempo y con la vivencia de experiencias, es como se generan momentos que construyen una carga sensitiva en los habitantes y así el espacio adquiere su propio significado.

[53] Yatzin Macías, Jesús De Hoyos, *El diseño del espacio público…*, *op. cit.*, pág. 273.
[54] Jesús De Hoyos, Yatzin Macías y José Jiménez, *Habitabilidad: desafío en diseño arquitectónico*, Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 2015, pág. 66.

INDICADORES DE HABITABILIDAD:

Los indicadores que a continuación se presentan, son una recopilación documental del Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández, "…*para evaluar la calidad de los espacios públicos de varias ciudades del mundo*…"[55]. (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016, pág. 6)

Como punto de partida, se establecen 9 categorías para la clasificación de los indicadores de habitabilidad del espacio público (ver imagen 25), que posteriormente se dividen en indicadores objetivos y subjetivos. A continuación, se mencionan las categorías y los indicadores.

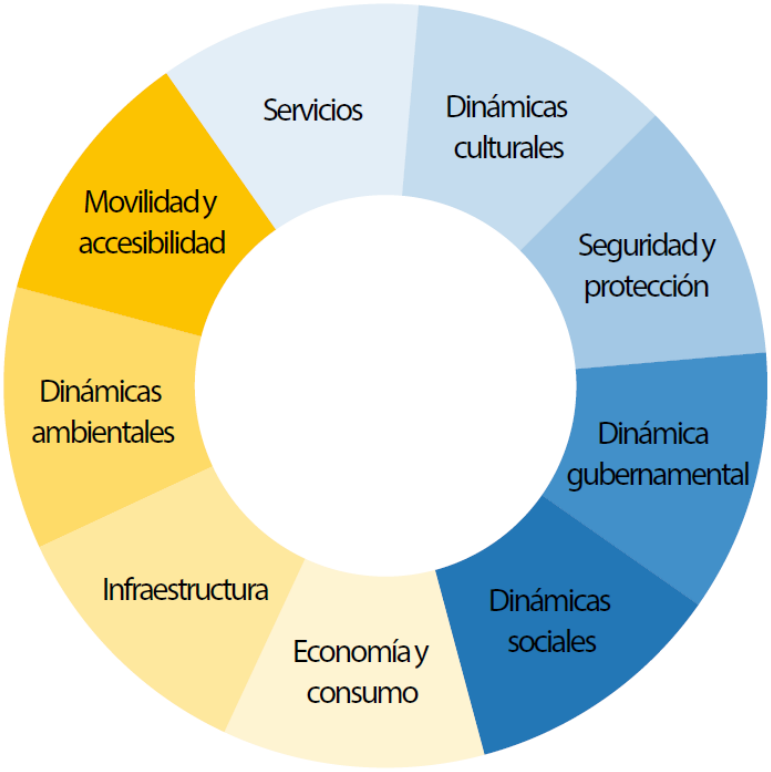


Imagen 25- Propuesta de categorización para la clasificación de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: *(Páramo, Burbano, & Fernández, 2016)*. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278.

[55] Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas, Revista de Arquitectura, Vol. 18, Número 2, 2016, pág. 6.

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
I. Dinámicas Ambientales	Objetivos (10)	1- Calidad del agua en ríos urbanos. 2- Reciclaje. 3- Árboles por hectárea. 4- Árboles por habitante. 5- Áreas de suelo de protección. 6- Espacios verdes públicos por habitante. 7- Confort acústico. 8- Índice de calidad del aire. 9- Estructura ecológica principal restaurada, recuperada o rehabilitada. 10- Áreas de jardines verticales.
	Subjetivos (11)	1- Residuos sólidos urbanos reciclados. 2- Elementos naturales. 3- Cambios climáticos. 4- El clima predominante de la ciudad. 5- Esmog. 6- La publicidad visual exterior. 7- Mantenimiento de las zonas verdes. 8- La publicidad auditiva exterior. 9- Que esté libre del humo de fumadores. 10- Presencia de vectores animales. 11- Libre de malos olores.
II. Movilidad y Accesibilidad	Objetivos (5)	1- Lugares disponibles en parque de estacionamiento. 2- Libre de obstáculos al peatón. 3- Distancia promedio para acceder al transporte público. 4- Ciclorrutas existentes. 5- Accesibilidad a los espacios públicos desde mi lugar de vivienda.
	Subjetivos (5)	1- El estado de la malla vial. 2- Accesibilidad a los espacios públicos desde los medios de transporte. 3- Ciclovía los domingos y días festivos. 4- Rampas. 5- Zonas peatonales que existen actualmente.
III. Servicios	Objetivos (3)	1- Espacios deportivos existentes. 2- Cobertura en la recolección de residuos sólidos. 3- Cantidad de baños públicos.
	Subjetivos (10)	1- Cajeros automáticos de las corporaciones bancarias. 2- Señalización. 3- Que sea para todos. 4- Calidad y ubicación de los baños públicos. 5- Múltiples actividades. 6- Disponibilidad de lugares de recreación para niños. 7- Disponibilidad de lugares de encuentro para los jóvenes. 8- Mascotas. 9- Disponibilidad de agua potable. 10- Estado de aseo en que se encuentra el espacio público.

Tabla 3: Desglose de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016), *Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas*, Bogotá, Revista de Arquitectura, págs. 6-26. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
IV. Dinámica Cultural	Objetivos (1)	1- Áreas clasificadas como "patrimonio mundial de la humanidad".
	Subjetivos (5)	1- Elementos culturales. 2- Actividades culturales gratuitas. 3- Identidad de los espacios públicos. 4- Monumentos declarados de interés público. 5- Funciones espectáculos culturales.
V. Seguridad	Objetivos (4)	1- Hurtos a personas, residencias, vehículos. 2- Homicidios en el espacio público. 3- Muertes accidentales. 4- Lesiones y envenenamientos.
	Subjetivos (4)	1- Inversión en prevención del delito. 2- Presencia de policías o personal de seguridad. 3- Delitos contra la propiedad. 4- Presencia de cámaras de seguridad.
VI. Dinámicas Gubernamentales	Objetivos (3)	1- Espacio público recuperado. 2- Aprovechamiento económico. 3- Espacio público recalificado.
	Subjetivos (1)	1- Cajeros automáticos de las corporaciones bancarias.
VII. Dinámicas Sociales	Objetivos (0)	
	Subjetivos (16)	1- Normas de tránsito. 2- Posibilidad de realizar manifestaciones religiosas/políticas/artísticas. 3- Grado de constitución de espacios formales para la participación. 4- Presencia de trabajadoras sexuales en las calles. 5- Población sin alojamiento ni medios de subsistencia. 6- Instrumentos musicales. 7- Equitativo para todos los géneros. 8- Músicos en la calle. 9- Presencia de malabaristas en los semáforos. 10- Diversidad de lo que pueda observarse o experimentarse. 11- Grafitis o pinturas en los muros de la ciudad. 12- Contacto social. 13- Reglas de convivencia. 14- Desplazados. 15- Excretas en el espacio público. 16- Población con adicciones.

Tabla 4: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, *op. cit.*

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
VIII. Economía y Consumo	Objetivos (2)	1- Comercio formal. 2- Comercio o ventas informales callejeras.
	Subjetivos (1)	1- Aprovechamiento económico.
IX Infraestructura	Objetivos (6)	1- Espacio público total por habitante. 2- Espacio público efectivo por habitante. 3- Servicio de parqueo y alquiler de bicicletas. 4- Cantidad de mobiliario público. 5- Iluminación nocturna. 6- Conexión Wi Fi.
	Subjetivos (5)	1- Acceso a internet y tecnología. 2- Estética o armonía de las fachadas de las edificaciones. 3- Calidad de la iluminación nocturna. 4- Mobiliario. 5- Mantenimiento del mobiliario urbano.

Tabla 5: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, *op. cit*.

Las 9 categorías expuestas, son la base para la realización de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, ajustando los indicadores a las costumbres y tradiciones propias de la comunidad y a la infraestructura existente.

Los 92 indicadores recopilados y propuestos por el Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández visualizan las condiciones de habitabilidad del espacio público, que garantizan a la población la calidad de vida que se merece.

> "… *lo realmente importante del diseño, no sólo radica en crear espacios que respondan a características de uso y función, sino, además, crear ambientes capaces de producir significación y gozo a quienes los habitan; provocando sentido a lo edificado*"[56] (De Hoyos, Macías, & Jiménez, pág. 75)

Por lo tanto, los espacios no sólo deben de ser útiles, sino deben construir una significación e identidad social que genere una memoria en la comunidad.

[56] Jesús De Hoyos, Yatzin Macías y José Jiménez, *op. cit*., pág. 75.

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: UNA VISIÓN DESDE LA GEOMETRÍA FRACTAL.

"Reconocer patrones que están escondidos para el observador casual es la llave para el desarrollo científico." Nikos Salíngaros

A partir del *proceso iterativo* es como se van a derivar las iteraciones pertinentes para la realización de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco. Se inicia con la explicación de los conceptos iniciales para continuar con las iteraciones número 1, 2 y 3.

En este documento, se plantean tres conceptos clave, que constituyen una estructura inseparable. El *espacio* es entendido, como el medio en el que acontece algo, el *tiempo* es el lapso durante el cual suscita un fenómeno y la *materia* es el ente físico que hace tangible la energía, ubicada en un espacio-tiempo definido.

> Para Bernard Riemann *"el espacio no es plano ni tridimensional. Es un espacio curvo en el que el tiempo constituye la cuarta dimensión; espacio y tiempo son unidad."*[57] (Césarman, 1986)

El matemático Alemán Bernard Riemann, considera que el espacio es curvo, constituido por 4 dimensiones, al igual que el profesor de matemática venezolano Ever Fernández, para quien… *"La cuarta dimensión es una dirección distinta de las otras, no está ni arriba ni abajo, ni a la derecha ni a la izquierda, ni dentro ni fuera"*.[58] (Fernández, 2018, pág. 49)

[57] Eduardo Césarman, *Orden y Caos. El complejo orden de la naturaleza*, México, Gernika, 1986.
[58] Ever Fernández, *La geometría para la vida y su enseñanza*, Revista de investigación en administración e ingeniería, Volumen 6, Número 1, 2018, pág. 49. Consultada el 6 de enero de 2020 desde: https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/475/pdf

La iteración de partida corresponde a un primer enfoque conceptual y es denominada *Conceptos Esenciales,* ya que en ella se contemplan los 3 elementos indispensables para que pueda acontecer algo. Estos componentes son el espacio, el tiempo y la materia (ver imagen 26).

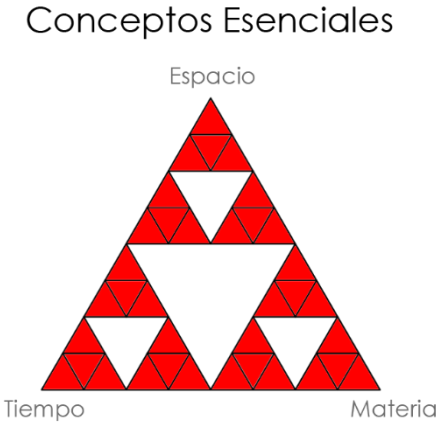


Imagen 26- Conceptos Esenciales. Fuente: Elaboración propia 2018.

La primer iteración que se realiza es denominada *Red Urbana*, ya que enfoca a nivel macro los territorios contiguos (ver imagen 27), para iniciar el estudio de sus relaciones espaciales y detectar los patrones existentes. El concepto se retoma de *"La teoría de la Red Urbana"*[59] (Salíngaros, 2004) donde se estructuran 3 principios de la red: *nodos, conexiones y jerarquía*.

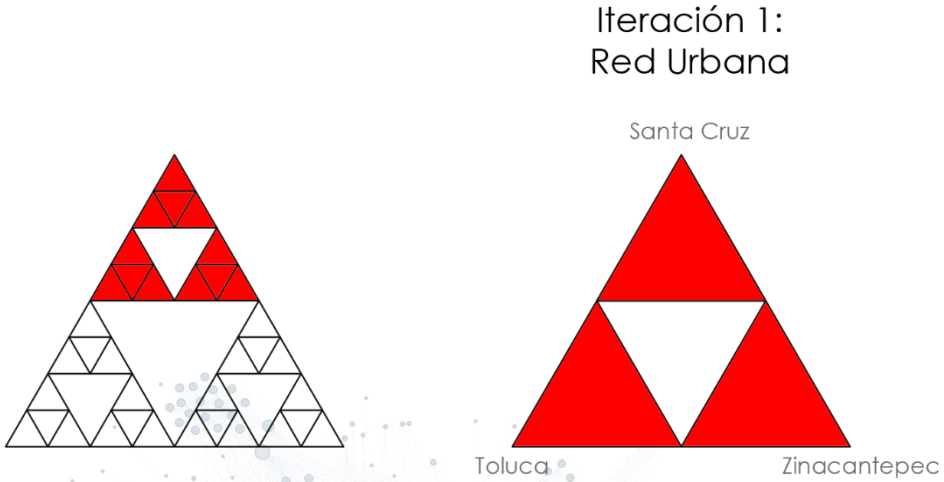


Imagen 27- Red Urbana. Fuente: Elaboración propia 2018.

[59] Nikos Salíngaros, *La Teoría de la Red Urbana*, Consultado el 7 de enero de 2020 desde: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-spanish.html

La segunda iteración es titulada *Estructura del Territorio*, donde se realiza el enfoque a nivel micro (ver imagen 28), en una de las comunidades de la iteración 1: Santa Cruz Cuahutenco. Una vez delimitado el territorio, se realiza su estudio específico del medio físico natural, artificial y social.

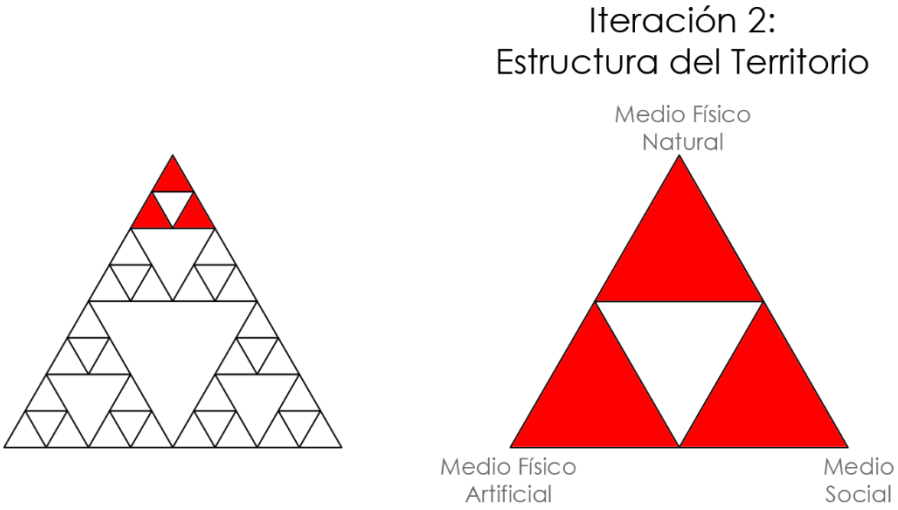


Imagen 28- Estructura del Territorio. Fuente: Elaboración propia 2018.

La tercera iteración es llamada *Unidad del Proyecto*. Este es un enfoque aún más detallado que el anterior (ver imagen 29), ya que se detectan las necesidades específicas de los habitantes.

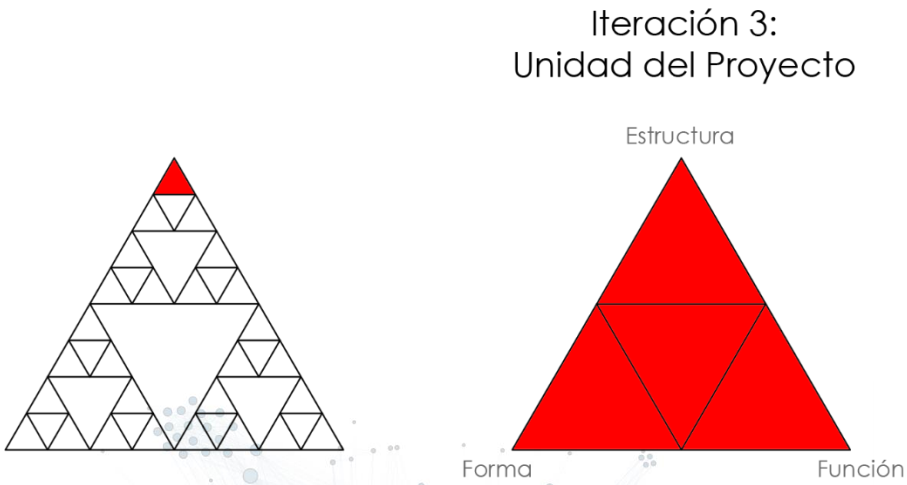


Imagen 29- Unidad del Proyecto. Fuente: Elaboración propia 2018. A partir de apuntes personales de la U.A. Diseño de Espacios Complejos Interconectados y su Entorno, impartida por el Arq. Edwin García, el Arq. Fernando Helgueros y el Arq. Sergio Botello, febrero-junio 2018.

LECTURA DE PATRONES A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS:

Imagen 30- Lectura de patrones a través de los sentidos. Fuente: Elaboración propia 2018.

Durante el desarrollo de la investigación conceptual, se llegó a la conclusión de que los fractales, conformados a su vez por patrones, se encuentran presentes en todo, ya sean materiales o inmateriales.

La lectura de los patrones, que se realiza el ser humano a través de sus sentidos (ver imagen 30), se rige bajo el principio de polaridad,[60] es decir, contrasta dos elementos, para definir su nivel de agrado o desagrado.

Bajo esta premisa, en medio de un mundo de posibilidades entre ambos polos, el diseño matiza cada uno de los elementos que componen una obra y en el caso específico de la Arquitectura, soluciona necesidades espaciales para el ser humano, como ente Antropo-fisico-biologico.

[60] Para más información, consultar: Hermes Trismegisto, *El Kybalión*, India, Editores Mexicanos Unidos, 2010, págs. 105-111.

FRACTALES COMO CONFIGURADORES DE UN SISTEMA:

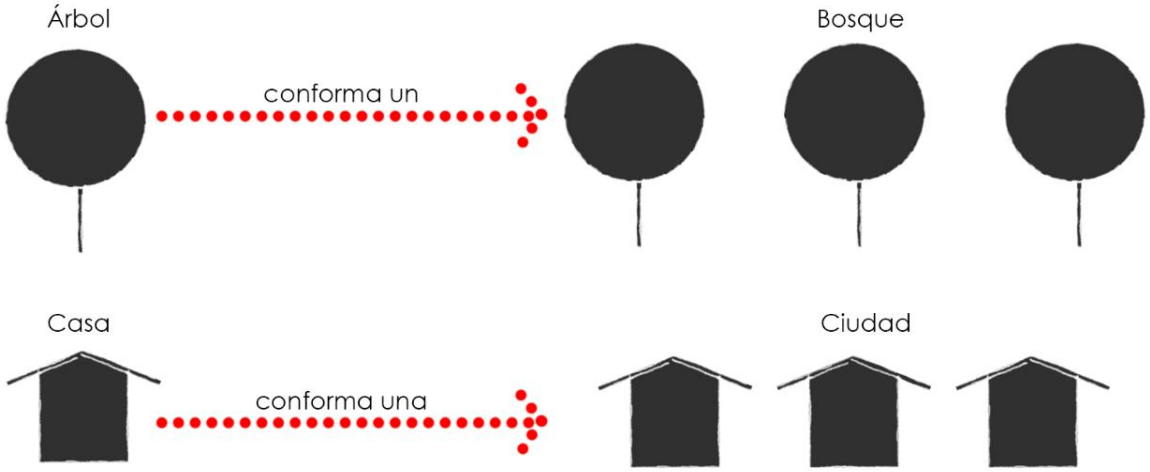


Imagen 31- Analogía entre la naturaleza y la arquitectura como configuradores de sistemas.
Fuente: Elaboración propia 2018.

En la imagen anterior, se explica una analogía que sintetiza parte del contenido de este capítulo, ya que el principio del diseño de la naturaleza (la fractalidad) también se encuentra presente en la Arquitectura. Mientras que el bosque se constituye de la agrupación de árboles, la ciudad se conforma del conjunto de viviendas y edificios.

A partir de esta comparativa, es como se aborda el estudio del territorio, desde una escala macro (una ciudad) hasta una escala micro (una casa), para vincular cada uno de los enfoques en unidad.

> *"Una estructura está formada por elementos, pero éstos están subordinados a leyes que caracterizan el sistema como tal; y tales leyes, llamadas de "composición", no se reducen a asociaciones cumulativas, sino que confieren al todo propiedad de conjunto, distintas de las de los elementos".*
> J. Piaget citado en (Coppola, 2004, pág. 13)[61]

[61] Paola Coppola, *Análisis y diseño de los espacios que habitamos*, México, Pax México, 2004, pág. 13.

ENFOQUES DE LOS FRACTALES:

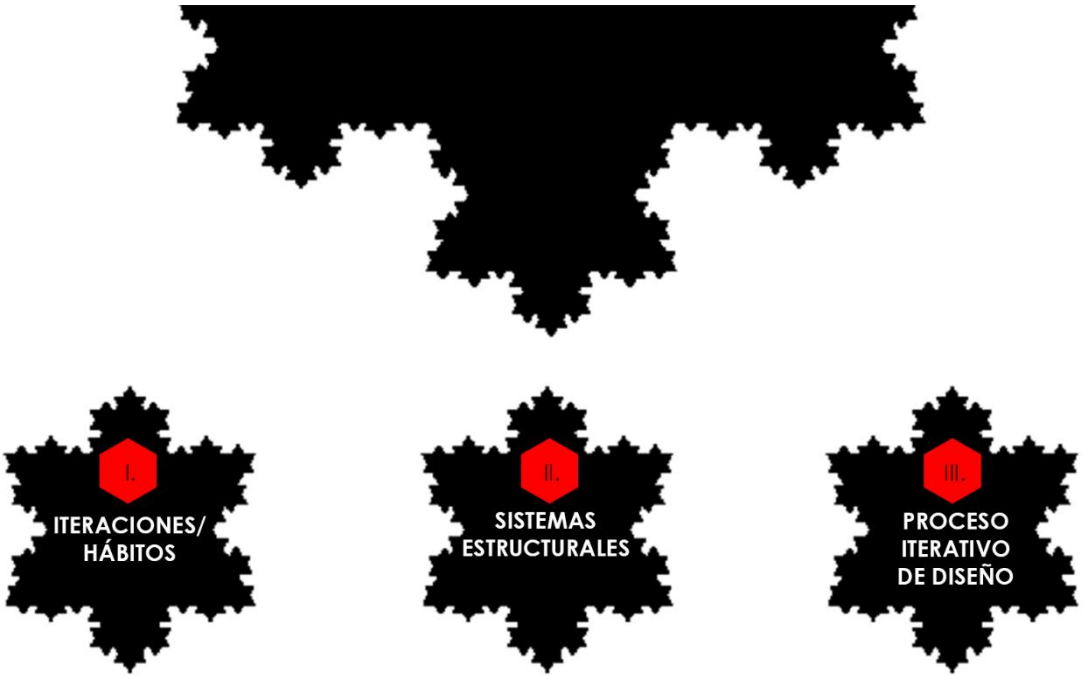


Imagen 32- Curva de Koch. Perspectivas de los fractales como iteraciones/hábitos, sistemas estructurales y proceso iterativo de diseño. Fuente: Elaboración propia 2018. Imagen base obtenida de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-18-El-Copo-de-Nieve-de-Koch-El-resultado-final-como-limite-de-este-proceso_fig10_267982220

Este capítulo, concluye con la concepción de los fractales en el diseño desde 3 enfoques diferentes (ver imagen 32): el primero es con la comprensión de los fractales (o patrones) como las rutinas que llevan a cabo las personas, el segundo consiste en entenderlos, como un sistema constructivo, que se puede articular modularmente (como una tridilosa) y el tercero es, como un sistema proyectual, que permita desarrollar el proceso de diseño a través de diferentes escalas.

En los siguientes apartados de este trabajo de investigación, se focalizará principalmente bajo una perspectiva de los fractales como "proceso iterativo de diseño", sin dejar a un lado las perspectivas de "iteraciones/hábitos" y "sistemas estructurales".

CONCLUSIÓN CAPÍTULO I:

Este capítulo I, inicia con el origen de la geometría (como herramienta práctica y como lenguaje sagrado), su significación (como forma simbólica de delimitación espacial) y la importancia que tiene para el ser humano, al ser el medio que le permite materializar sus ideales, en un espacio-tiempo determinado y así construir su legado, es decir, su continuidad en el mundo.

Se describió brevemente la historia de la Geometría, desde la Euclidiana y la no Euclidiana hasta la Fractal, de donde es extrapolado el concepto de *Fractales* (propuesto por el matemático Polaco Benoit Mandelbrot) a partir del cual, se conceptualiza el presente proyecto.

Los fractales (caracterizados por su iteratividad), permiten explicar la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico a través de los cambios de escala, desde el Patrón Regional de Revitalización Urbana hasta el Patrón Local de Diseño, en Santa Cruz Cuahutenco.

Se retomó el modelo del triángulo de Sierpinski, para explicar gráficamente tanto las propiedades de los fractales, como los 3 conceptos esenciales: el espacio, el tiempo y la materia; que posteriormente son la iteración de partida en la "Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco".

El Diseño Urbano-Arquitectónico se abordó como el sistema que integra los componentes tanto del diseño urbano como del diseño arquitectónico (donde todo está relacionado y cualquier modificación en uno de los elementos modifica el resto), cuyo fin es brindar o mejorar la calidad de vida de una población determinada.

Las teorías de la organización espacial, propuestas por el economista alemán Von Thünen (quien destacó la importancia de la relación que se establece entre territorio, ciudad y las actividades terciarias), el geógrafo alemán Walter Christaller (para quien la ciudad es un centro geométrico y funcional que concentra bienes y servicios) y el economista alemán August Lösch (quien realizó una extensión del modelo Christalleriano), comparten un patrón en común: *el principio de fractalidad* (ver imagen 33).

Imagen 33- La Fractalidad en los Sistemas. Fuente: Elaboración propia 2020. Imagenes base obtenidas de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_localización_de_von_Thünen, http://urban-networks.blogspot.com/2015/08/revoluciones-urbanas-en-la-decada-de_22.html, http://geografiaeconomicaprincipalesautores.blogspot.com/2016/10/v-behaviorurldefaultvmlo_16.html,

Si bien, cada una de estas teorías tiene características particulares, en los tres sistemas se pueden observar *anillos concéntricos* (ya sean circulares o hexagonales), que a su vez son *iterativos*, ya que se derivan del mismo patrón, que se repite una y otra vez.

Así es como funciona la naturaleza, a partir de un elemento, giran otros elementos (desde el microcosmos hasta el macrocosmos) y así es como se deben de pensar las ciudades, no a partir de una traza geométrica rígida, sino a partir de una traza flexible, de acuerdo con las nuevas dinámicas sociales y a las condiciones del medio físico natural y artificial.

Tiempo después, el polímata Nikos A. Salíngaros, publicó "*Connecting The Fractal City*", donde destacó una de las claves del diseño de la ciudad: la conectividad de los espacios urbanos. La ciudad es un sistema que debe considerar puntos principales de encuentro para el peatón.

Otra teoría publicada por el mismo autor es "*La teoría de la Red Urbana*", donde los *nodos* de actividad humana están interconectados y así es como forman la red, las *conexiones* son los caminos que conectan dos o más nodos y la *jerarquía* es la escalaridad de las conexiones, desde vialidades principales hasta caminos a pie.[62] (Salíngaros, 2004)

Después de estudiar las teorías de organización espacial, se propone el Patrón Regional de Revitalización Urbana (desde un encuadre macro) y el Patrón Local de Diseño (desde un encuadre micro), específicamente en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

Posteriormente, se explicó el concepto de habitabilidad (conformado de una parte objetiva y una parte subjetiva) y se anexó, una recopilación documental de indicadores de habitabilidad, del Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández, estructurada en 9 categorías y 92 indicadores.

Al final del capítulo I, se presentaron esquemas de la "*Lectura de Patrones a través de los Sentidos*", los "*Fractales como Configuradores de un Sistema*" y los 3 "*Enfoques de los Fractales*", visualizados en la investigación, como aportación propia a la Arquitectura, con base en el estudio que se ha realizado de las teorías de organización espacial y la Geometría Fractal.

[62] Nikos Salíngaros, *La Teoría…, op. cit*.

CAPÍTULO II:

DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.

ANTECEDENTES DE LA COMUNIDAD:

El nombre de Santa Cruz Cuahutenco, está compuesto por dos elementos: uno de origen prehispánico y otro hispánico. De la parte prehispánica **Cuahutenco** es un nombre náhuatl que significa: ***cuahu***, ***cuahuitl***) = árboles; ***ten***, ***tentli***) = en la orilla de; ***co*** = lugar; Al unir los tres vocablos significa ***"Lugar en la orilla del bosque"*** (Palma, 2018, pág. 346).[63]

De la parte hispánica, **Santa Cruz** es el nombre español que los franciscanos asignaron a este lugar, en honor al madero en que Jesucristo murió. La fecha de su fundación data del año 1603 (Palma, 2018, pág. 346).[64]

El Dr. Ángel Francisco Palma Lujano, originario de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y cronista del Municipio de Zinacantepec (2013), desarrolló un jeroglífico de Cuahutenco, el cual se presenta a continuación:

Imagen 34- Jeroglífico de Cuahutenco.
Fuente: *(Palma, 2018, pág. 22)*

1° Elemento: **dos árboles**, cuyo significado es **bosque**. 2° Elemento: una **figura** en forma de **labio** en la base de los árboles que significa **a** o **en la orilla de**. Cabe destacar que el autor de este jeroglífico retomó "*el elemento central de los códices y aportaciones de Javier Romero Quiroz, mientras que el círculo surge de la portadilla de la obra El Antiguo convento y hoy parroquia de Zinacantepec del Pbro. Arnulfo Hurtado G.*", como el mismo autor lo describe (Palma, 2018, pág. 22). [65]

[63] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 346.
[64] *Idem.*
[65] *Ibidem*, pág. 22.

PLAN PILOTO DE 1980 EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO:

En el año de 1980, siendo director general del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de México, el licenciado Marco Antonio Morales, se declaró que la comunidad de "*Santa Cruz Cuahutenco será transformada*" a través del "*Plan Piloto*", el cual inició simbólicamente el 12 de julio de 1980,[66] en al arco de acceso de la localidad, donde más de mil voluntarios estatales, en conjunto con la población, trabajaron para hacer un nuevo Santa Cruz (ver imagen 35).

''Plan Piloto'' en Santa Cruz Cuahutenco

Santa Cruz Cuahutenco será transformado radicalmente gracias a la labor que desarrollarán, más de mil voluntarios estatales que en fecha próxima acudirán a dicha población para en jornadas de trabajo conjunta con la población local hacer del actual Santa Cruz, un Santa Cruz, nuevo, progresista y encaminado de lleno al desarrollo.

Lo anterior, lo expresó el licenciado Marco Antonio Morales, director general del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de México, al ser entrevistado por el reportero de 8 COLUMNAS

Indicó además el licenciado Morales que Santa Cruz Cuahutenco será la población en donde funcionara el "plan Piloto", es decir que en dicha localidad se "probará" por decirlo así el "Programa del Voluntariado" por primera ocasión y servirá de modelo, lo que ahí se aplique para llevarlo a cabo en otras localidades.

Con el plan "piloto" se busca en primer lugar, concientizar a la población para que coopere y para que los trabajos que ahí se realicen sean continuados por ellos mismos, es decir que Santa Cruz Cuahutenco será promovido a un desarrollo integro, no sólo en el aspecto exterior de la población, sino en el aspecto interior de cada una de las viviendas.

Además se busca también el desarrollo social de la población y que los habitantes de Cuahutenco vivan de una manera digna limpia, y saludable.

Por último el licenciado Marco Antonio Morales expresó que los trabajos que se desarrollarán en Santa Cruz Cuahutenco perteneciente al municipio de Zinacantepec, se llevará a cabo en otras localidades.

TOLLOCAN a 8 columnas

MARTES 4 DE MARZO DE 1980

EL PATRONATO de promotores voluntarios, visitó ayer el poblado de Santa Cruz Cuahutenco, aquí la señora de Jiménez Cantú, acompañada por el Presidente Municipal y la señora de González Gavaldón.

EL PATRONATO Estatal de Promotores Voluntarios hizo un recorrido ayer por Santa Cruz Cuahutenco, que posiblemente será el piloto del programa de desarrollo integral de pueblos.

Imagen 35- Información periodística sobre la visita y recorrido de la señora Luisa Isabel Campos a Santa Cruz. Fuente: *(Palma, 2018, pág. 192)*.

[66] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 194.

MEDIO FÍSICO NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL:

En los siguientes apartados, se realiza el estudio del medio físico natural, artificial y social en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco. Cada medio posee características que lo configuran, como se enuncia a continuación:

> "*… factores que actúan como medio en la arquitectura y que estos son de orden físico natural, físico artificial y social. El natural considera la vinculación entre la geometría y geografía, el artificial se observa desde el espacio-tiempo y la determinación del lugar y el social considera a lo público y lo privado como los elementos que le otorgan a la arquitectura y urbanismo como un proceso de apropiación del territorio, en una visión fractal.*" (De Hoyos, Jiménez, & Álvarez, 2012, pág. 1)[67]

En el medio físico natural, a través de su geometría y geografía, se estudian elementos como: estructura morfológica, topografía, soleamiento y vientos dominantes, hidrografía, altimetría, temperatura y precipitación.

En el medio físico artificial, se traza un sistema cartesiano para ubicar espacios: educativos, culturales, recreativos, deportivos, sociales, religiosos, de transporte, de salud, políticos, de programas sociales, de extracción de materiales e industriales, así como sus relaciones espaciales.

En el medio social, se considera cuantitativamente el crecimiento poblacional del último siglo, tanto en la localidad de Santa Cruz como en las comunidades de su periferia. En cuanto al especto cualitativo, se observa el modo de vida de la población, así como sus costumbres y tradiciones.

[67] Jesús De Hoyos, José Jiménez y Alberto Álvarez, Un estudio de Arquitectura, Urbanismo y Medio: una conceptualización desde la geometría no lineal. 2012, pág. 1. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3734/1/Un%20estudio%20de%20arquitectura%20urbanismo%20y%20medio%2C%20una%20conceptualización.pdf

MEDIO FÍSICO NATURAL (GEOMETRÍA Y GEOGRAFÍA):

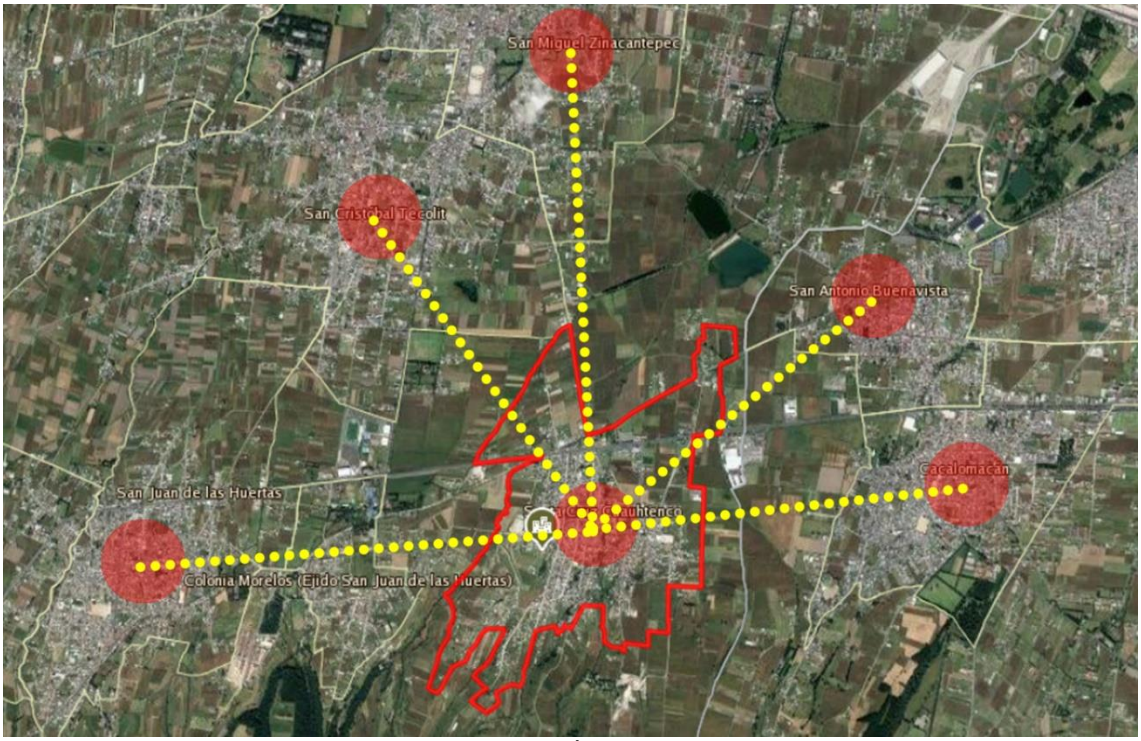


Imagen 36- Conexiones con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017.

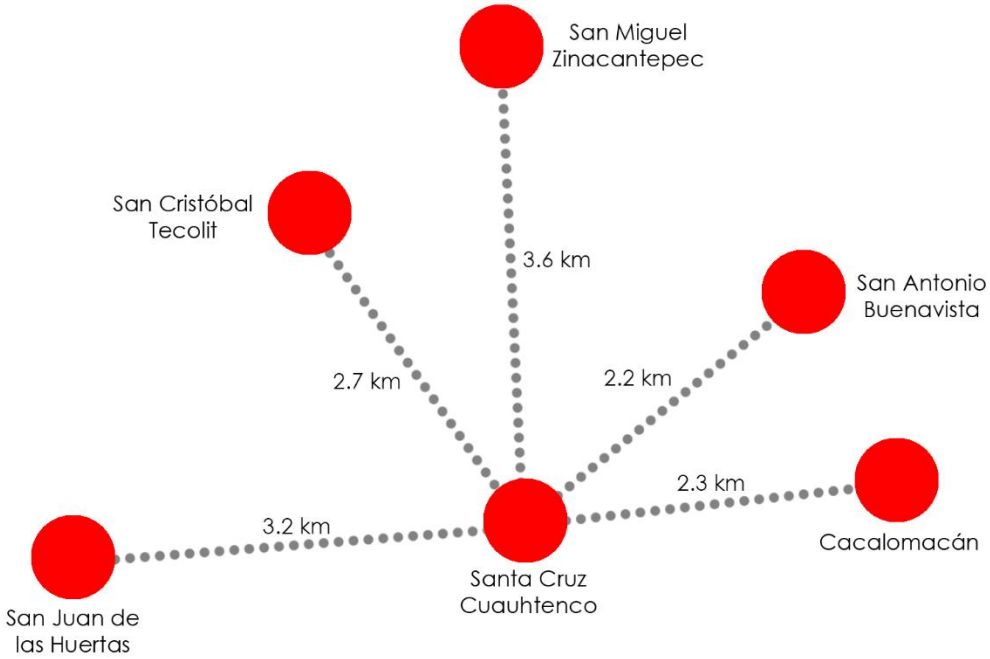


Imagen 37- Distancias con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017.

La localidad de Santa Cruz Cuauhtenco está situada en el Municipio de Zinacantepec (Estado de México). Está a 2850 msnm y sus coordenadas geográficas son Paralelo 19° 14' 49'' de Latitud Norte y Meridiano 99° 43' 44'' de Longitud Oeste (Palma, 2018, pág. 346). [68]

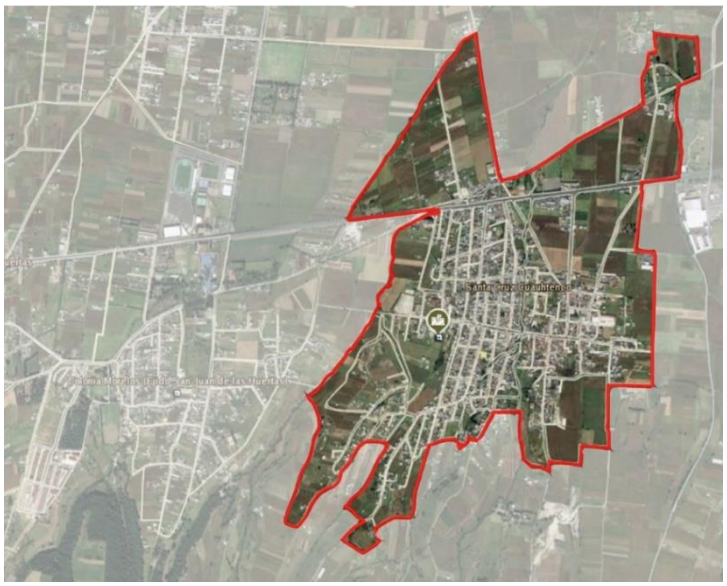


Imagen 38- Morfología territorial de Santa Cruz. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Morfología: En la imagen 38 se puede observar la morfología de la comunidad, según el Inventario Nacional de Vivienda 2016. El área aproximada es de 2,621,039.18 m2 = 2.62km2 y el polígono (señalado de color rojo) tiene una longitud de 11,705 m.

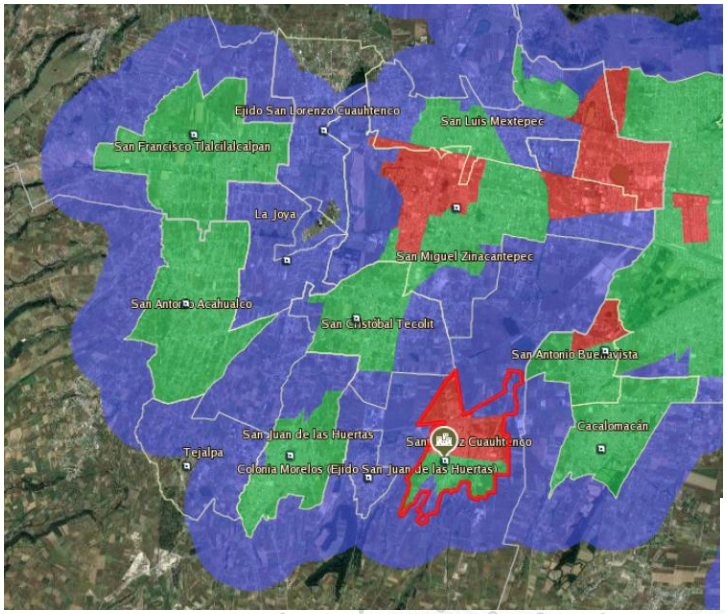


Imagen 39- Perímetros de contención urbana. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Perímetros de contención urbana: En la imagen 39 se puede observar los perímetros de contención urbana, delimitados por CONAVI 2017, donde Santa Cruz está ubicado en la parte inferior central.

[68] Ángel Palma, *op. cit.*, pág. 346.

Imagen 40- Esquema del territorio de estudio, con curvas de nivel a cada 5 metros y traza urbana. Fuente: Elaboración propia 2018.

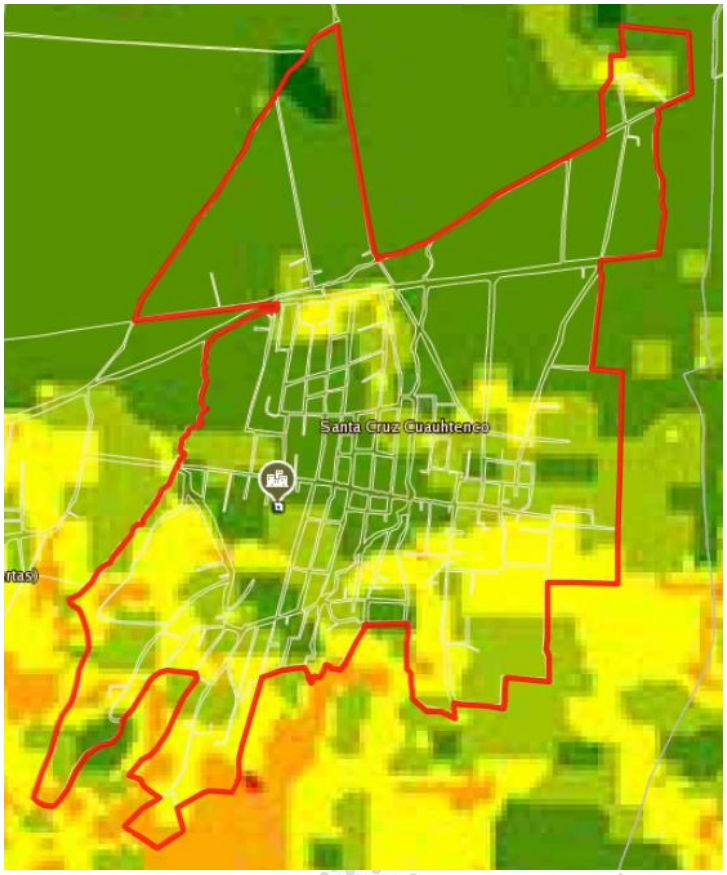


Imagen 41- Pendientes del terreno. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Pendientes del territorio: Según el Inventario Nacional de Vivienda 2016, las pendientes del territorio de Santa Cruz Cuahutenco, en general oscilan del 0% al 6%, como se muestra en la imagen 41.

SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES:

En el siguiente mapa, se puede observar el recorrido solar sobre la comunidad de Santa Cruz y la dirección de los vientos dominantes (según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015),[69] provenientes del Sureste, los cuales oscilan entre una velocidad de 7 a 11 km/hr.

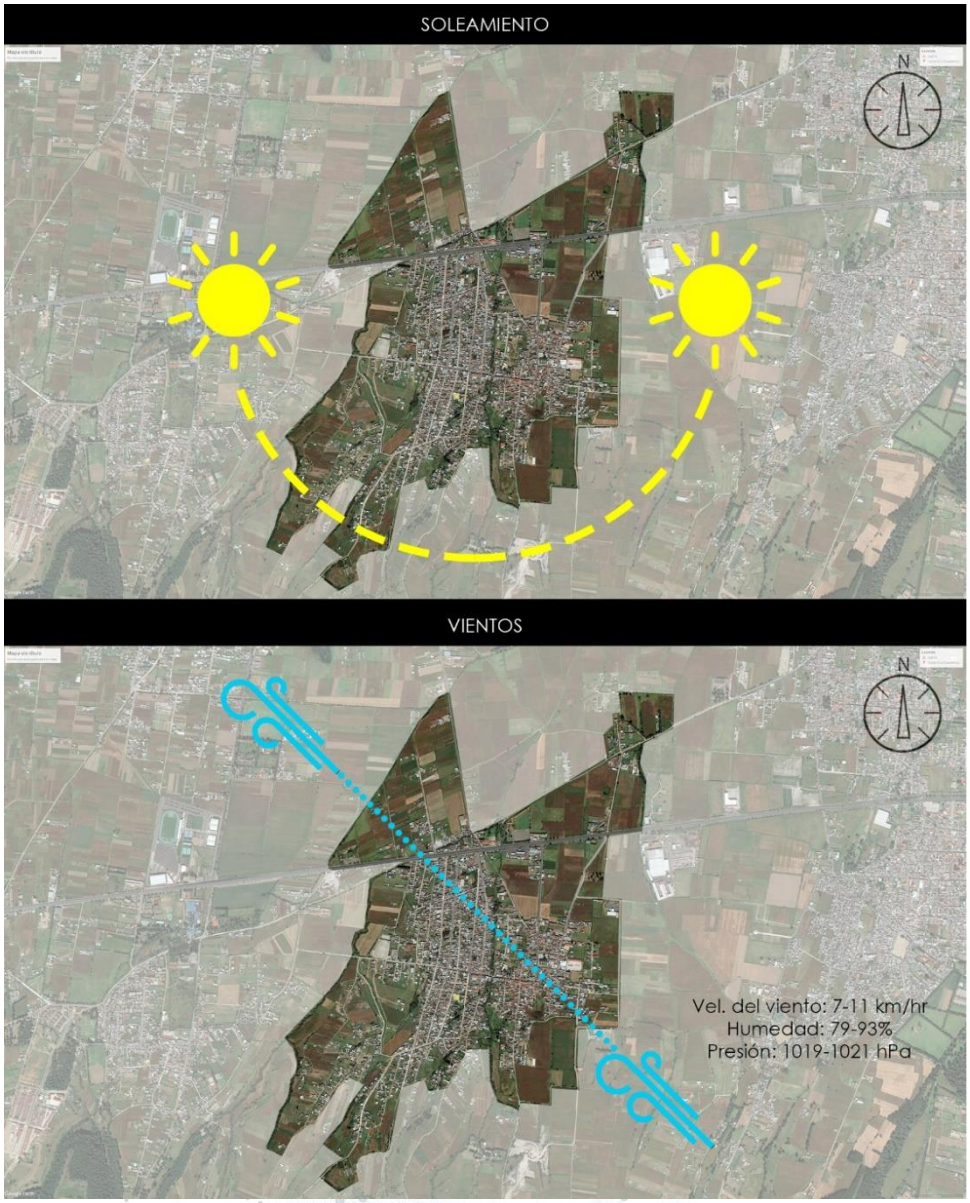


Imagen 42- Soleamiento y Vientos Dominantes. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

[69] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *op. cit.,* Plano Diagnóstico D-7.

HIDROGRAFÍA:

Dos ríos principales son los que fluyen por el territorio de Santa Cruz, provenientes de las escorrentías del Nevado de Toluca, por lo que es necesario que, desde los orígenes de estos ríos, se ejecuten acciones para su conservación y cuidado. El objetivo de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, es generar un Patrón de Revitalización Urbana, que se pueda repetir en las comunidades posteriores a lo largo del río, ajustando el Patrón a las necesidades específicas de cada población.

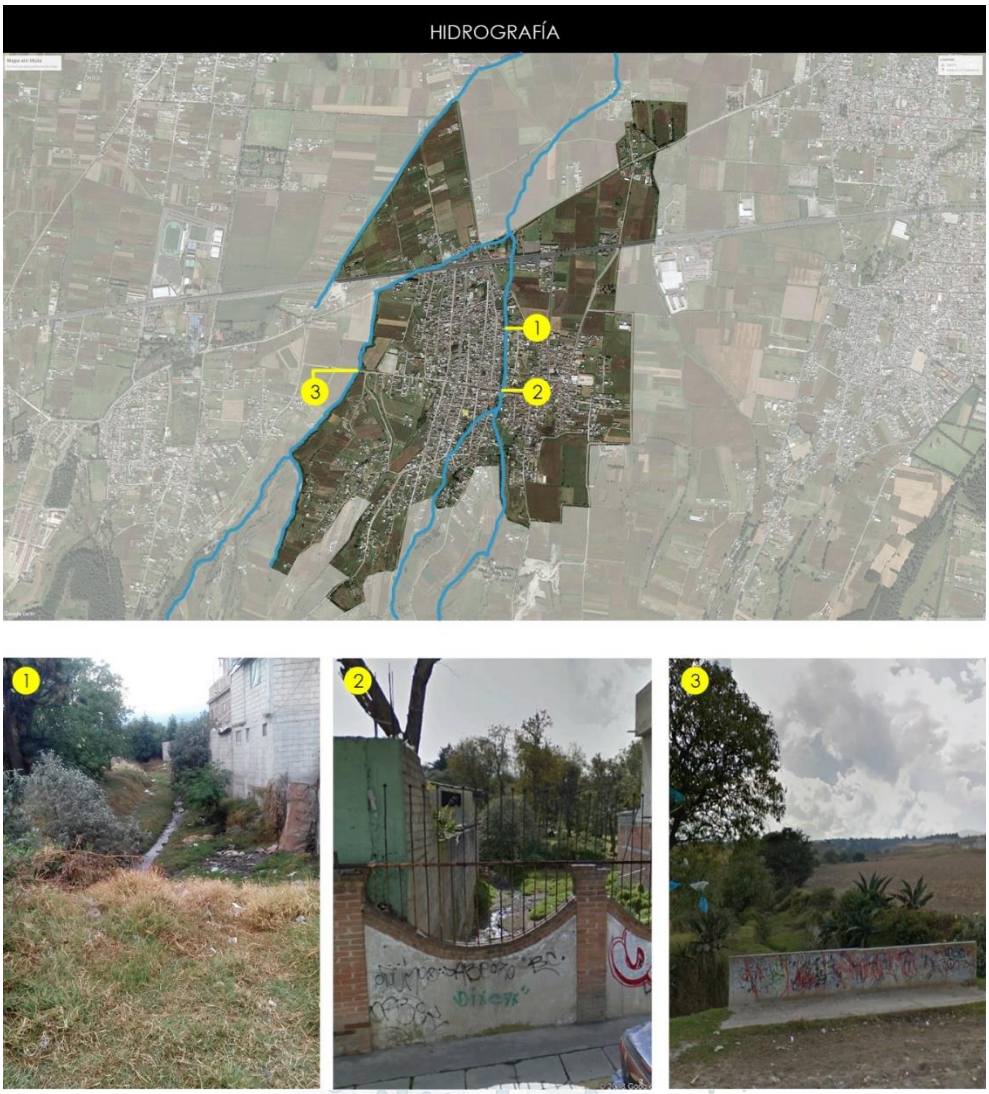
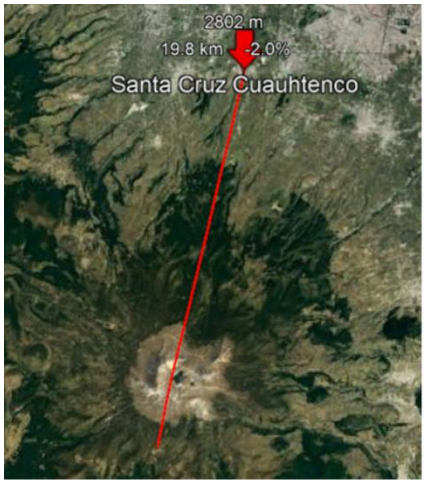


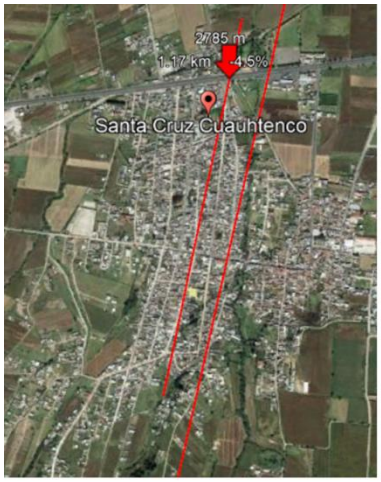
Imagen 43- Hidrografía de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. Imagen 1, archivo personal 2018. Imagen 2 y 3, Google Maps 2018.

ALTIMETRÍA:



Se consideró como referente el Nevado de Toluca, para contextualizar a la comunidad de Santa Cruz. Esta primer sección tiene una longitud de 21.7 km, donde el punto más alto oscila en los 4550 m.s.n.m y el más bajo en los 2763 m.s.n.m. Pendiente promedio del 8%.

Imagen 44- Sección I: Santa Cruz Cuahutenco-Nevado de Toluca. Fuente: Google Earth 2017.



Se realizó una segunda sección (de 1.40 km) que corresponde solo a la localidad de Santa Cruz, donde el punto con mayor altitud es de 2814 m.s.n.m. y el que tiene menor altitud es de 2779 m.s.n.m. Pendiente promedio del 3%.

Imagen 45- Sección II: Ampliación de Altimetría en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth 2017.

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL:

La gráfica que a continuación se presenta, fue recopilada del libro *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social* (Palma, 2018, pág. 46),[70] donde se expresa en las barras de color naranja la temperatura promedio según cada mes del año y en la línea azul la precipitación pluvial.

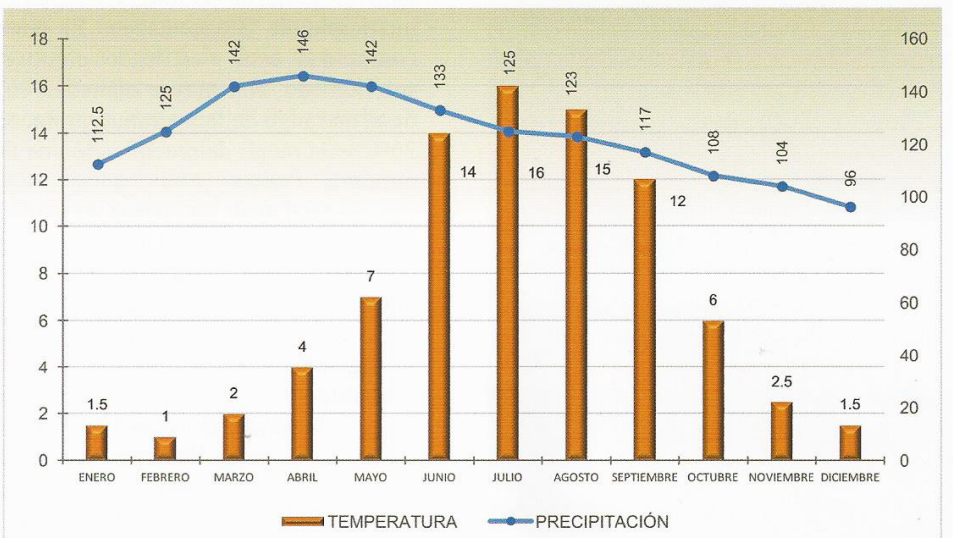


Tabla 6: Gráfica de temperatura y precipitación pluvial en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 46).

VIENTO:

DÍA	DESCRIPCIÓN	MÁX./MIN.	PRECIP.	VIENTO	HUMEDAD
LUN. 13. ENE.	Mayormente soleado	20°/3°	0%	SE 13 km/h	46%
MAR. 14. ENE.	Parcialmente nublado	20°/2°	10%	SE 14 km/h	47%
MIÉ. 15. ENE.	Parcialmente nublado	21°/2°	0%	SE 12 km/h	44%
JUE. 16. ENE.	Parcialmente nublado	20°/1°	10%	ESE 15 km/h	52%
VIE. 17. ENE.	Parcialmente nublado	19°/3°	0%	SE 15 km/h	47%
SÁB. 18. ENE.	Mayormente nublado	19°/2°	20%	E 13 km/h	49%

Tabla 7: Previsión meteorológica en Santa Cruz Cuahutenco. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: https://weather.com/es-MX/tiempo/10dias/l/2ad62bfa98c5c256f237aa6460f79bdcdb1efe860b0f274cd8a7841c3008e53b

[70] Ángel Palma, *op. cit.*, pág. 46.

MEDIO FÍSICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UN SISTEMA CARTESIANO:

A continuación, se realiza un diagnóstico, que parte del eje natural norte-sur (o eje Y), que corresponde al Río que fluye por la comunidad y el eje artificial oriente-poniente (o eje X), que es la vialidad que comunica la población. La numeración de los cuadrantes se realiza conforme el plano cartesiano, donde se resalta el cuadrante I, por ser la principal área de intervención.

Una vez establecidos los dos ejes de referencia (eje natural Y - eje artificial X), se mapea la ubicación y la relación del equipamiento existente en la comunidad, con la finalidad de visualizar un panorama global del funcionamiento del territorio y de detectar las áreas de oportunidad.

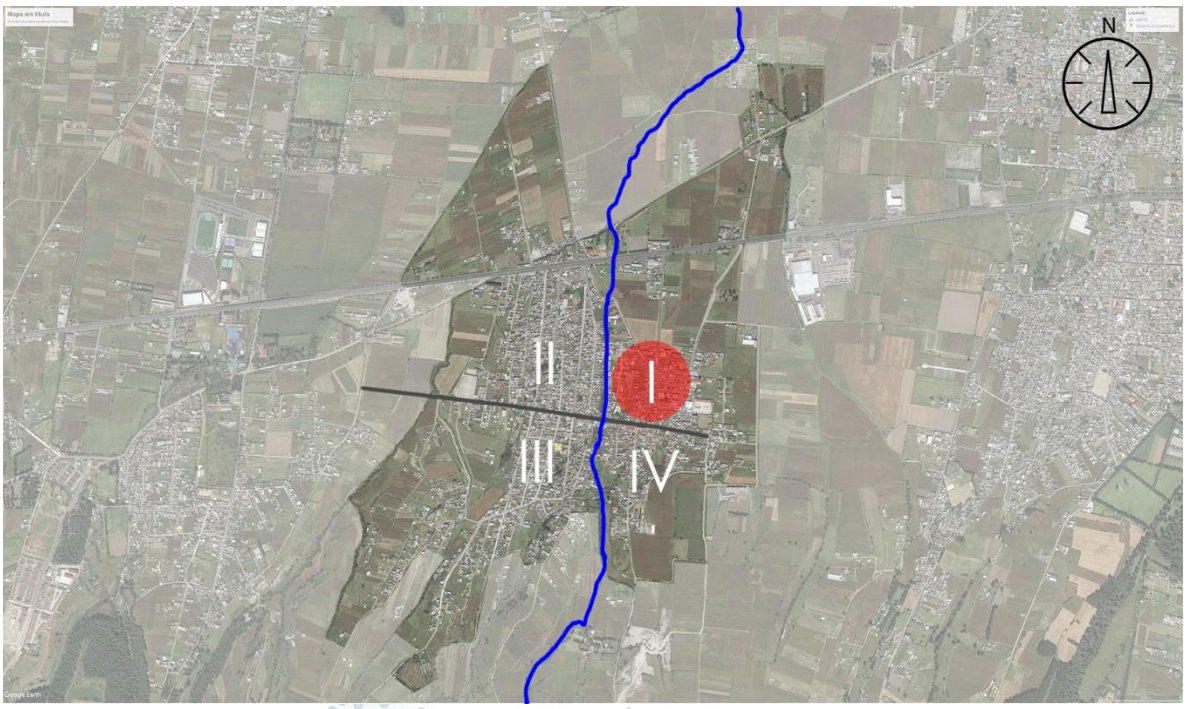


Imagen 46- Delimitación de estructura de cuadrantes en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

AMPLIACIÓN DEL CUADRANTE I:

A través de la estructuración de un sistema cartesiano, se delimita el cuadrante "I" como el punto de abordaje en esta investigación, ya que ese sector se concentra un alto flujo de actividades humanas, que se relaciona con el comercio, la educación, la cultura, la recreación y la religión.

Dinámicas como el sístole y el diástole del corazón humano, son las que presencia este polígono de estudio, al contener puntos de concentración masivos, como: el Kiosco de la comunidad, el Templo de Santa Elena de la Cruz y la primaria Vicente Guerrero, lo que genera movimientos de contracción y relajación.

Dichos movimientos, responden a patrones espacio-temporales de desplazamientos, que están determinados en un lugar y un horario específicos, como la entrada y salida de los estudiantes a la primaria o bien la celebración del culto religioso los fines de semana.

Imagen 47- Ampliación del Cuadrante I en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

CONFORMACIÓN DE EJES: NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL

Una vez delimitados los ejes natural y artificial, el sistema cartesiano se complementa con el eje social (eje Z), el cual integra la forma de habitar de la población, es decir está relacionado con sus costumbres y tradiciones.

El estudio del territorio no solo se concibe como un sistema cartesiano bidimensional, sino tridimensional, haciendo visible una montea triplanar que siempre se ha estado ahí, pero hasta ahora ha sido inexplorada.

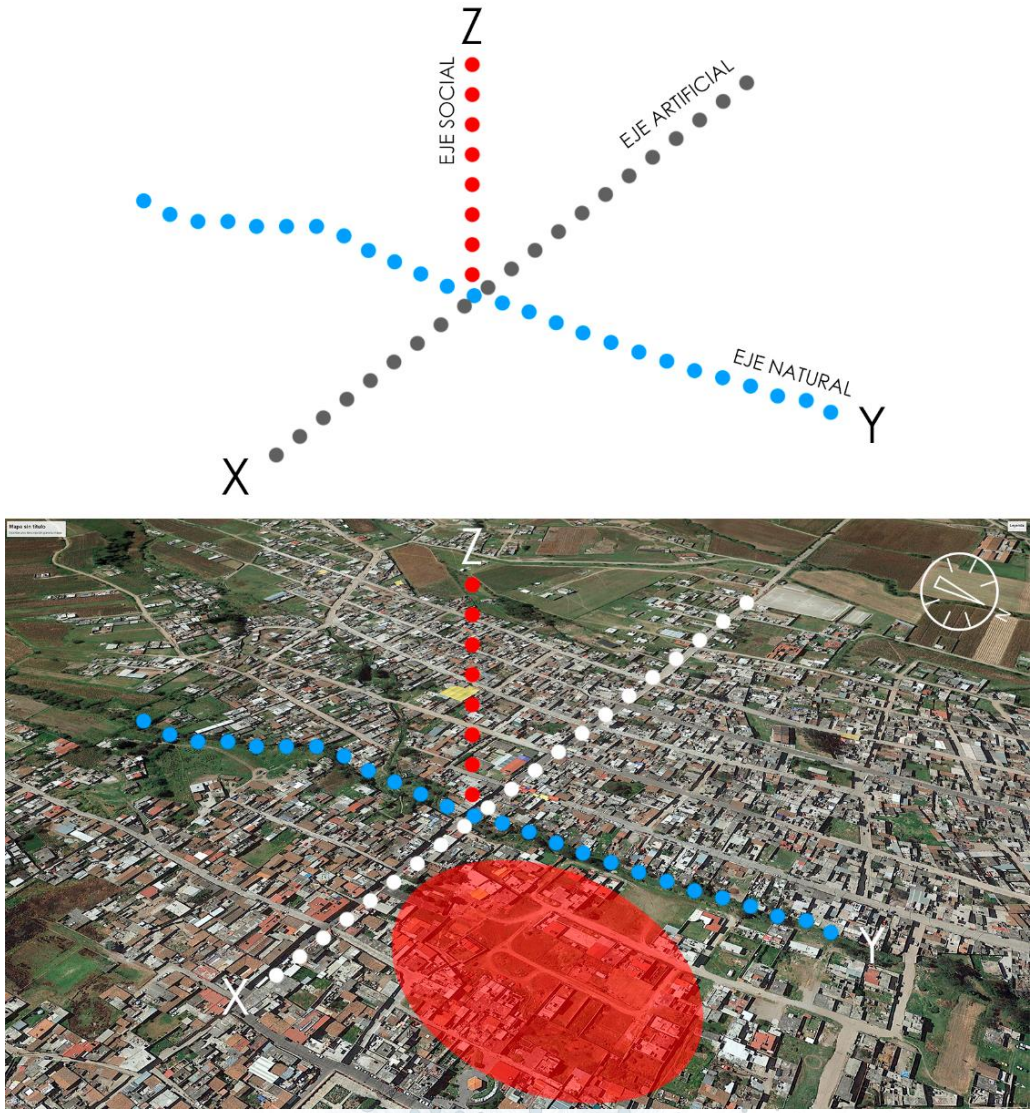


Imagen 48- Estructura de ejes natural, artificial y social en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

DIAGNÓSTICO URBANO A PARTIR DE ITERACIONES:

Retomando el concepto de *iteraciones* de la geometría fractal y el modelo del *triángulo de Sierpinski*, expuesto en el capítulo I, es como se desarrolla el diagnóstico del equipamiento existente en el territorio, con la finalidad de hacer visibles los patrones espaciales que imperan en la comunidad.

Cabe destacar, la importancia que tiene el concepto del "*agua*" en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico; por una parte, de manera natural (por los escurrimientos provenientes del Nevado de Toluca) y, por otra parte, de manera artificial (por la red hidráulica establecida).

Ya sea desde el flujo natural o artificial, el agua ha sido desde la antigüedad un símbolo de "*vida*". A continuación, se señala la ubicación del tanque de agua que da suministro a la comunidad, cuyas escorrentías son provenientes del nevado de Toluca (ver imagen 49).

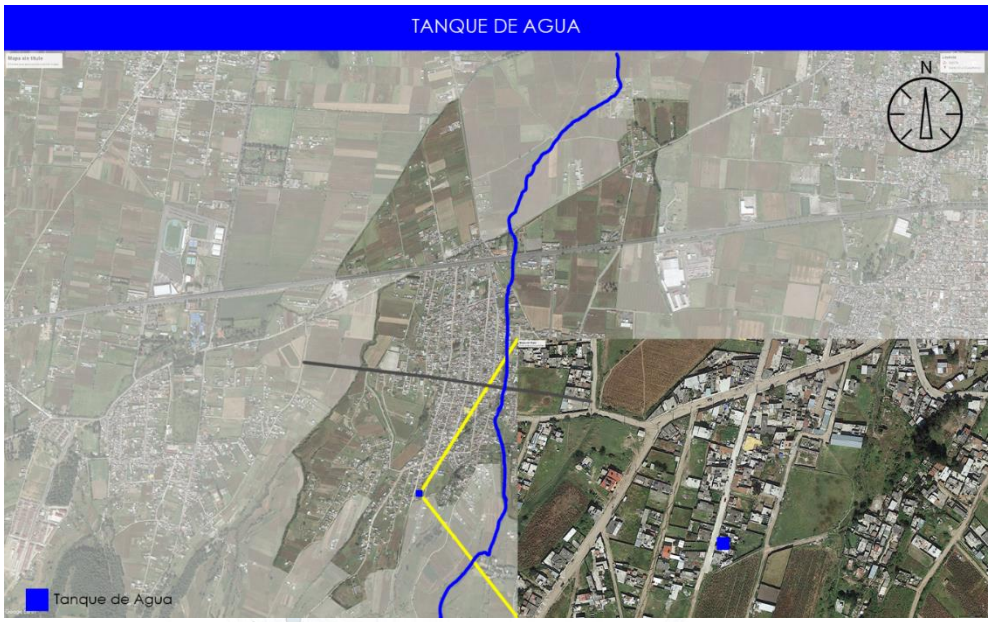


Imagen 49- Localización de Tanque de Agua que dota del suministro a la comunidad de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS EDUCATIVOS Y CULTURALES:

Existen dos espacios educativos en el cuadrante "I", uno en el cuadrante "II" y uno en el cuadrante "III". En cuanto a los espacios culturales, sólo se detectó uno en el cuadrante "I", por lo que es necesario diseñar espacios, que promuevan la cultura en la población en sus actividades cotidianas.

Imagen 50- Espacios Educativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 51- Espacios Culturales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS RECREATIVOS Y DEPORTIVOS:

Ante la necesidad de espacios recreativos, se ocupan terrenos baldíos para sustituir temporalmente este requerimiento. Los espacios deportivos se encuentran en la periferia, por lo que, al ubicar un área deportiva más céntrica, aumenta el umbral de alcance del sector deportivo.

Imagen 52- Espacios Recreativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

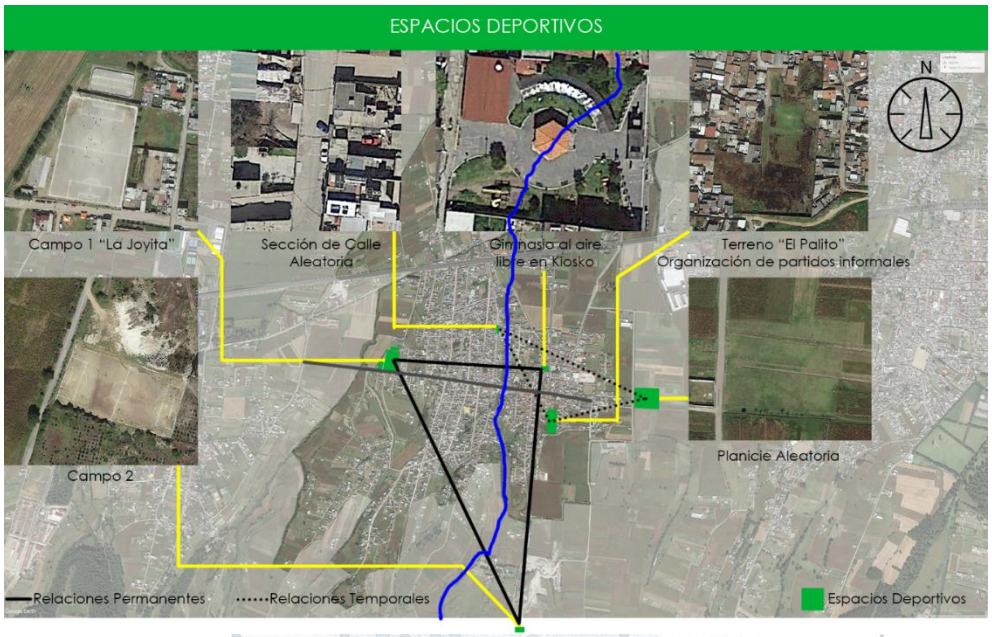


Imagen 53- Espacios Deportivos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS SOCIALES Y RELIGIOSOS:

Los habitantes de la comunidad tienden a rentar uno de estos espacios sociales para llevar a cabo sus eventos. El mayor punto de encuentro en la comunidad es el atrio del Templo de Santa Elena, por lo que su incorporación en esta propuesta es un punto clave.

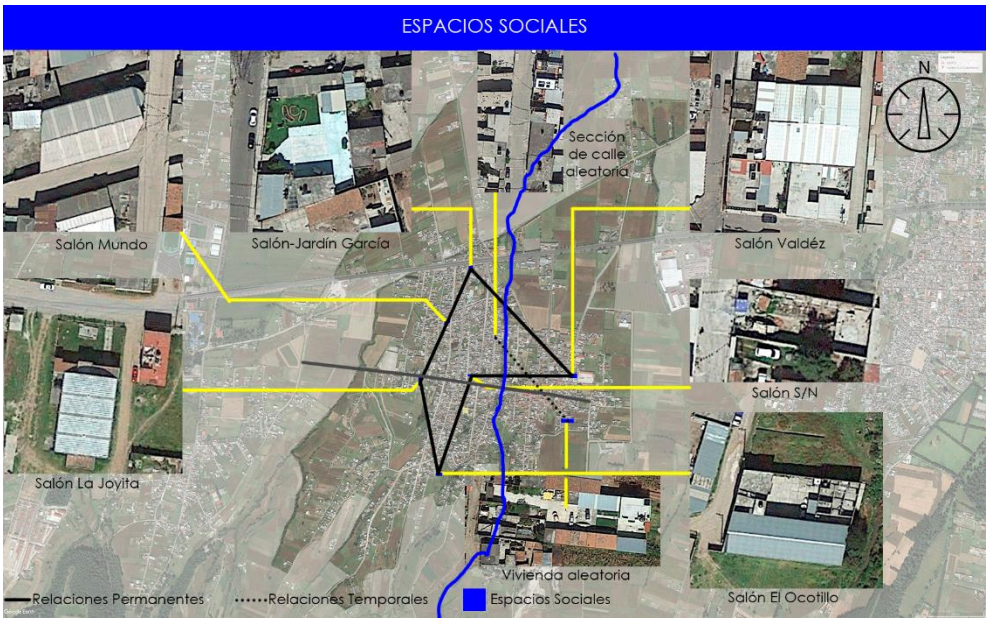


Imagen 54- Espacios Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

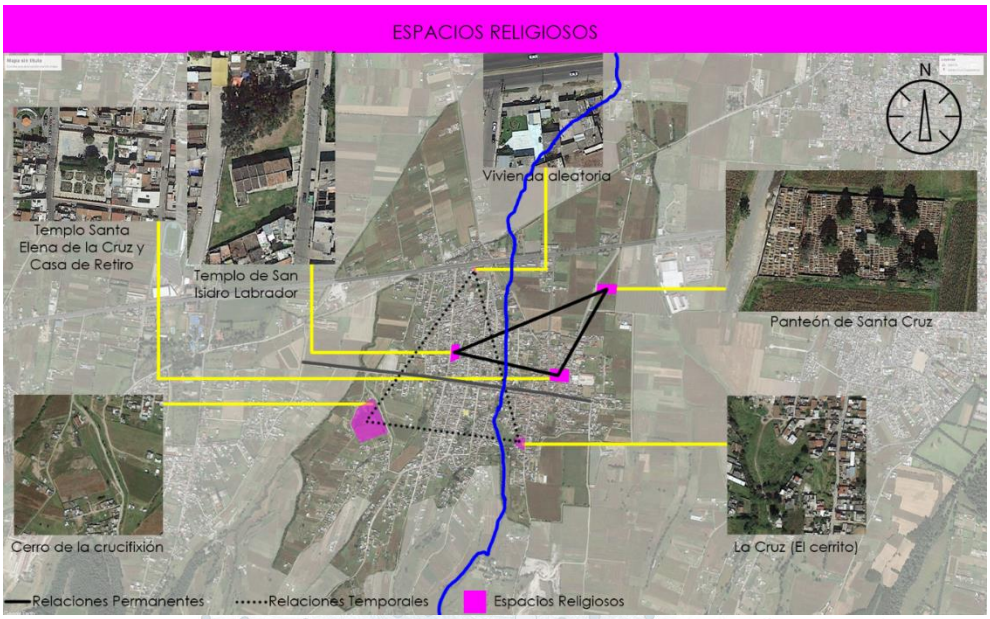


Imagen 55- Espacios Religiosos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS DE TRANSPORTE Y SALUD:

Se ubican los puntos clave de movilidad interna de la comunidad. En cuanto a los espacios de salud, solo se encontró un centro de salud de primer contacto, un farmacias similares y farmacias locales, por lo que en proyectos posteriores es oportuno realizar un estudio específico del sector salud.

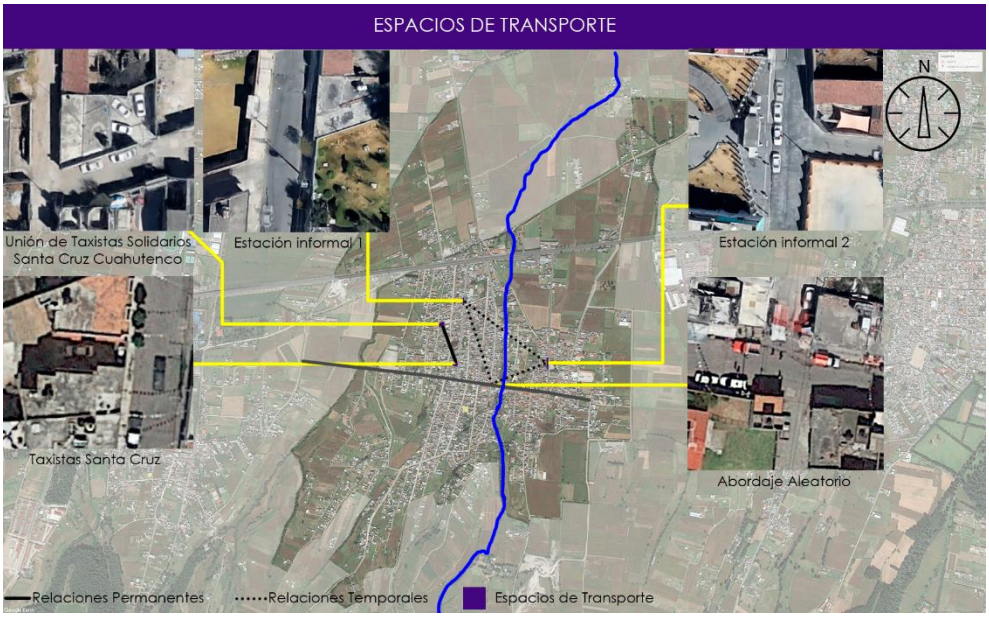


Imagen 56- Espacios de Transporte. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 57- Espacios de Salud. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS POLÍTICOS Y DE PROGRAMAS SOCIALES:

Es necesario el diseño de un espacio público multiusos, donde se incentive la participación de la comunidad. En este espacio multiusos, se puede difundir información acerca de los programas sociales que promueve el Municipio de Zinacantepec o el Gobierno del Estado de México.

Imagen 58- Espacios Políticos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 59- Espacios de Programas Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS DE EXTRACCIÓN E INDUSTRIALES:

Al sur de la comunidad, se localizan minas de extracción de materiales, donde posteriormente, surgen oportunidades para aprovechar el espacio vacío, como: habitacional, recreativo o mixto. En cuanto a los espacios industriales, es oportuno diseñar el área de amortización periférica.

Imagen 60- Espacios de Extracción de materiales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

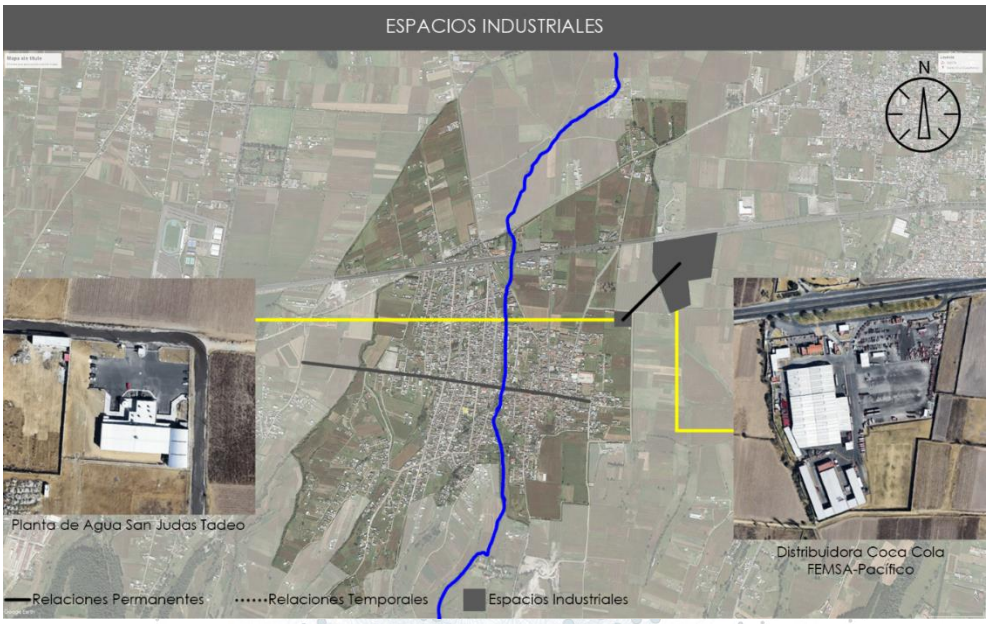


Imagen 61- Espacios Industriales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

MEDIO SOCIAL: COSTUMBRES, TRADICIONES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL

En el presente apartado se describe el crecimiento poblacional de la comunidad (ver tablas 8 y 9), así como sus costumbres y tradiciones. La población de Santa Cruz Cuahutenco, presenció un crecimiento exponencial de la población en el periodo comprendido entre 2005-2010, al aumentar 2,162 habitantes, lo que significa un 40% de la cifra del 2005.

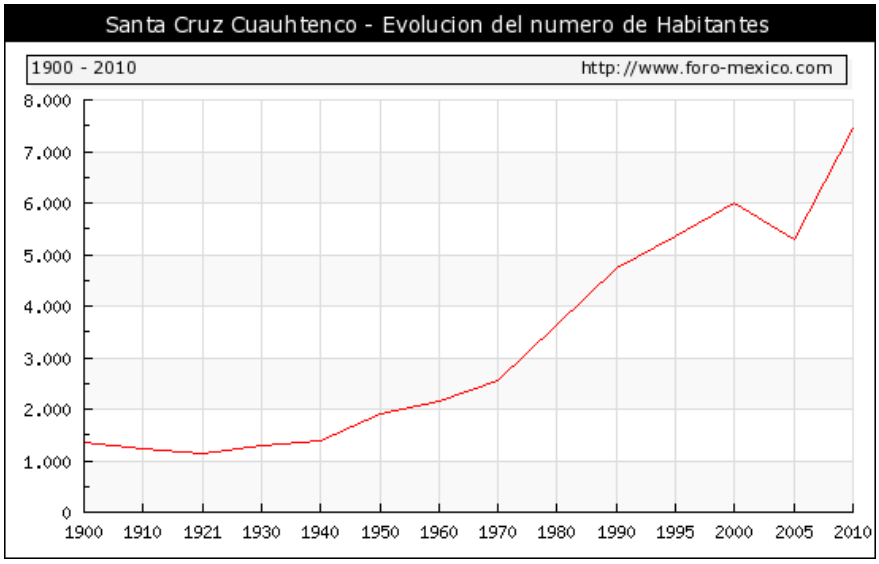


Tabla 8: Evolución de la Población 1900-2010. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018.

Santa Cruz Cuauhtenco - Evolucion de la poblacion 1900 hasta 2010			
YEAR	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
2010	3.640	3.820	7.460
2005	2.565	2.733	5.298
2000	2.873	3.123	5.996
1995	2.599	2.767	5.366
1990	2.313	2.415	4.728
1980	1.773	1.848	3.621
1970	0	0	2.549
1960	1.107	1.044	2.151
1950	923	975	1.898
1940	711	666	1.377
1930	638	643	1.281
1921	547	595	1.142
1910	598	635	1.233
1900	640	705	1.345

Tabla 9: Cifras de incremento poblacional en Santa Cruz. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018.

Según la actualización 2010-2015 realizada por el INEGI y consultada en el Inventario Nacional de Vivienda 2016,[71] la población total de Santa Cruz Cuahutenco es de 7,548 habitantes. De los cuales 2,258 tienen entre 0-14 años, 2,115 están entre los 15-29 años, 2,547 entre 30-59 años, 513 tienen 60 años o más y 115 cuentan con alguna discapacidad (ver tabla 10).

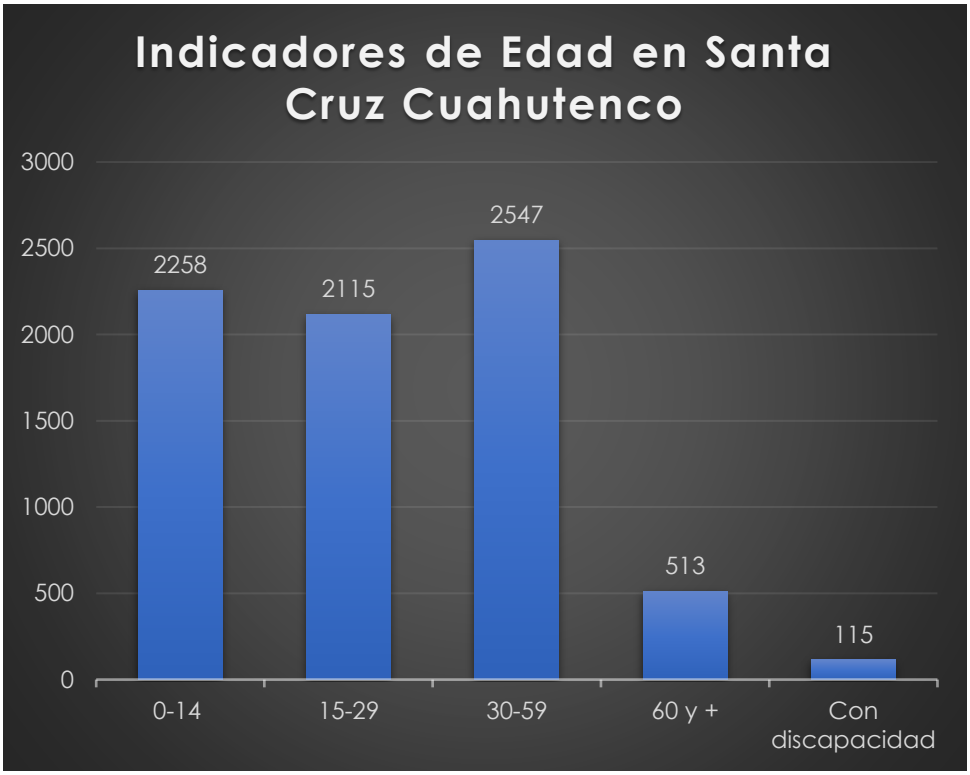


Tabla 10: Indicadores de Edad en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Como se observa en la gráfica anterior, la mayor parte de la población de Santa Cruz Cuahutenco se encuentra entre los 0 y los 29 años, con 4,373 personas, lo que equivale al 58% del total, por lo que se concluye que, el al menos el 50% del Programa Arquitectónico de la propuesta de mejoramiento, debe integrar a este sector joven de la población.

[71] Mapa interactivo del *Inventario Nacional de Vivienda 2016*, consultado el 13 de enero de 2020 desde: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=19.25081128055914 8,-99.72986712593825&z=16

En Santa Cruz Cuahutenco hay 1820 viviendas (INEGI, 2016)[72], de ellas el 88.95% están habitadas, el 83.29% tienen recubrimiento en piso, el 87.52% cuentan con energía eléctrica, el 85.87% tiene agua entubada y el 85.82% cuenta con servicio sanitario. En el 4.39% de las viviendas, habitan 3 o más ocupantes por cuarto (ver tabla 11).

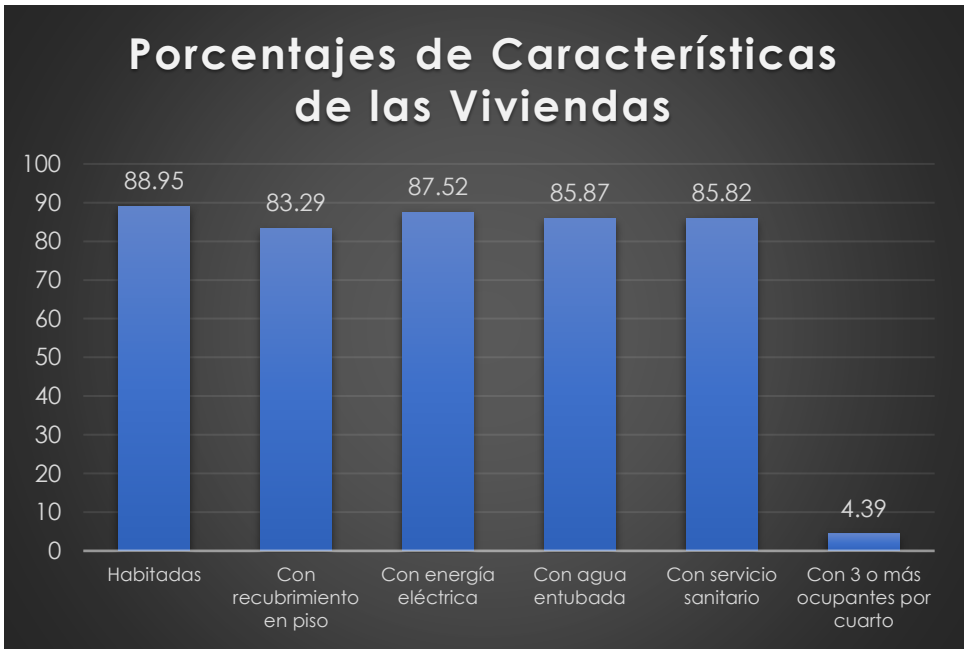


Tabla 11: Porcentajes de Características de las Viviendas. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Posteriormente, se realizó un estudio del promedio de habitantes por vivienda, en la comunidad de Santa Cruz y su periferia (San Juan de las Huertas, San Cristóbal Tecolit, San Miguel Zinacantepec, San Antonio Buenavista y Cacalomacán), para comprender cuantitativamente una de las dinámicas sociales: la conformación de las familias.

Se concluye que en promedio las viviendas de Santa Cruz están conformadas por 4 habitantes (ver tabla 12), siendo la tercer localidad con el indicador más elevado, después de San Juan de las Huertas y San Antonio.

[72] Mapa interactivo del *Inventario Nacional de Vivienda 2016*, *op. cit.*,

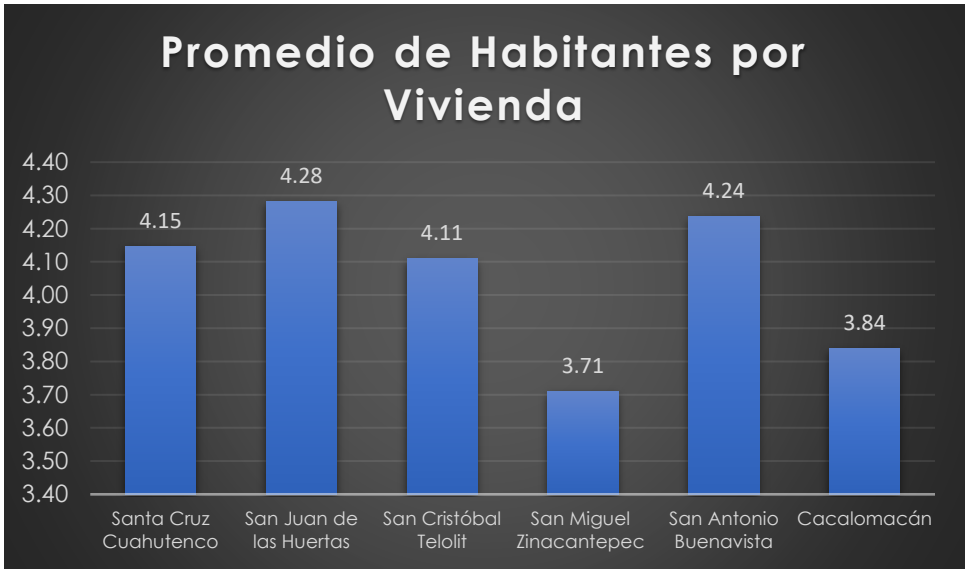


Tabla 12: Promedio de Habitantes por Vivienda. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Al contrastar la información de la tabla 12 y la tabla 13, se detecta que a pesar de que San Miguel Zinacantepec tiene el mayor número poblacional, es también la localidad que tiene el menor índice de habitantes por vivienda, lo que significa, que las familias están conformadas por un menor número de integrantes, como resultado de las dinámicas sociales propias de San Miguel Zinacantepec, a diferencia de las otras comunidades.

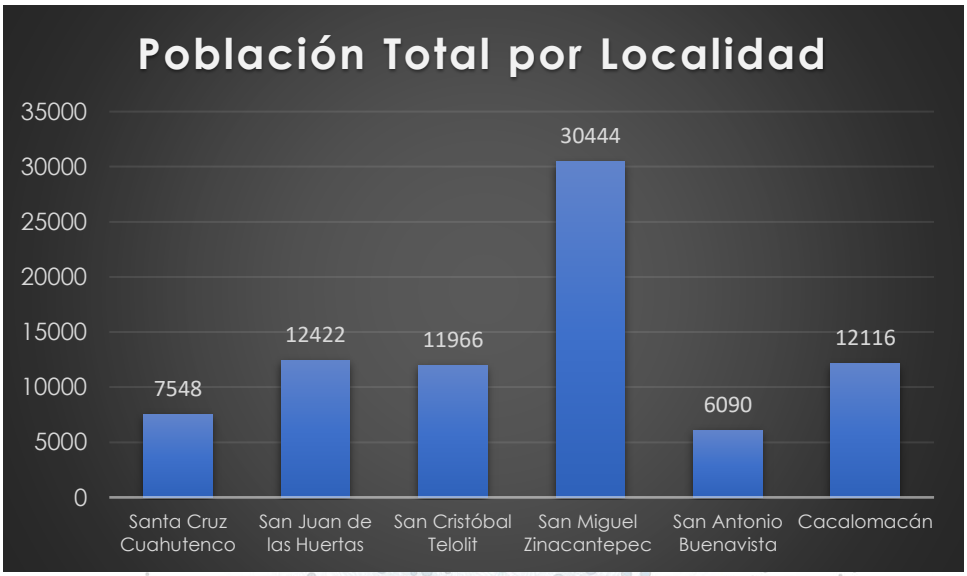


Tabla 13: Población Total por Localidad. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

CELEBRACIONES CIVILES Y RELIGIOSAS:

A continuación, se enuncian de manera cronológica las celebridades civiles y religiosas llevadas a cabo en la comunidad, con la finalidad de integrar actividades en la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

FECHA	CELEBRACIÓN CIVIL	FECHA	CELEBRACIÓN RELIGIOSA
5 de febrero	Promulgación de la Constitución de 1917	1 de enero	María, Madre de Dios y Año Nuevo
18 de marzo	Expropiación Petrolera	6 de enero	Día de los Santos Reyes
21 de marzo	Natalicio de Benito Juárez e inicio de la Primavera	2 de febrero	Día de la Candelaria
30 de abril	Día del Niño	Movible (marzo-abril)	Semana Santa
1 de mayo	Día del Trabajo	Todo el mes de mayo	Rosarios a la Virgen María
10 de mayo	Día de las Madre	3 de mayo	Día de la Santa Cruz
15 de mayo	Día del Maestro	15 de mayo	Día de San Isidro Labrador (Colonia Lázaro Cárdenas)
28 de agosto	Día del Adulto Mayor	Todo el mes de junio	Rosarios al Sagrado Corazón de Jesús
15 de septiembre	Conmemoración del Grito de la Independencia	19-22 de junio	Santo Jubileo o Jubileo de las 40 horas
16 de septiembre	Inicio de la Guerra de Independencia	18 de agosto	Día de Santa Elena de la Cruz (fiesta patronal, casi todo el mes)
12 de octubre	Descubrimiento de América	7 de octubre	Día de la Virgen del Rosario (Colonia 2 de marzo)
20 de noviembre	Inicio de la Revolución Mexicana	2 de noviembre	Día de los Fieles Difuntos (Día de Muertos)
		22 de noviembre	Día de Santa Cecilia (Patrona de los Músicos)
		12 de diciembre	Día de la Virgen de Guadalupe (Fiesta Nacional Popular)
		16-24 de diciembre	Posadas
		24 y 25 de diciembre	Noche Buena y Navidad
		31 de diciembre	Acción de Gracias y Renovación de Fiscales y Topiles

Tabla 14: Celebraciones Civiles y Religiosas de Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Palma, Á. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: DR © Ángel Francisco Palma Lujano. págs. 114-115.

COSTUMBRES Y TRADICIONES:

Como se muestra en la imagen 62, anualmente se lleva a cabo una de las festividades más importantes de la comunidad, en honor a Santa Elena de la Cruz, durante el mes de agosto.

Durante ese mes, asisten peregrinos de las comunidades cercanas, como San Juan de las Huertas, San Antonio Buenavista, Cacalomacán, entre otras.

Imagen 62- Celebración Patronal en Atrio de Templo. Fuente: Archivo personal, agosto 2019.

La celebración se lleva a cabo en el atrio del Templo de Santa Elena de la Cruz, acompañada de música en vivo y la tradicional danza de los chilenos.

Uno de los eventos de reciente creación en la localidad, es conocido como Ruta de las Ánimas, el cual se desarrolló el 1 de noviembre de 2019, como segunda edición, donde se expusieron ofrendas (ver imagen 63) caracterizadas por los grupos sociales de la comunidad, como: Grupos Religiosos, Músicos, Jóvenes y Señoritas, Ejidales, Futbolistas, Escuelas, entre otras.

Imagen 63- Ofrenda de Ruta de las Ánimas 2019. Fuente: Archivo personal, noviembre 2019.

ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL:

Una de las tradiciones más antiguas y que hoy en día sigue siendo una de las actividades más representativas de la comunidad es la elaboración de pan artesanal, ya que es una tradición que se ha heredado de generación en generación.

> *"La familia de Don Armando es solo una de las 70 que se dedican a realizar pan artesanal para las ferias regionales en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, en el municipio de Zinacantepec, donde con más de 300 años de antigüedad es una de las tradiciones más arraigadas del valle de Toluca."* (Paredes, 2015)[73]

La manera de preparación del pan tiene ciertas características especiales, como lo es el horno rústico de leña, para poder realizar más de 1500 piezas de pan cada fin de semana:

> *"El horno rústico de leña ocupa la mayor parte de su espacio de trabajo y confía en que ninguno de sus panes sería igual si utilizara un horno de gas, que es más pequeño, pero que no le da ni el mismo sabor, ni el mismo acabado a sus panes."* (Paredes, 2015)[74]

Imagen 64- Elaboración de Pan Artesanal. Fuente: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/

[73] Francisco Paredes, *Mantienen viva la tradición de la elaboración de pan en Zinacantepec*, Inforural, 2015, Consultado el 13 de enero de 2020 desde: https://www.inforural.com.mx/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/
[74] *Idem*.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO II:

Al inicio de este capítulo, se habló del significado de Santa Cruz Cuahutenco (Lugar en la Orilla del Bosque) y un antecedente muy importante de la comunidad: el Plan Piloto desarrollado en el año de 1980.

Cuarenta años después de esta intervención Urbana en la comunidad, surge esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, como una continuación de ese ideal de mejora, de las condiciones de habitabilidad en la población (constituido por la revitalización del río y la creación de espacios públicos, recreativos y culturales).

Para realizar el diagnóstico del territorio, se estructuró la investigación en 3 categorías principales: el medio físico natural, artificial y social. En el medio físico natural se estudió la morfología del territorio, los perímetros de contención urbana, la topografía, el soleamiento y vientos dominantes, la hidrografía, la altimetría, la temperatura y la precipitación pluvial.

En el medio físico artificial, se trazó un sistema cartesiano, que tiene como origen la intersección del eje natural (el río) y del eje artificial (la Vialidad Luisa Isabel 2° Sección), a partir del cual se ubicó el equipamiento existente, correspondiente a los espacios: educativos, culturales, recreativos, deportivos, sociales, religiosos, de transporte, de salud, políticos, de programas sociales, de extracción de materiales e industriales.

En el medio social, se describió cuantitativamente el crecimiento poblacional en los últimos 110 años, los indicadores de edades de la población, de características de las viviendas, del promedio de habitantes por vivienda y del número de habitantes tanto de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco como de su periferia, para tener un panorama global.

En cuanto a la descripción cualitativa del medio social, se enlistaron las principales celebraciones civiles y religiosas que se realizan en la localidad, así como una de sus actividades tradicionales con mayor antigüedad: la elaboración de pan artesanal (con 300 años de antigüedad).

Como se observa en el apartado de celebraciones, gran parte de las festividades de la comunidad están relacionadas con el sector religioso, por lo que su incorporación en esta propuesta de mejoramiento es un punto clave (para sincronizar las actividades culturales y recreativas una vez que haya concluido la celebración litúrgica).

En la descripción del equipamiento existente, se encontraron más áreas de oportunidad, como en el sector salud, industrial, de extracción de materiales, entre otros, pero el desarrollo de esos sectores queda abierto a realizarse posteriormente, como una continuación de esta propuesta.

Una vez realizado el diagnóstico a escala macro, se concluye que en la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, deben integrarse al menos el 50% de las actividades destinadas a la población entre los 0 y los 29 años, ya que conforman el 58% de los habitantes del total de la localidad.

De manera general, se hace una síntesis de las necesidades detectadas hasta este punto de la investigación:

- Aumento de áreas verdes
- Creación de un espacio multiusos
- Creación de espacios recreativos, culturales y deportivos
- Conectividad de los sectores (y espacios públicos)

En el Capítulo IV (en el desarrollo de la propuesta de mejoramiento), se retoman estas necesidades detectadas, así como los resultados del estudio del medio físico natural, artificial y social.

CAPÍTULO III:

ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO Y SU APLICACIÓN.

"Es asombroso ver como de lo que parece ser el caos surge el más sublime orden."

Albert Einstein

¿Cómo es que la geometría fractal dio origen a esta concepción espacio-temporal? Si bien, los fractales se caracterizan por su estructura iterativa, la Arquitectura también está conformada por 3 patrones esenciales (para que acontezca un fenómeno): *el espacio, el tiempo y la materia.*

Cuando se inserta un volumen en el espacio, se crea una deformación, (ver imagen 65), dependiendo de la densidad del objeto y su umbral de alcance.

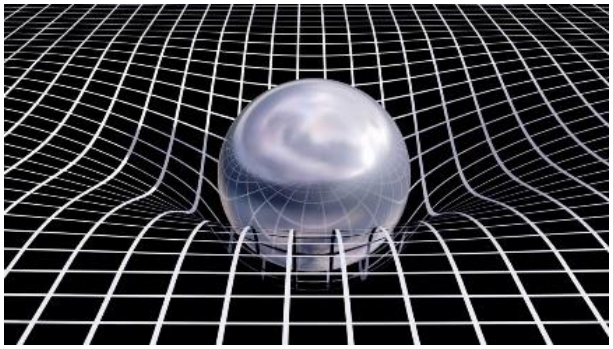


Imagen 65- Analogía bidimensional de la deformación del espacio-tiempo tetradimensional por acción de la materia-energía. Publicado por Nicolás Fabelo en: http://www.rtve.es/noticias/20151124/siglo-mano-albert-einstein/1259800.shtml. Consultado en noviembre de 2018.

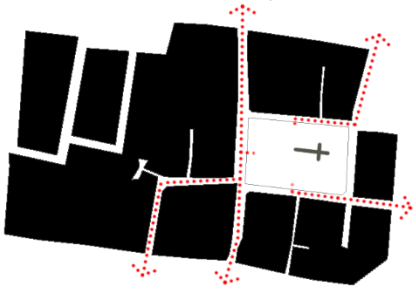
Como resultado de esta deformación espacial, surgen microhistorias, que los seres humanos viven, experimentan y las hacen propias, creando así su memoria y su legado.

De esta manera, es como se establecen los patrones de: *espacialidad, temporalidad y materialidad* como los 3 patrones primigenios que constituyen la Arquitectura y la realidad. Para representar gráficamente este sistema, se tomó como base el triángulo de Sierpinski (ver figura 66).

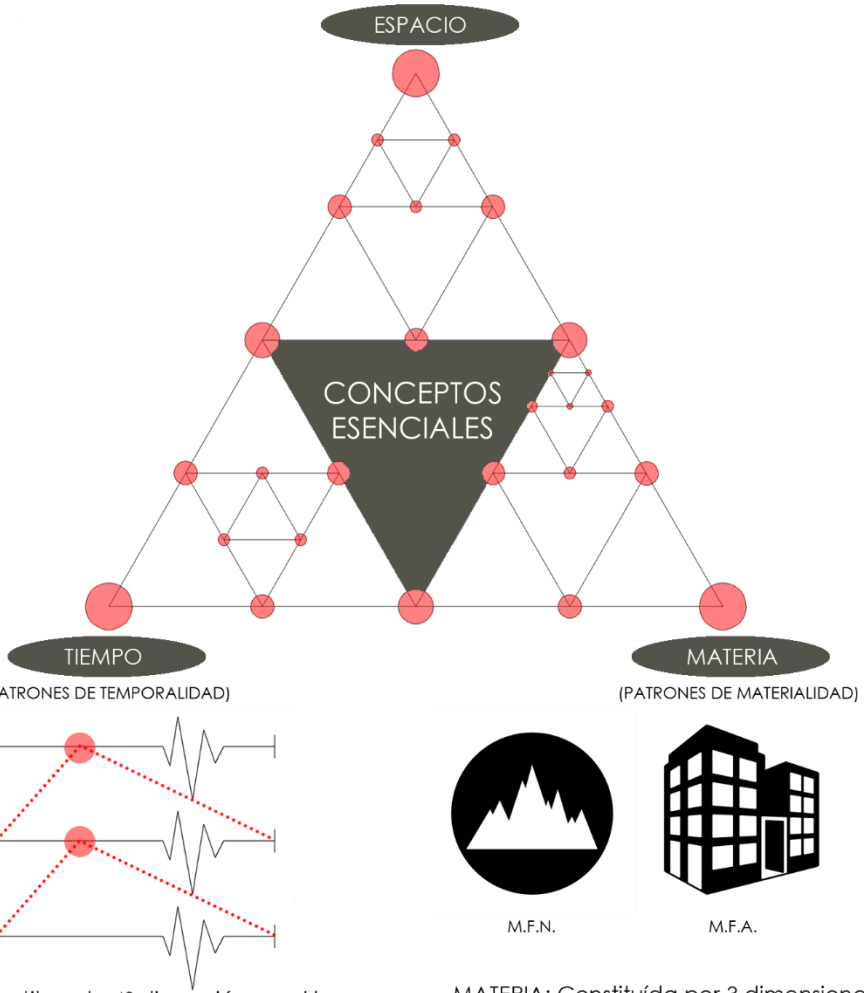
Posteriormente, se deriva cada una de las fracciones del territorio en un análisis por capas, desde datos generales del territorio hasta datos muy específicos, para detectar con claridad las necesidades de la población.

CONCEPTOS ESENCIALES:

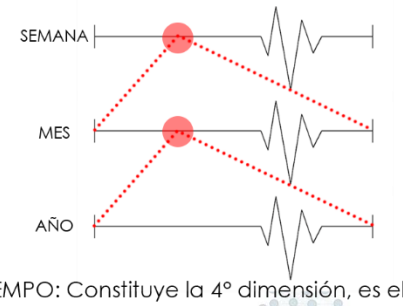
ESPACIO: Medio o vacío en el que se materializa algo.



(PATRONES DE ESPACIALIDAD MACRO Y MICRO)

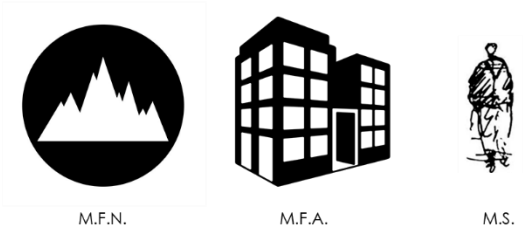


(PATRONES DE TEMPORALIDAD)



TIEMPO: Constituye la 4° dimensión, es el lapso definido de estudio.

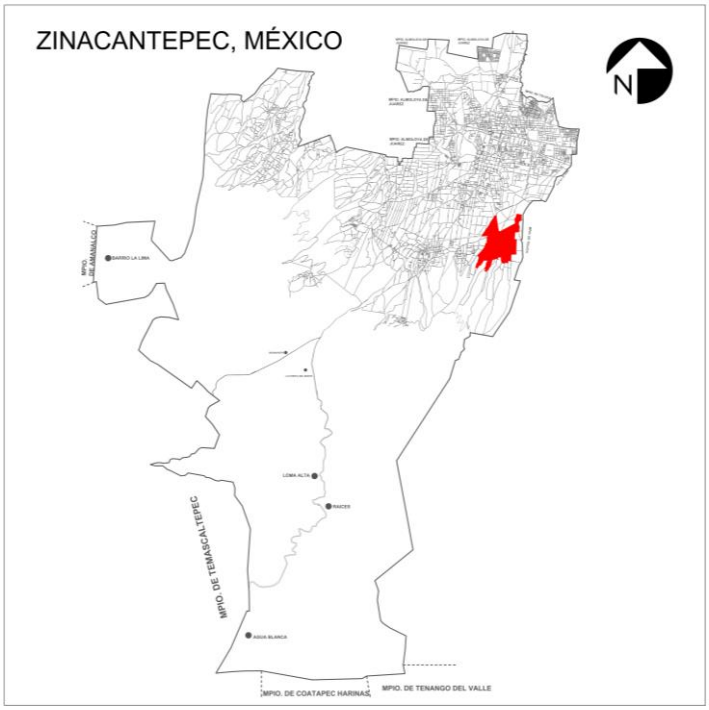
(PATRONES DE MATERIALIDAD)



MATERIA: Constituída por 3 dimensiones, es el ente tangible que ocupa un lugar en el espacio.

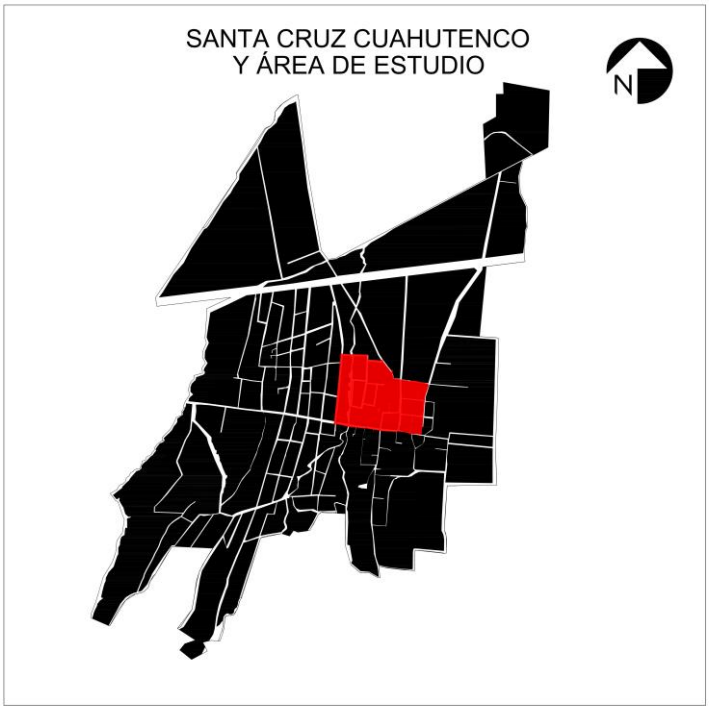
Imagen 66- Representación gráfica de los patrones de espacialidad, temporalidad y materialidad como los conceptos esenciales que constituyen la Arquitectura y la realidad. Fuente de imágenes base: Edificio: https://www.flaticon.es/icono-premium/edificio_24736
Montaña: https://es.pngtree.com/freepng/mountains-icon_3566031.html
Escala Humana: http://www.doyoucity.com/proyectos/entrada/14202

ITERACIONES EN EL TERRITORIO:



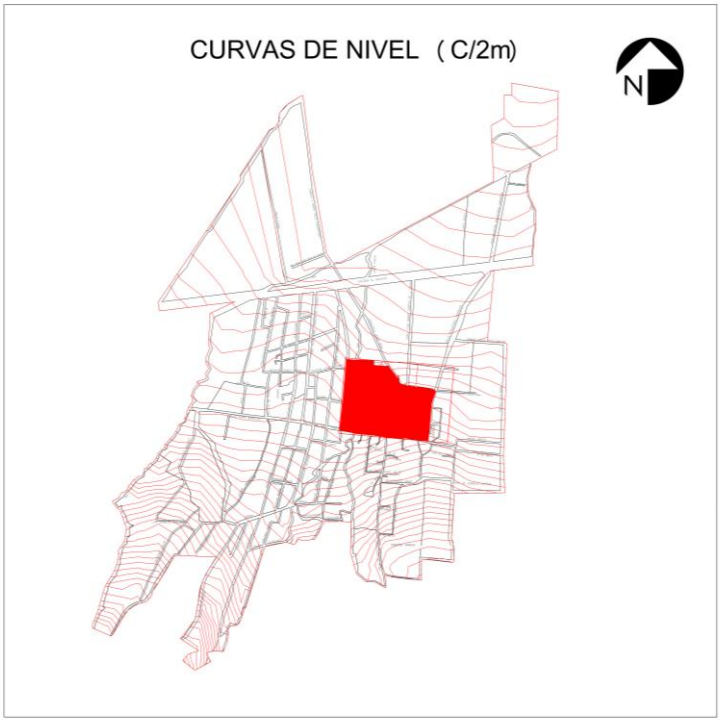
En este mapa, se señala el polígono que corresponde a Santa Cruz Cuahutenco (marcado de color rojo), el cual se encuentra en la periferia del Municipio de Zinacantepec, Estado de México.

Imagen 67- Mapa de Referencia: Zinacantepec - Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Archivo del Municipio de Zinacantepec 2018.



Al realizar un acercamiento al mapa anterior, se enfoca el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, ahora con fondo negro y el área específica de estudio, se marca de color rojo, la cual abarca una parte del sector centro y colonia.

Imagen 68- Mapa de Referencia: Santa Cruz Cuahutenco – Polígono de estudio. Fuente: Elaboración propia 2019.

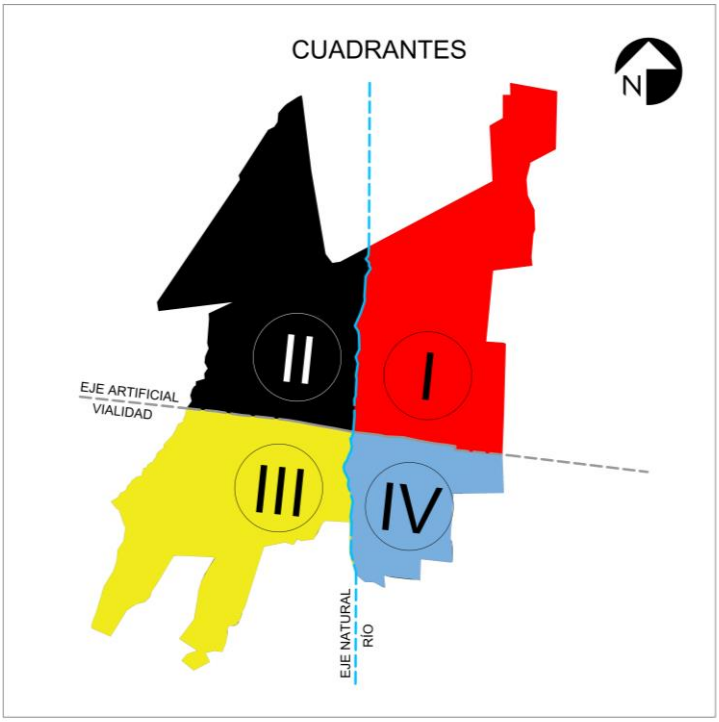


Las curvas de nivel se encuentran marcadas a cada 2 metros, donde se detecta un cambio de nivel aproximado de 18 metros, desde la cota más elevada a la más baja del polígono intervenido.

Imagen 69- Mapa de Curvas de Nivel a cada dos metros en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Elaboración propia 2019.

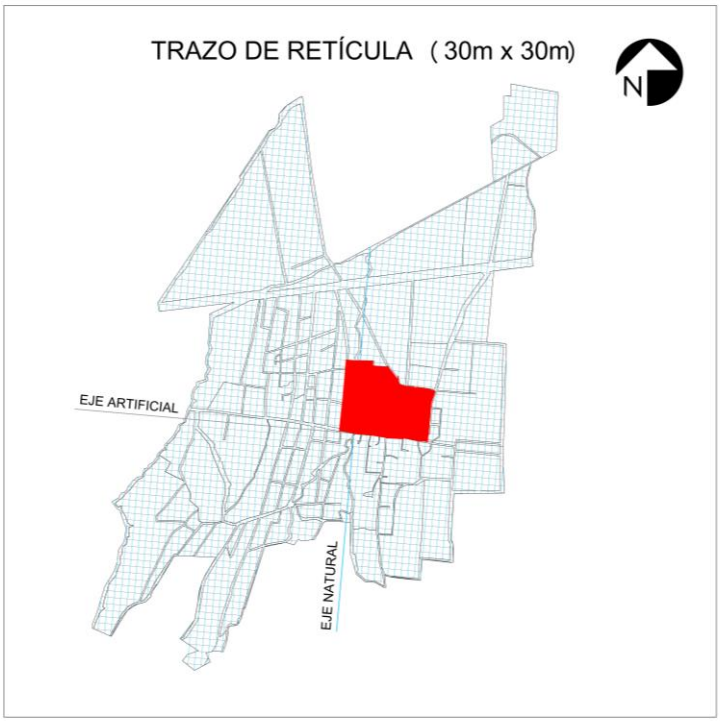
El Río que fluye por la comunidad, es de gran importancia en esta propuesta de mejoramiento, ya que actualmente funge como una división, entre el sector centro (color rojo) y el sector de la colonia (color negro), cuando tiene el potencial de articular el territorio.

Imagen 70- Mapa de Sector Centro y Sector Colonia. Fuente: Elaboración propia 2019.



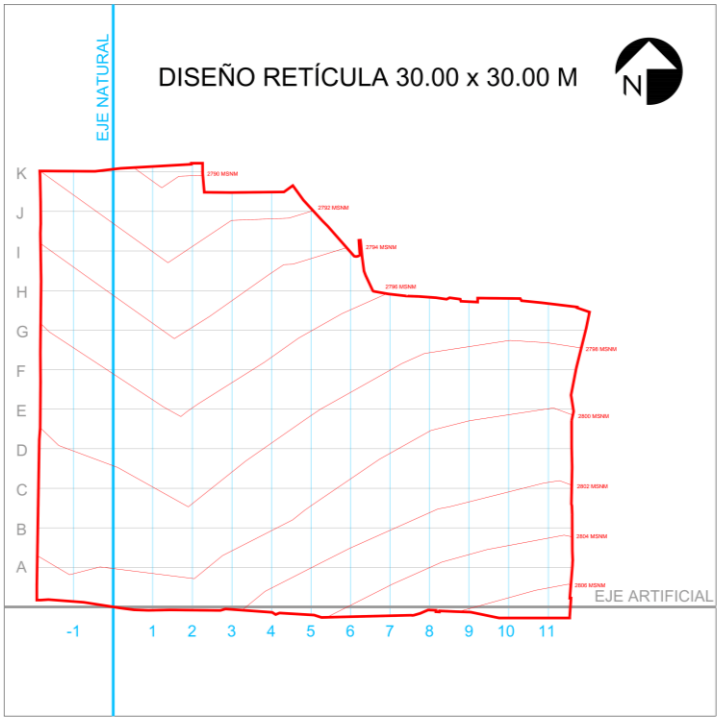
En este mapa, se esclarece el estudio del territorio a partir de dos ejes: ***el eje natural*** (que corresponde al caudal del Río) ***y el eje artificial*** (que está determinado por la Vialidad Luisa Isabel 2° Sección, la cual es una de las tres vialidades principales de la comunidad).

Imagen 71- Mapa de cuadrantes.
Fuente: Elaboración propia 2019.



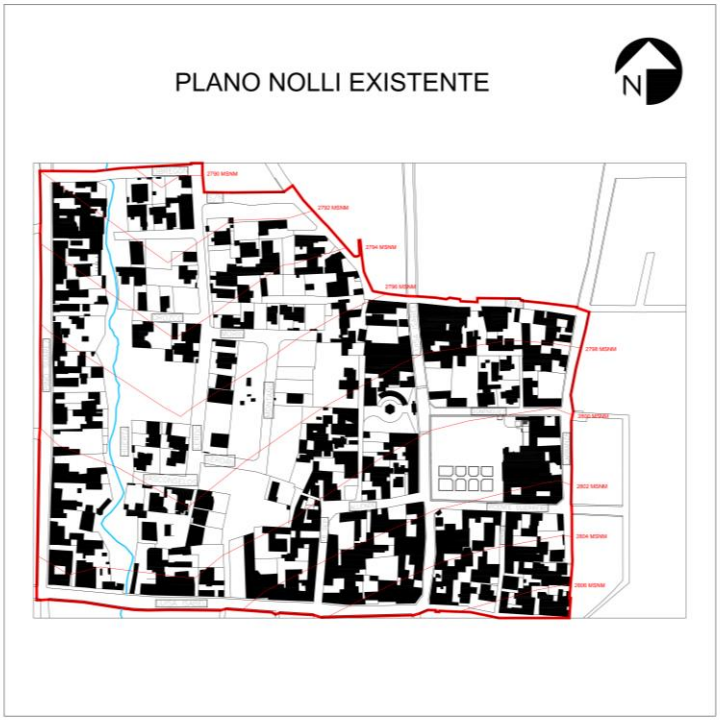
A partir del eje natural y artificial delimitados, se inserta una retícula con módulos de 30 x 30 metros, que responden a la traza urbana existente de la comunidad. De manera general, dos módulos (cada 60 metros) estructuran el patrón de organización de las manzanas.

Imagen 72- Mapa de traza reticular.
Fuente: Elaboración propia 2019.



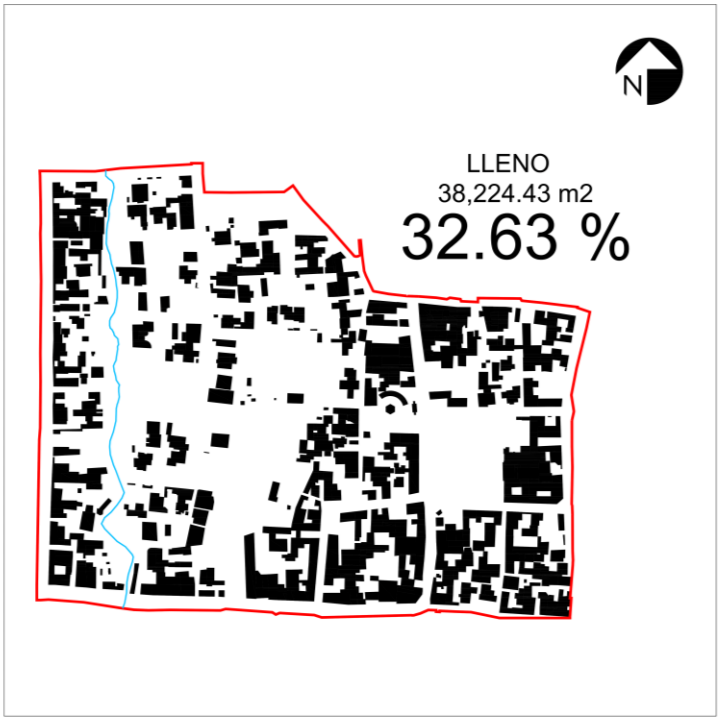
Una vez localizada la coordenada 0,0 (la intersección del eje natural y del eje artificial), se determinan las unidades de localización, paralelas al eje natural (números), al eje artificial (letras) y las curvas de nivel a cada 2 metros, iniciando al norte en 2,790 m.s.n.m.

Imagen 73- Mapa de sistema de coordenadas. Fuente: Elaboración propia 2019.



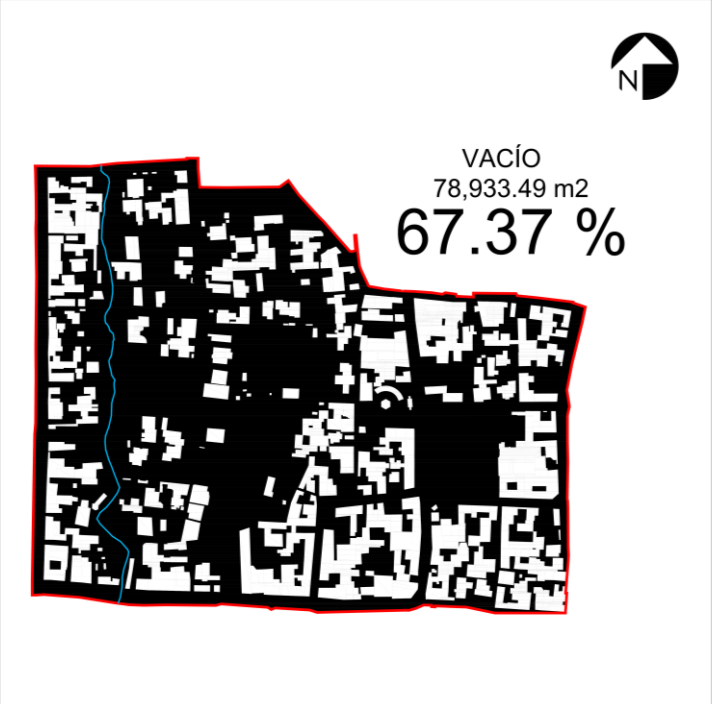
Este plano Nolli, representa las edificaciones existentes y es el plano base que se utilizó en el estudio por capas del territorio, para analizar sus usos del suelo y la tipología de sus construcciones, dentro del polígono de estudio, marcando lo lleno-vacío.

Imagen 74- Plano Nolli. Fuente: Elaboración propia 2019.



Como se analiza en el mapa, aproximadamente 1/3 del territorio se encuentra edificado o construido, el resto se encuentra repartido en terrenos sin uso, vialidades y áreas sin construcción.

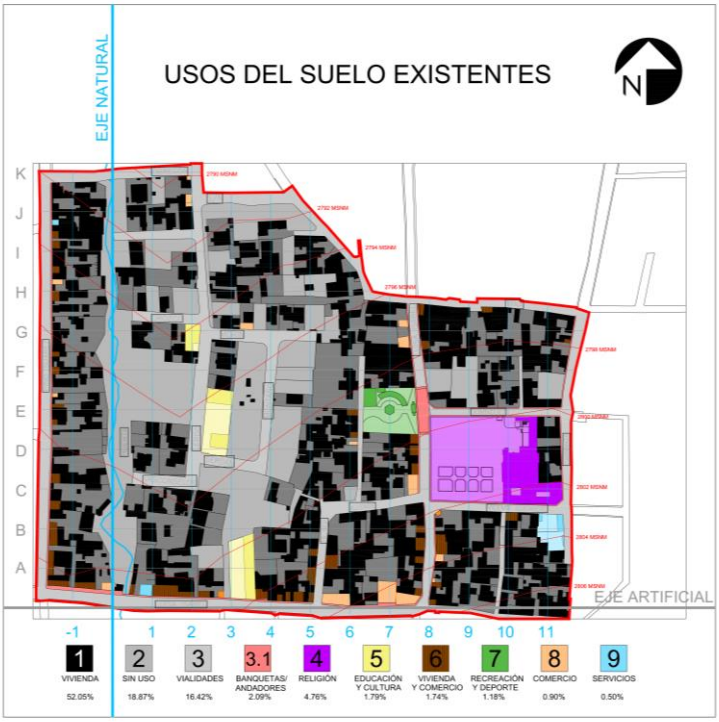
Imagen 75- Mapa de espacios llenos.
Fuente: Elaboración propia 2019.



El área vacía o sin edificar, corresponde a 2/3 del espacio estudiado. El Río (señalado de color azul) tiene el potencial de aprovecharse para tejer los dos sectores de la comunidad, dotando de áreas recreativas y con ello una mejor calidad de vida.

Imagen 76- Mapa de espacios vacíos.
Fuente: Elaboración propia 2019.

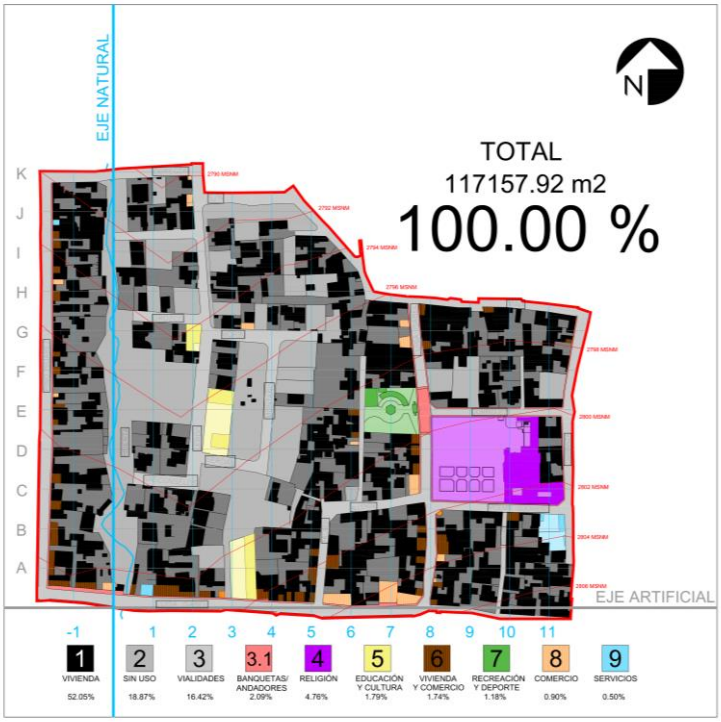
DESGLOCE POR CAPAS DE USOS DEL SUELO:



El presente mapa, muestra los 9 usos del suelo en los que se analizó el territorio (el tono intenso en cada sector representa lo edificado):

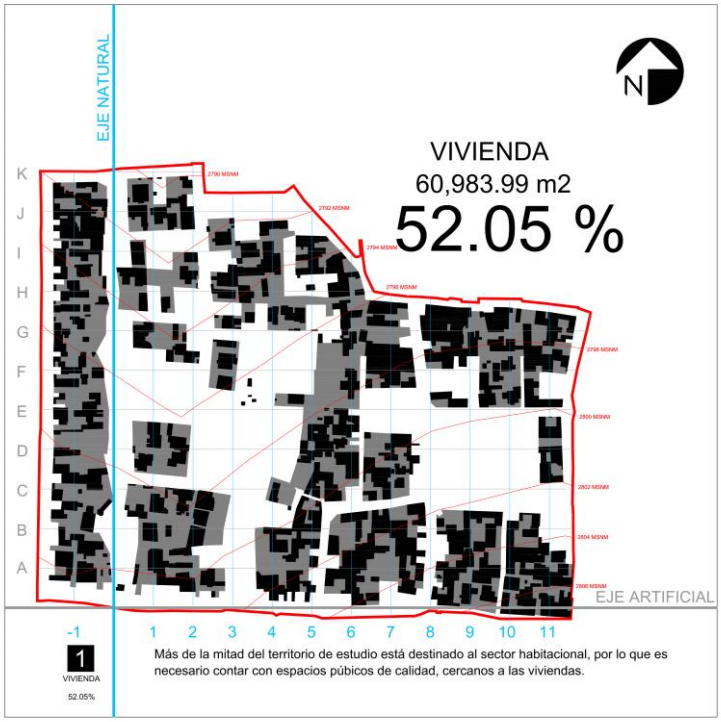
1. Vivienda (52.05%)
2. Sin uso (18.87%)
3. Vialidades (16.42%)
4. Religión (4.76%)
5. Educación y Cultura (1.79%)
6. Vivienda y Comercio (1.74%)
7. Recreación y Deporte (1.18%)
8. Comercio (0.90%)
9. Servicios (0.50%)

Imagen 77- Mapa de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019.



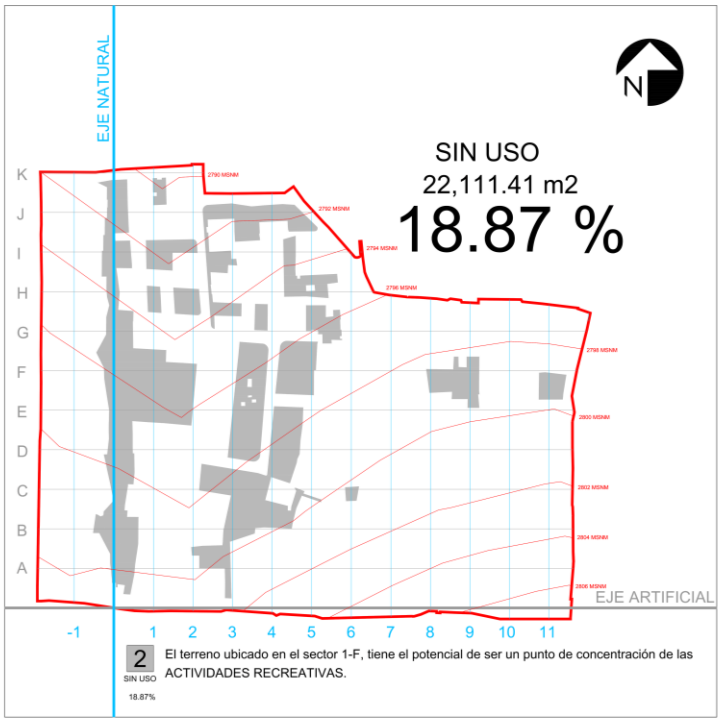
Se puede detectar el uso de suelo predominante en el territorio (habitacional con el 52.05% del total). En las siguientes páginas se anexa el estudio detallado de cada uno de los sectores, así como sus respectivas observaciones.

Imagen 78- Mapa Síntesis de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019.



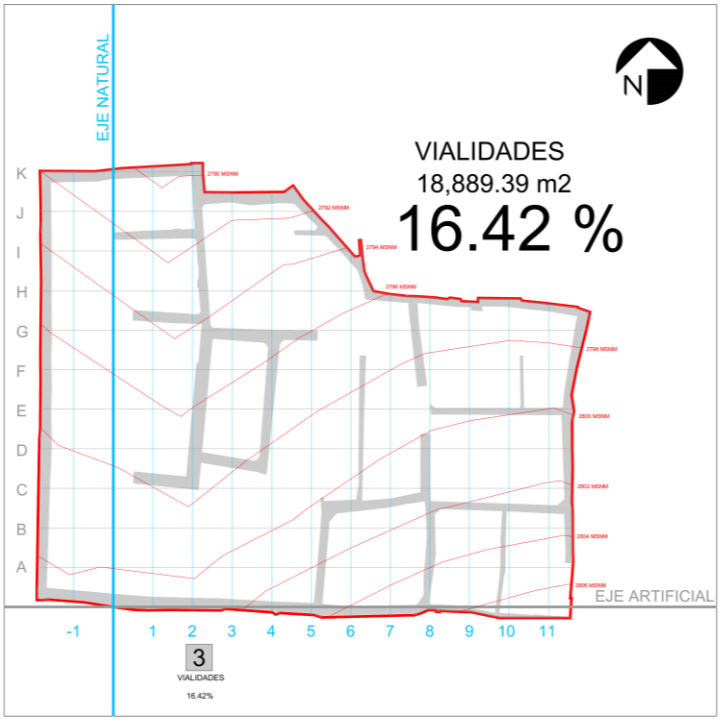
El sector habitacional (vivienda) ocupa más de la mitad del uso del suelo total del territorio, por lo que es importante dotar del equipamiento necesario (tanto de infraestructura como de espacios recreativos, sociales y culturales) a la comunidad.

Imagen 79- Desglose de Sector Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2019.



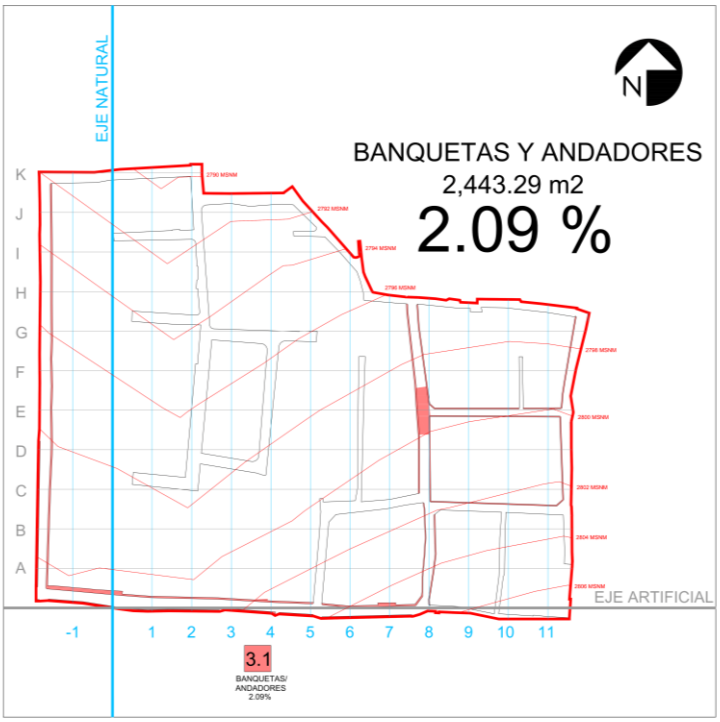
Casi una quinta parte del polígono (18.87%) son áreas que no tienen un uso definido o bien, son terrenos baldíos, los cuales tienen el potencial de aprovecharse para el beneficio de las necesidades de la comunidad.

Imagen 80- Desglose de Áreas sin Uso. Fuente: Elaboración propia 2019.



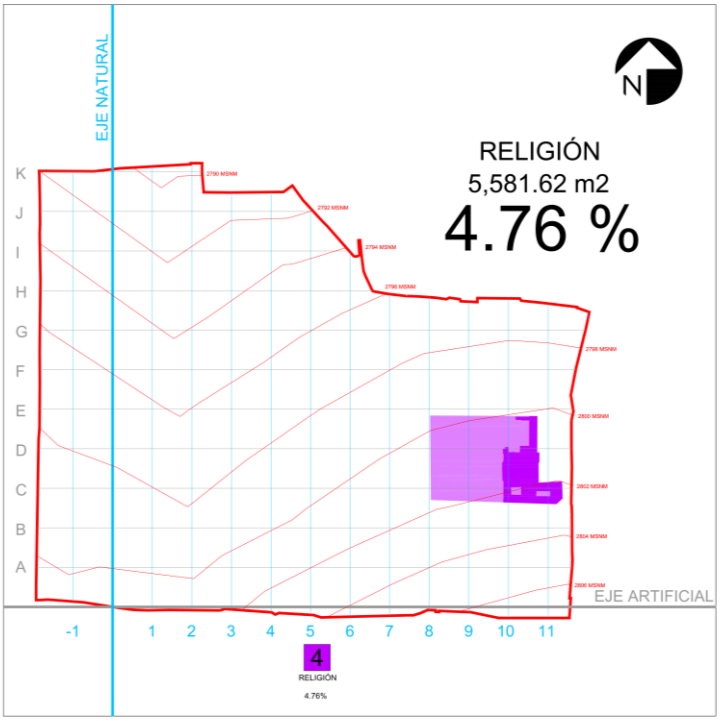
De manera similar al mapa anterior (en cuanto a superficie), las vialidades (sin incluir banquetas) ocupan el 16.42% del uso de suelo en el territorio. Es necesario generar circuitos internos que conecten la comunidad y considerar áreas peatonales.

Imagen 81- Desglose de Vialidades. Fuente: Elaboración propia 2019.



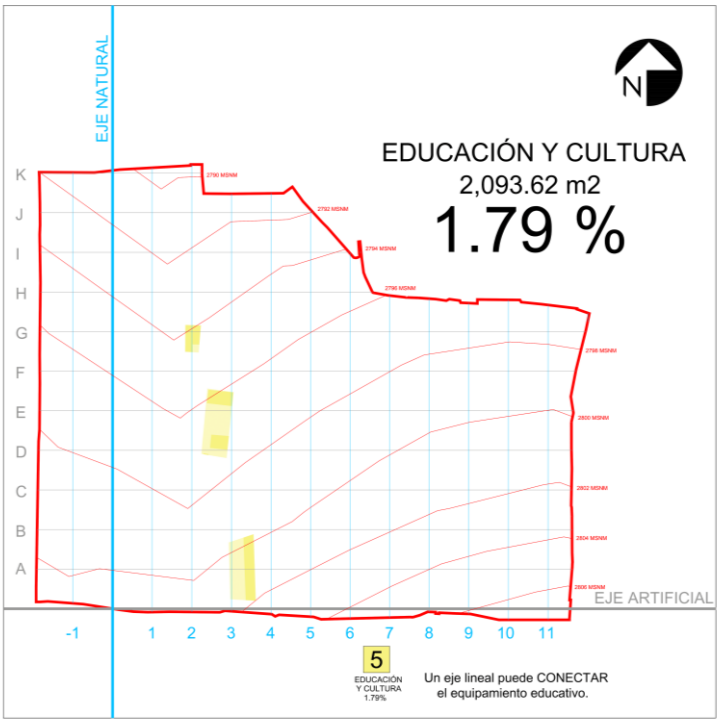
Sólo el 2.09% del área de estudio son banquetas o andadores. Se requiere diseñar el espacio destinado a los peatones y vincular los sectores centro y colonia con puntos intermedios, ya que los puntos de conexión actuales se encuentran a 325 metros de distancia.

Imagen 82- Desglose de Banquetas y Andadores. Fuente: Elaboración propia 2019.



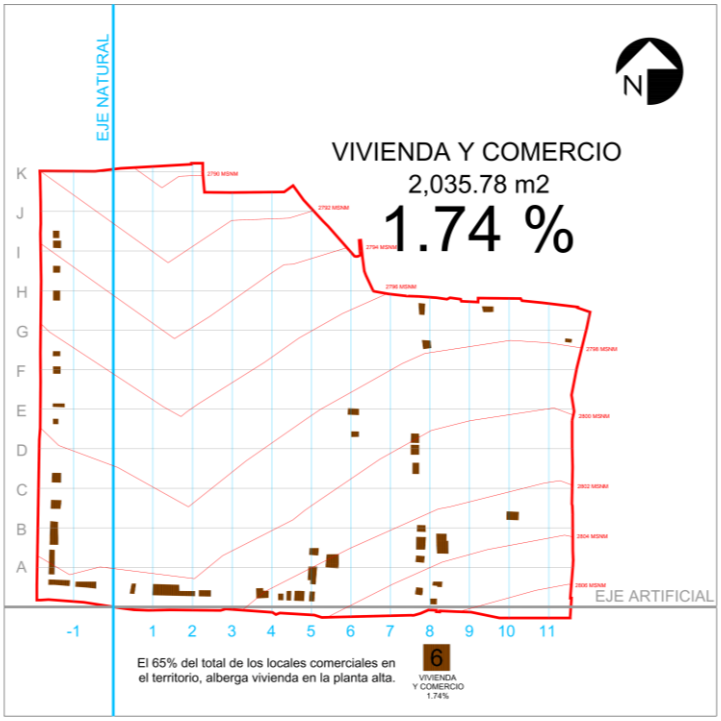
El polígono señalado en color morado claro corresponde al atrio y áreas libres del templo de Santa Elena y el morado oscuro, a lo edificado. Este espacio es un punto de encuentro masico, que es oportuno retomar en la propuesta de mejoramiento.

Imagen 83- Desglose de Religión. Fuente: Elaboración propia 2019.



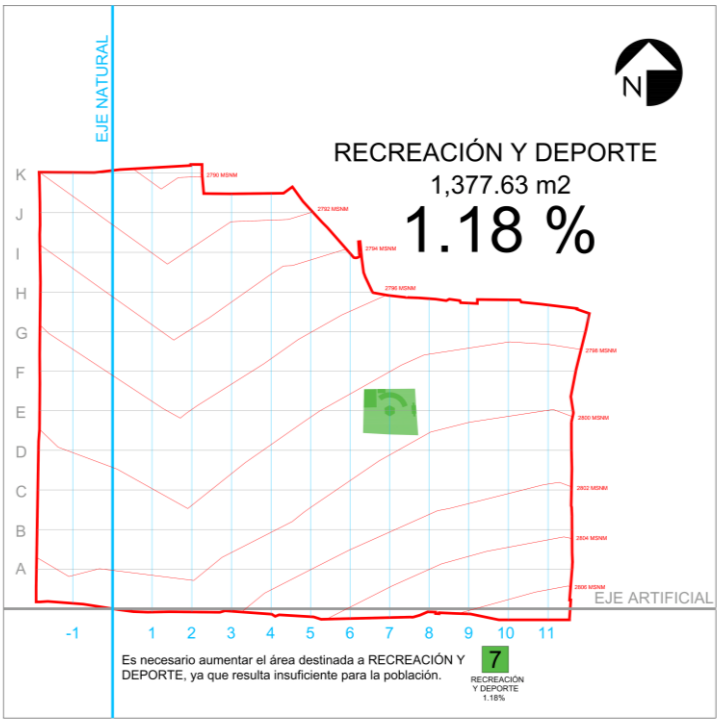
En cuanto a Educación y Cultura, el 1.79% (2093.62 m2) del área de estudio está destinada a este sector. Se puede observar un eje Norte-Sur que conecta la Biblioteca, el Preescolar y la Guardería, el cual se debe integrar a los espacios recreativos y culturales.

Imagen 84- Desglose de Educación y Cultura. Fuente: Elaboración propia 2019.



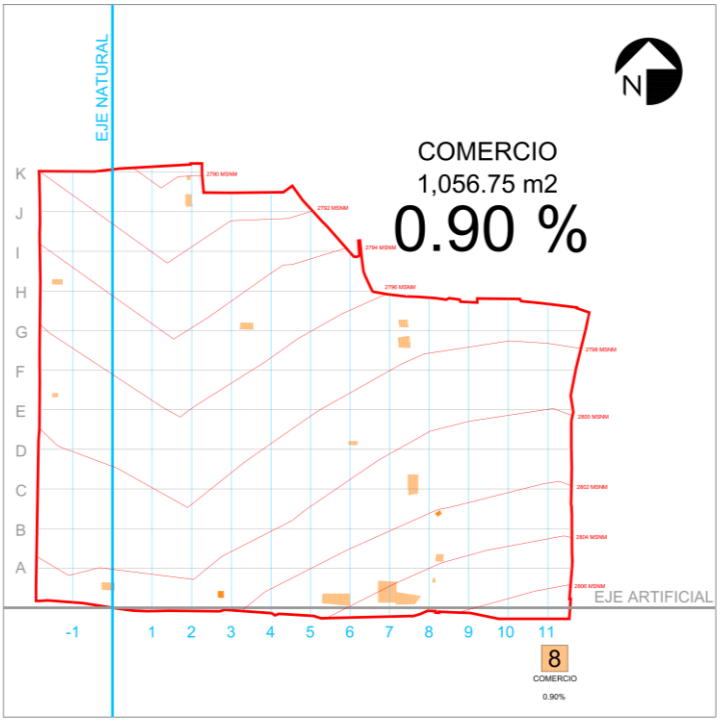
El 1.74% del área de estudio está destinada a vivienda y comercio. En la planta baja se encuentran locales comerciales y en la planta alta viviendas. Se observa un patrón en forma de "U" que coincide con dos vialidades principales y con una calle secundaria.

Imagen 85- Desglose de Sector Vivienda y Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019.



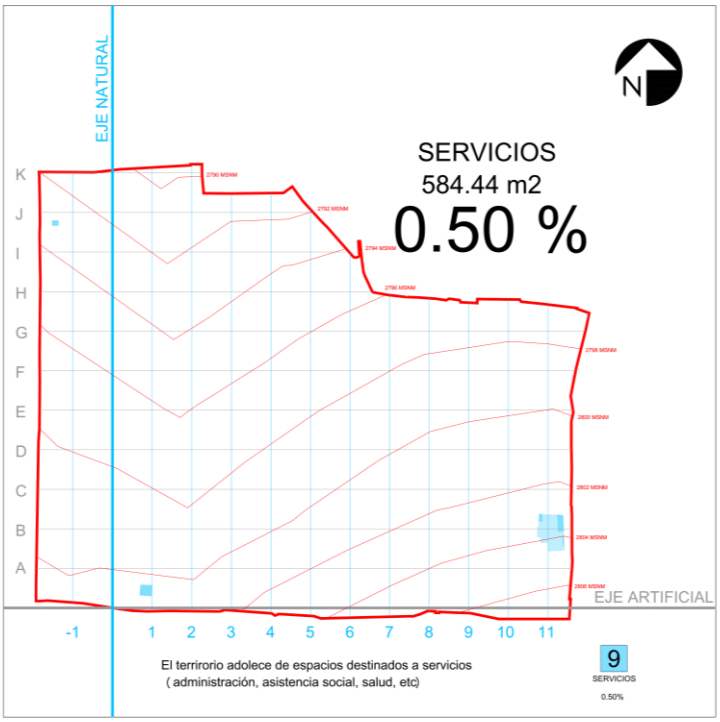
Sólo el 1.18% (1377.63 m2) del uso de suelo del territorio, está destinado al sector recreación y deporte, por lo que se necesita diseñar espacios recreativos y deportivos para la población.

Imagen 86- Desglose de Sector Recreación y Deporte. Fuente: Elaboración propia 2019.



El 0.90% del área de estudio (1056.75 m2), está destinada a actividades relacionadas solamente con el comercio. Se pueden notar ciertos puntos de concentración de locales comerciales en las dos vialidades principales que aparecen en el polígono.

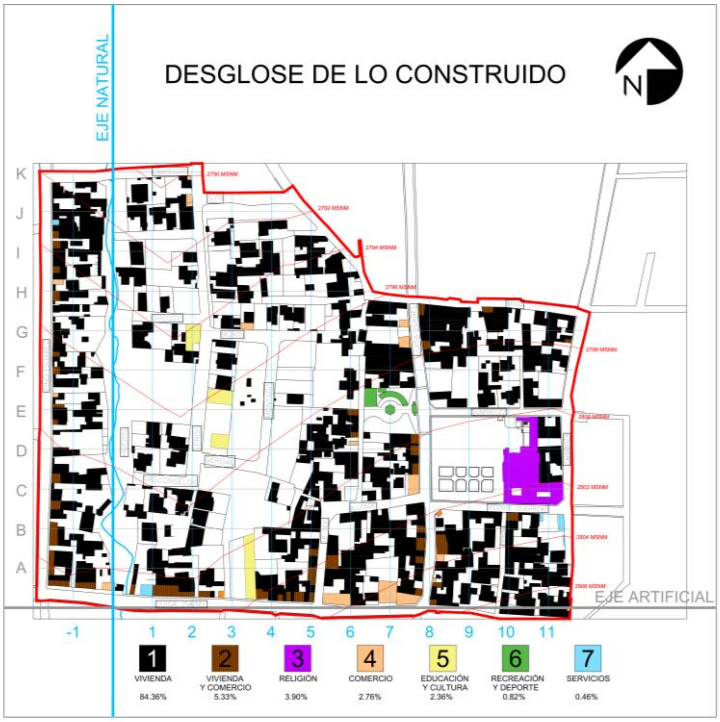
Imagen 87- Desglose de Sector Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019.



Solo el 0.50% del área estudiada pertenece al sector de servicios, siendo constituida por un consultorio (-1,J), un farmacias similares (1,A) y la delegación (11,B). Para proyectos posteriores, esta es un área de oportunidad.

Imagen 88- Desglose de Servicios. Fuente: Elaboración propia 2019.

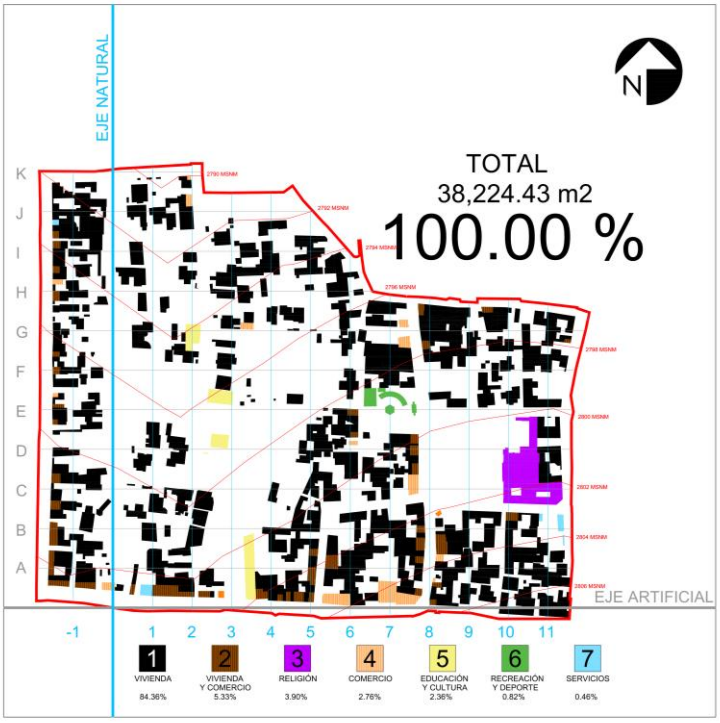
DESGLOCE POR CAPAS DE LO CONSTRUIDO:



A continuación, se realiza el desglose de lo construido, lo cual corresponde al 32.63% del área del territorio. Estas fracciones responden a 7 categorías:

1. Vivienda (84.36%)
2. Vivienda y Comercio (5.33%)
3. Religión (3.90%)
4. Comercio (2.76%)
5. Educación y Cultura (2.36%)
6. Recreación y Deporte (0.82%)
7. Servicios (0.46%)

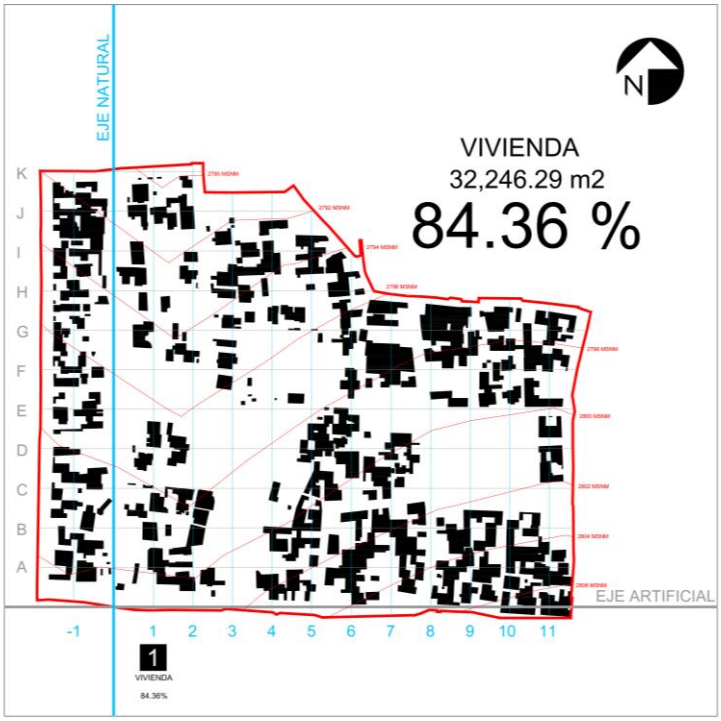
Imagen 89- Mapa por sectores de lo construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



El área total edificada (38,224.43 m2) está marcada en el mapa de la izquierda, donde se puede apreciar el desarrollo urbano en la actualidad.

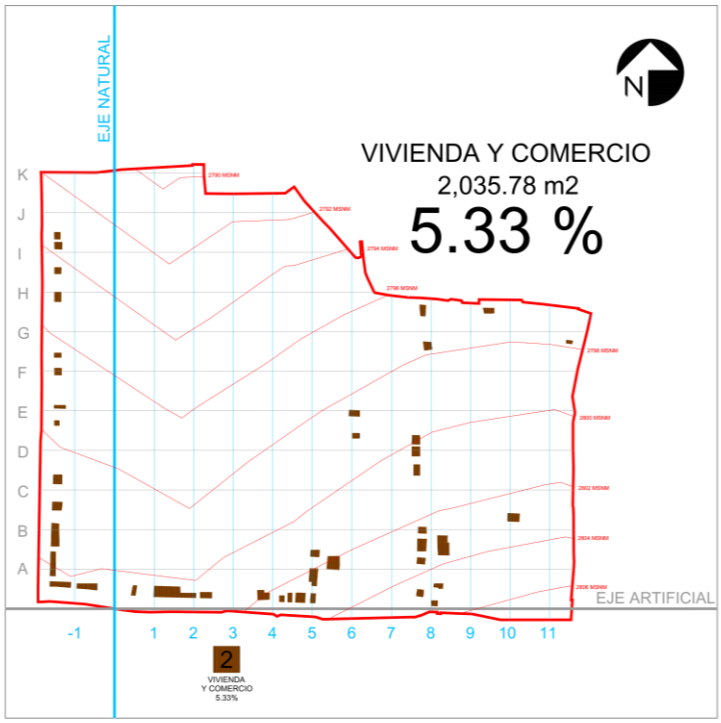
En las siguientes páginas se desglosa el análisis de lo edificado, en las 7 categorías establecidas.

Imagen 90- Mapa Síntesis de lo construido Fuente: Elaboración propia 2019.



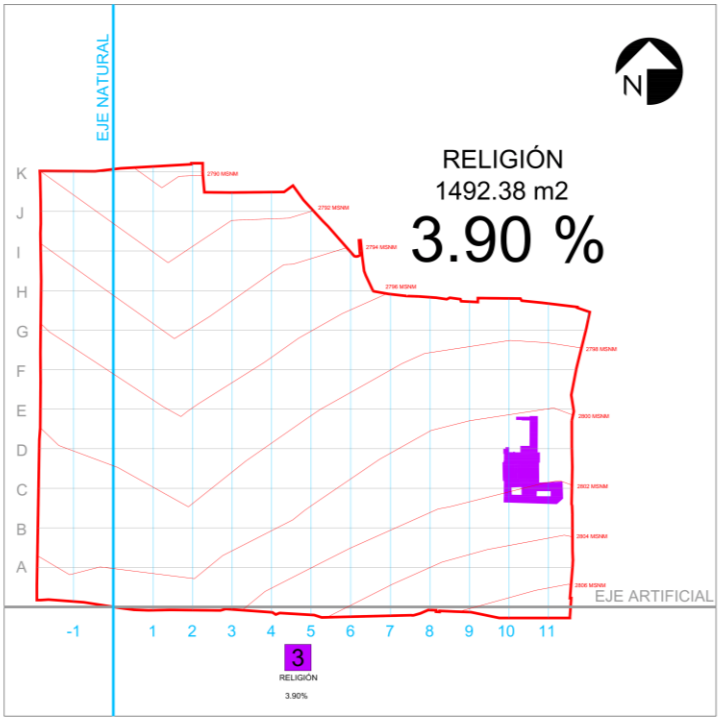
Como se muestra en este mapa, la mayor parte de las edificaciones en el polígono de estudio son viviendas (84.36%), lo que da una lectura del habitar de la población, la cual requiere espacios recreativos y culturales que se integren al sector habitacional.

Imagen 91- Desglose de Vivienda construida. Fuente: Elaboración propia 2019.



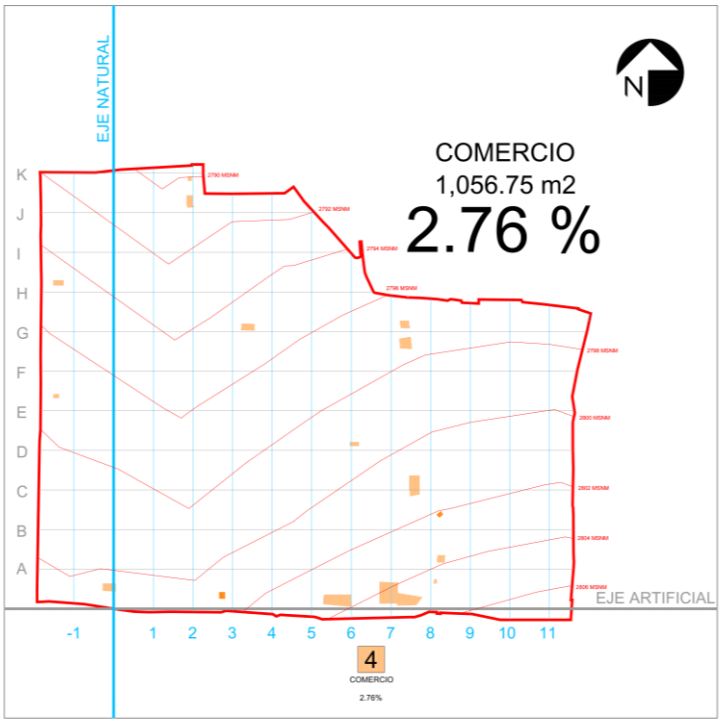
El 5.33% (2035.78 m2) del área de estudio está destinada a actividades mixtas, tanto comerciales como habitacionales. A través de la retícula, se aprecian puntos de concentración de esta mixtura de programa, a lo largo de dos vialidades principales y una secundaria.

Imagen 92- Desglose de Vivienda y Comercio construidos. Fuente: Elaboración propia 2019.



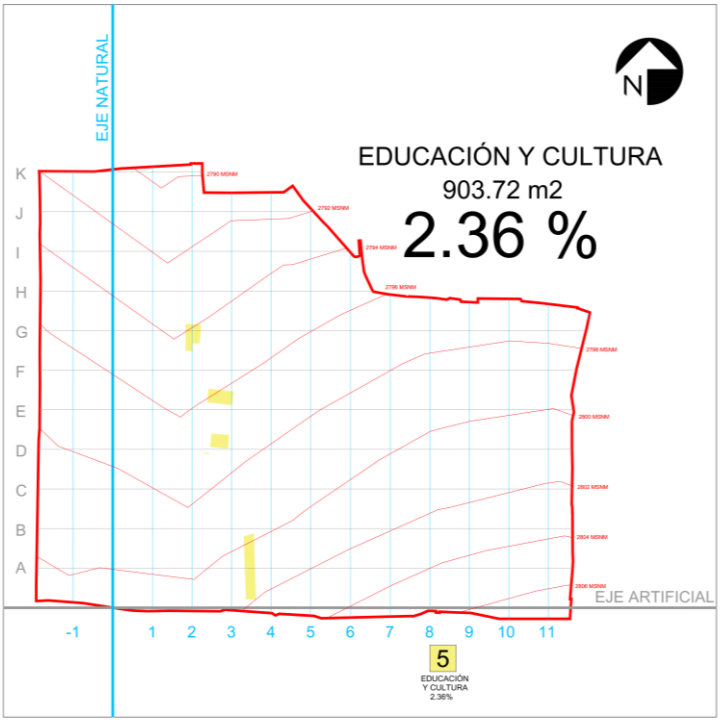
Lo señalado en color morado (1492.38 m2) representa el área construida del templo de Santa Elena de la Cruz, lo que corresponde a la casa cural, la casa de retiros, la sacristía (en el lado sur) y la ampliación de la nave norte.

Imagen 93- Desglose Religión construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



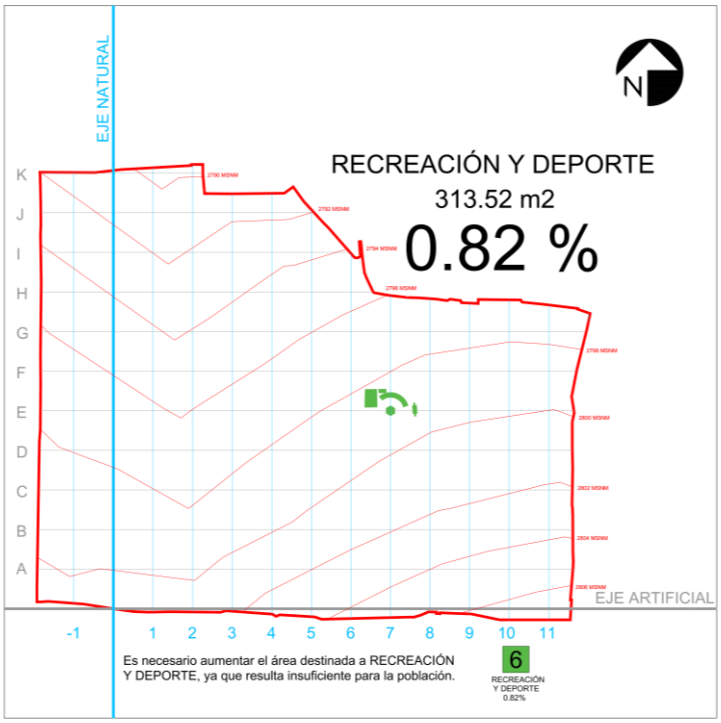
El 2.76% de lo construido en el área de estudio, corresponde al sector comercial. Al traslapar esta información con el mapa de "*Vivienda y Comercio*", se observa el "Patrón Comercial" que impera en la localidad, en forma de "U".

Imagen 94- Desglose de Comercio construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



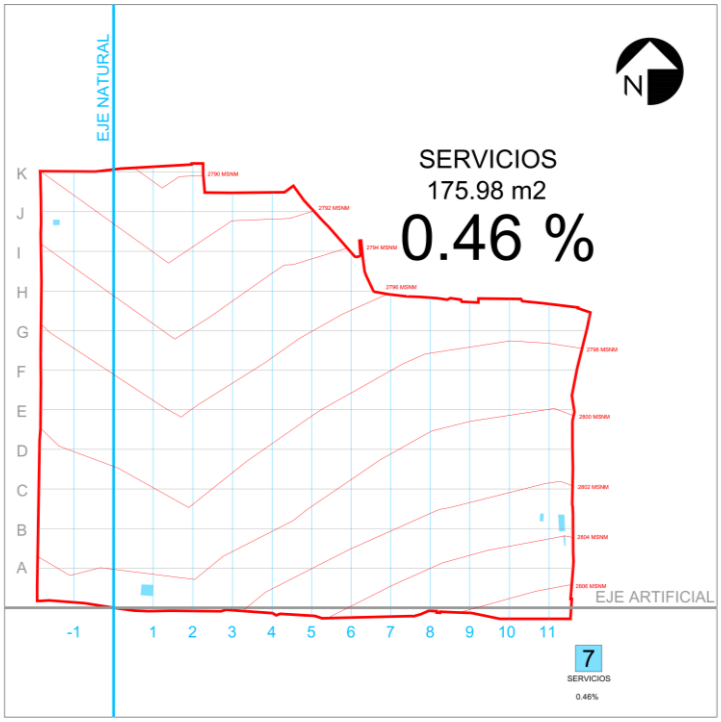
El 2.36% (903.72 m2) de lo construido pertenece al sector de educación y cultura, por lo tanto, es pertinente complementar estos espacios con áreas culturales y recreativas.

Imagen 95- Desglose de Educación y Cultura construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



Del total de lo construido, solo el 0.82% (313.52 m2) corresponde a recreación y deporte. Existe un desequilibrio en cuanto a vivienda y equipamiento recreativo, por lo que es vital destinar espacios en la propuesta de mejoramiento a este sector.

Imagen 96- Desglose de Recreación y Deporte construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



Como se señala en este mapa, sólo el 0.46% (175.98 m2) de lo construido en el territorio corresponde a atender el sector de servicios. En proyectos posteriores es pertinente desarrollar una investigación enfocada en atender este sector.

Imagen 97- Desglose Servicios construido. Fuente: Elaboración propia 2019.

En cada una de las fracciones analizadas del territorio, se han escrito las observaciones permitentes, para su consideración en el capítulo IV, del desarrollo de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

A continuación, se presenta el estudio de la normatividad vigente, que señala el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Zinacantepec 2015,[75] a través de los 9 planos de diagnóstico y los 6 planos de estrategias disponibles en el enlace: *http://seduym.edomex.gob.mx/zinacantepec* (consultados el 8 de noviembre de 2018).

Esto para complementar la propuesta de mejoramiento, con las observaciones que ha planteado el Municipio en sus planos de estrategias y con las necesidades detectadas en el desarrollo de esta investigación.

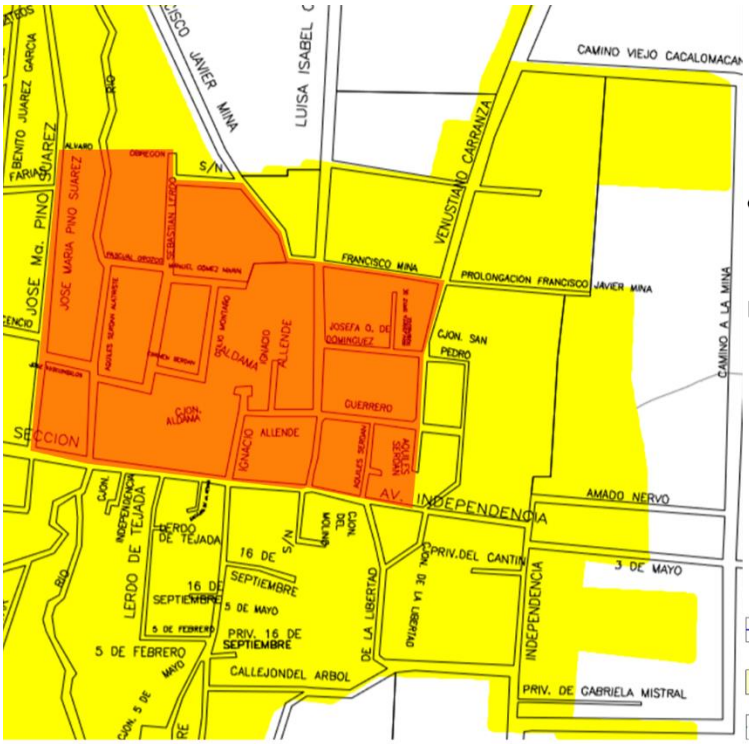
[75] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec, 2015*.

ANÁLIIS NORMATIVO:

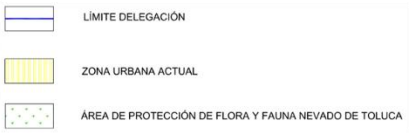
PLANO BASE

En este plano base, se muestra que la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se encuentra situada dentro de la zona urbana actual (marcada de color amarillo).

En el polígono de intervención (color rojo) se observa la traza urbana del territorio.



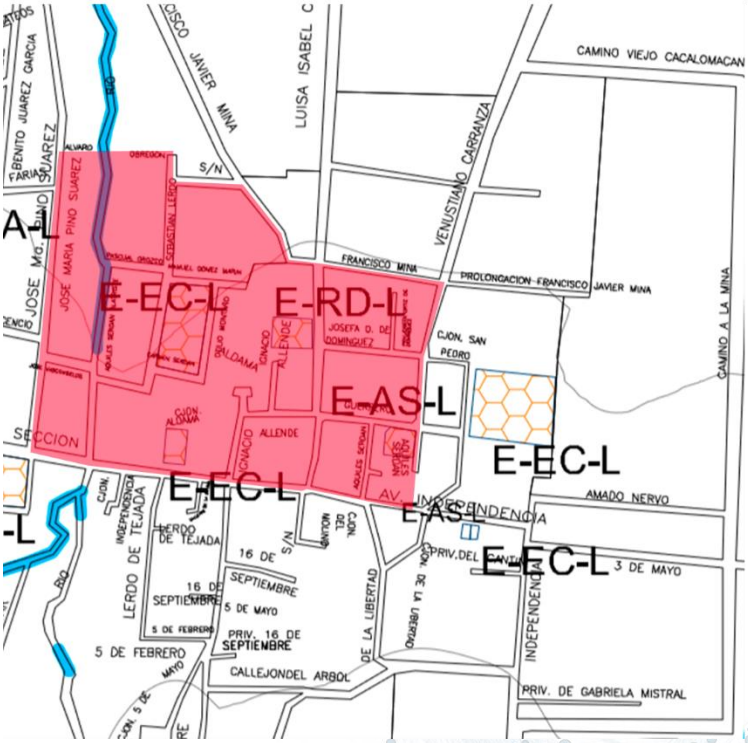
SIMBOLOGÍA:



VIALIDAD

La vialidad Regional Calzada al Pacífico (la cual forma parte de la carretera federal MEX-134) se encuentra 350 metros al norte de la colindancia del polígono rojo.

Las colindancias oriente y sur corresponden a vialidades principales de la localidad, mientras que la colindancia poniente pertenece a una vialidad secundaria.



SIMBOLOGÍA:

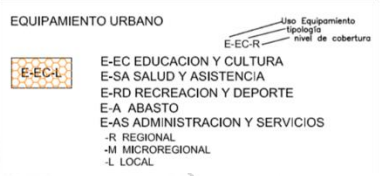
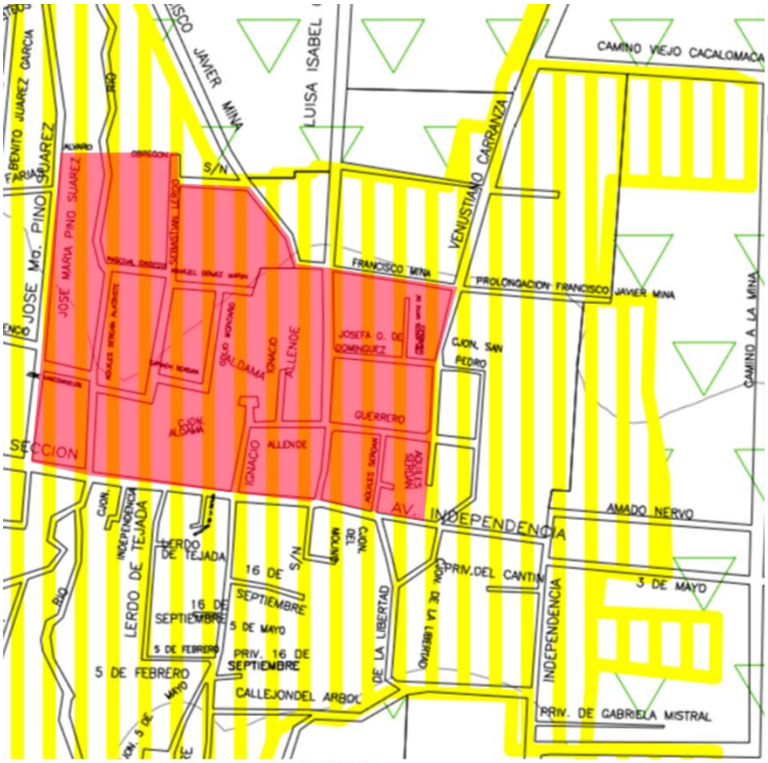


Imagen 98- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "DB1 Plano Base" y "D6B Vialidad".

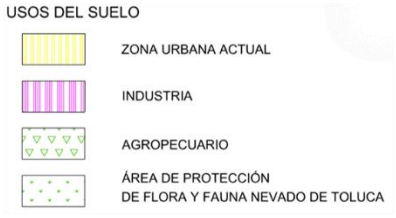


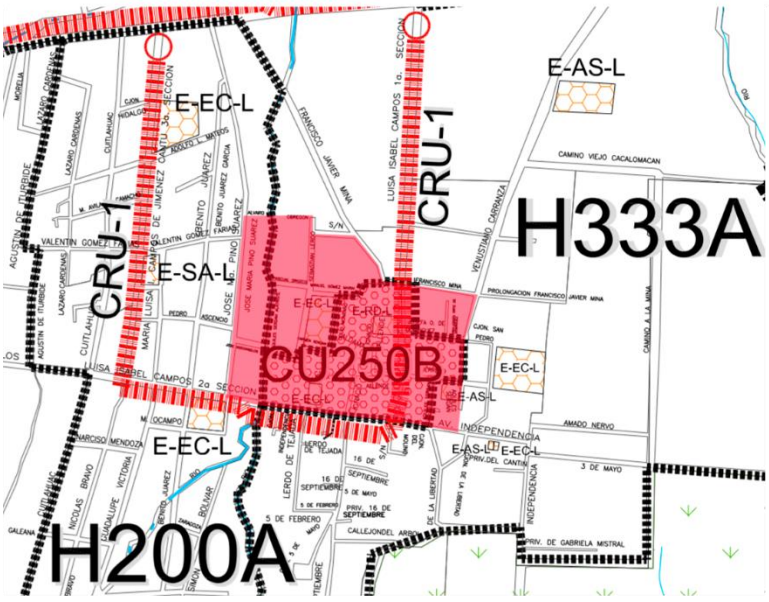
USOS DEL SUELO:

El territorio se categoriza en 2 usos de suelo: el uso agropecuario (al exterior) y el de la zona urbana actual (al interior).

La colindancia Norte de la poligonal de estudio, es la liga que tiene el potencial de integrar estos 2 usos de suelo.

SIMBOLOGÍA:



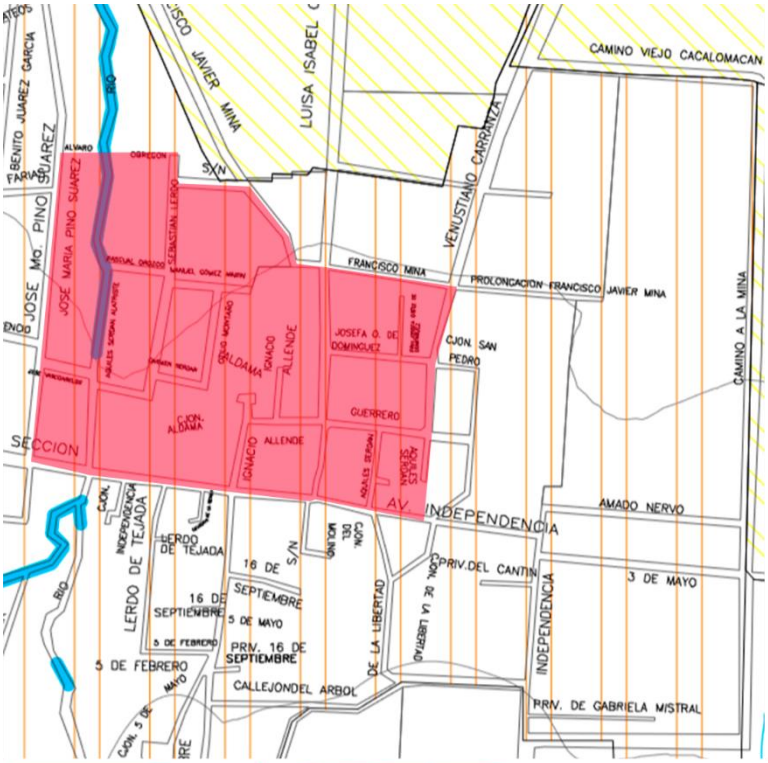


USOS DEL SUELO (CLASIFICACIÓN):

SIMBOLOGÍA:

Las colindancias Oriente y Sur del polígono de estudio, son consideradas como CU250B (Corredor Urbano), las cuales son 2 de las vialidades primarias de la comunidad, en donde predomina el establecimiento de viviendas y comercios. Con respecto a equipamiento, se localizan 2 tipos: E-EC-L y E-RD-L.

Imagen 99- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E2A Usos del suelo" y "E2B Usos del suelo".



CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO

El área seleccionada, pertenece al Área Urbana, según el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec.

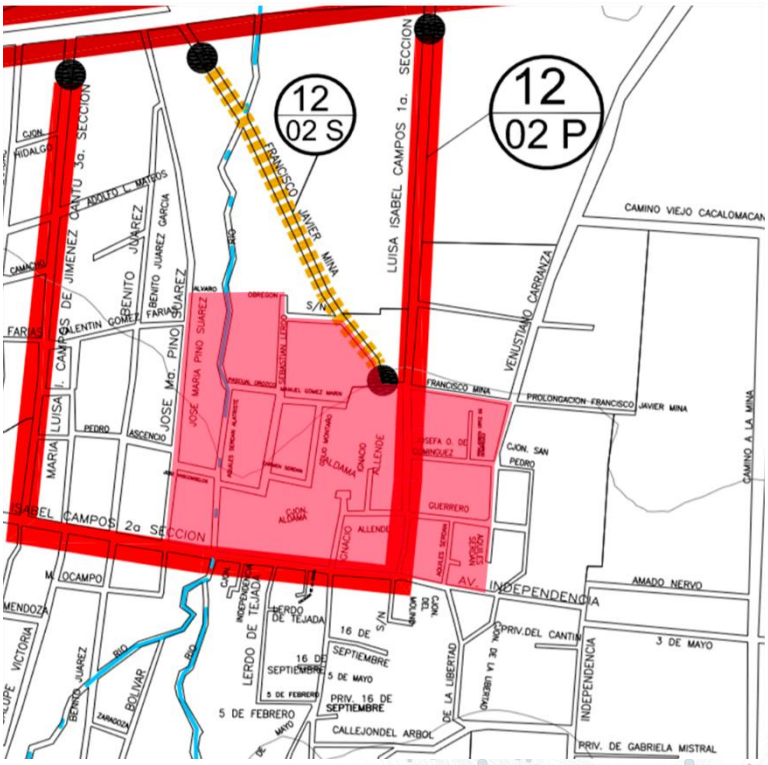
Cabe destacar, que al Norte del Polígono se colinda con área urbanizable, por lo que la intervención Urbano-Arquitectónica tendrá impacto favorable en el medio, tanto el existente como para construcciones posteriores.

SIMBOLOGÍA:

AU — AREA URBANA

AURB — AREA URBANIZABLE

ANU — AREA NO URBANIZABLE



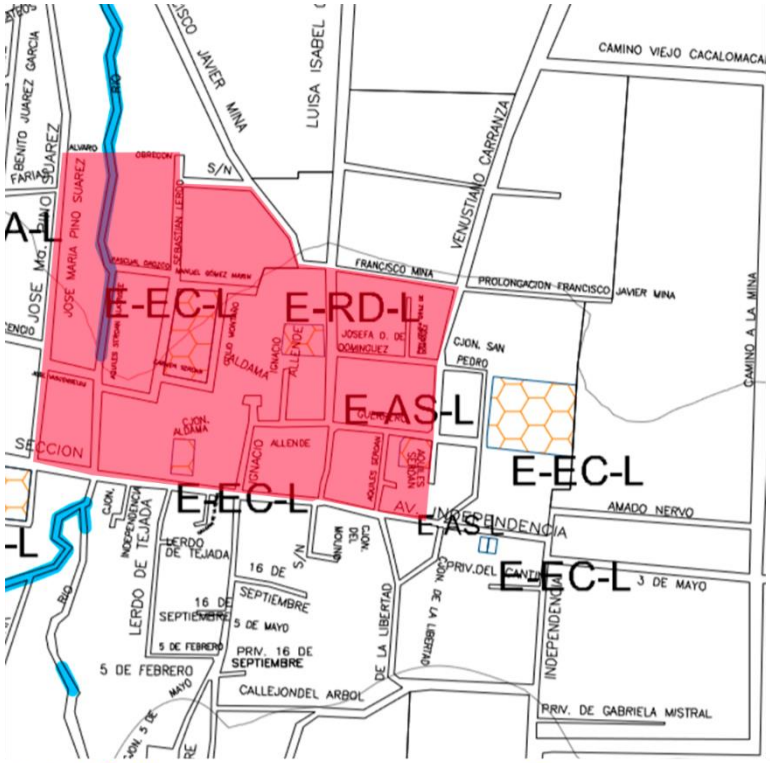
RESTRICCIONES

En el polígono de estudio, se detectaron 2 restricciones de 12 metros (6 a cada lado), que corresponden a la Vialidad Primaria (línea roja) y a la propuesta de vialidad secundaria (línea punteada café).

El Río tiene una restricción de 15 metros (7.5 a cada lado).

SIMBOLOGÍA:

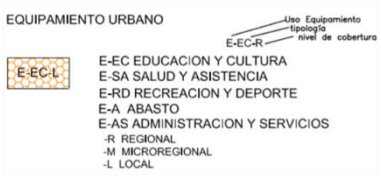
Imagen 100- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E1 Clasificación del Territorio" y "E3A Vialidades y Restricciones".



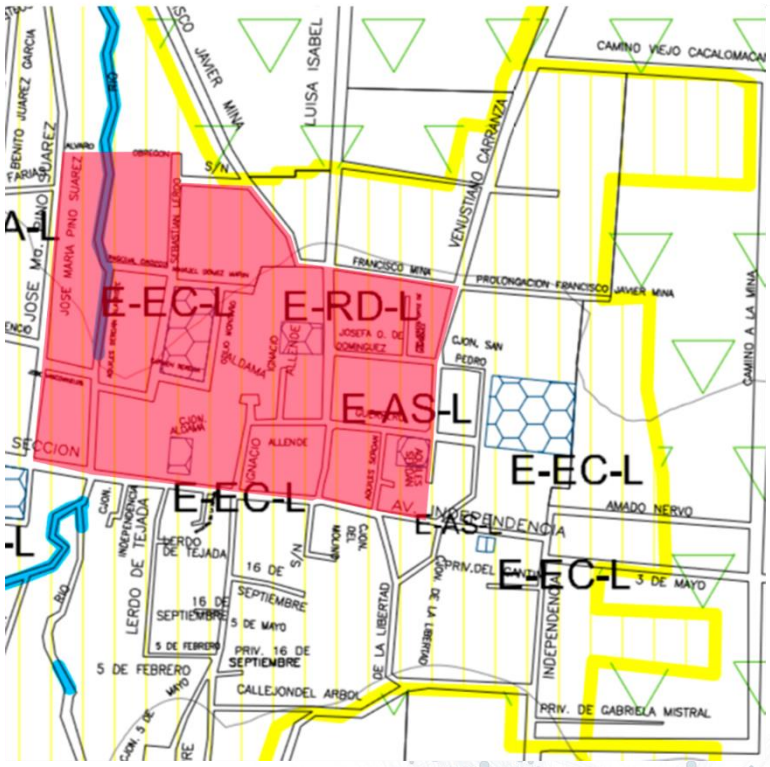
INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

Dentro del polígono señalado, se encuentra el equipamiento E-EC-L (Preescolar Genaro Robles y la Biblioteca Profr. Moisés Pérez) y E-RD-L (Kiosko de la Comunidad).

SIMBOLOGÍA:



Con respecto al agua potable, no están señalados los troncales de la tubería, ni los pozos.



ESTRUCTURA URBANA

Se puede observar que, dentro del polígono de estudio, se encuentran Equipamientos de Educación/ Cultura y Recreación/Deporte de nivel Local.

El polígono se ubica dentro de la zona urbana actual, que a su vez está rodeada de territorio destinado al uso agropecuario (AG-MP).

SIMBOLOGÍA:

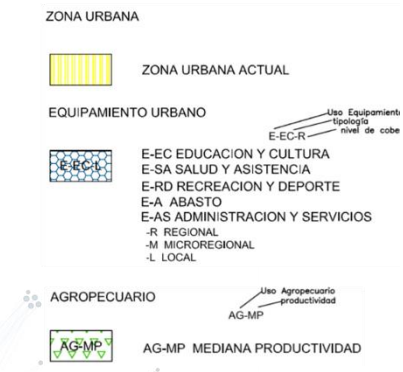
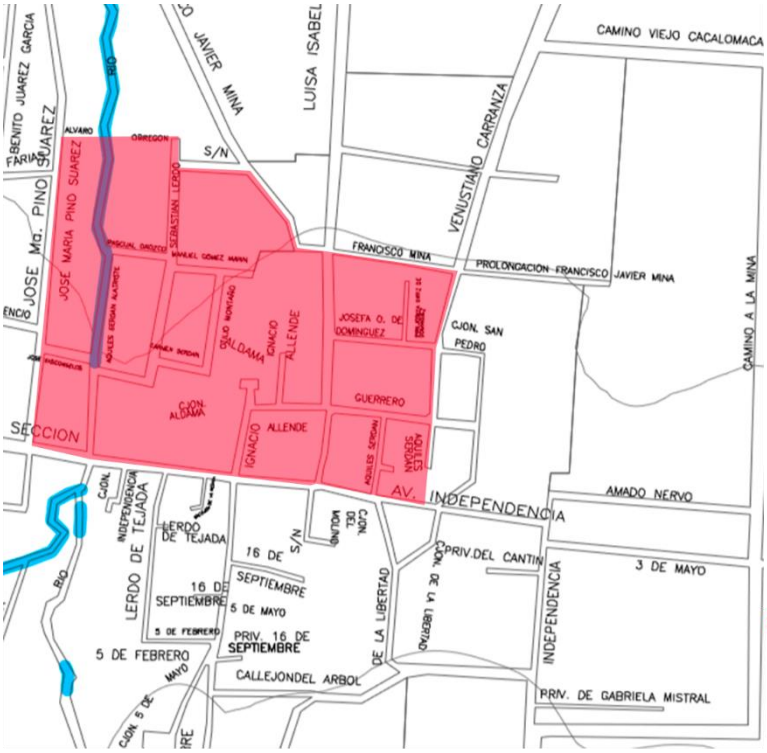


Imagen 101- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D6 Infraestructura y Equipamiento Actual" y "D3 Estructura Urbana Actual".



CENTRO HISTÓRICO:

En el área de estudio delimitada en Santa Cruz Cuahutenco, no existe una poligonal de centro histórico, ya que se encuentra propiamente en el centro de Zinacantepec.

Se hace mención de los inmuebles catalogados por el INAH.

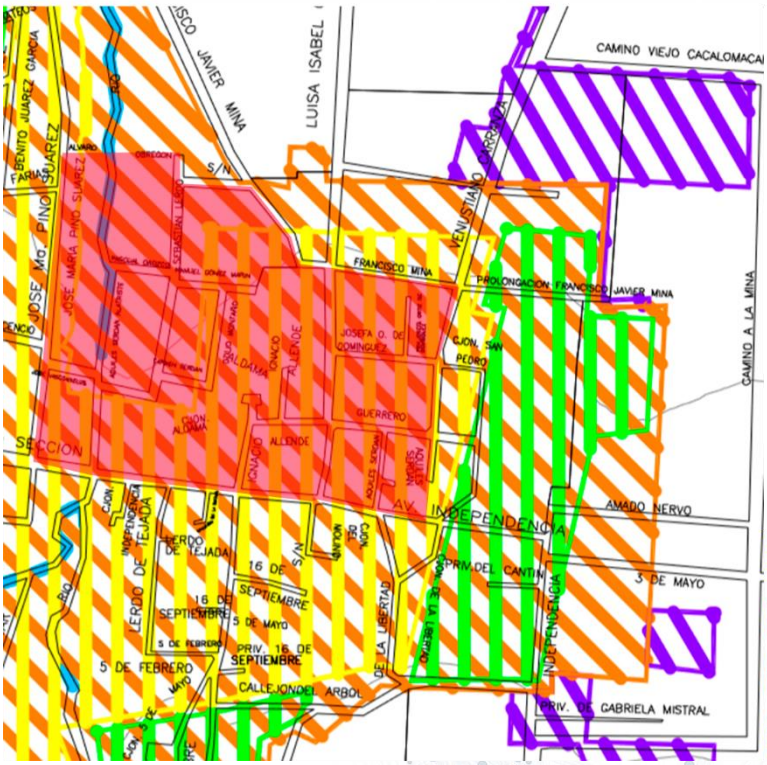
No.	Catalogado por el INAH	Epoca de Construcción
1	TALLER DE RAIZ	XVIII
2	CASA - HABITACIÓN	XIX
3	CASA - HABITACIÓN	XIX
4	MONUMENTO RELIGIOSO	XIX
5	CAPILLA DE LA CONSEPCIÓN	XIX
6	CAPILLA DEL SEÑOR DEL CALVARIO	XVIII
7	CASA - HABITACIÓN	XIX
8	EL MESÓN	XIX
9	TALLER DE RAIZ ZACATÓN	XIX
10	TALLER DE VELA	XIX
11	MEZON, GRANERO, MACHEROS	XVIII
12	PARROQUIA SAN MIGUEL ARCÁNGEL	XVI

* CATÁLOGO NACIONAL DE MONUMENTOS HISTÓRICOS INMUEBLES 2012(VERSIÓN DIGITAL)

SIMBOLOGÍA:

POLÍGONO DE PROTECCIÓN DE CENTRO HISTÓRICO COMPRENDE LA TRAZA ORIGINAL DE LA POBLACIÓN Y LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE INMUEBLES CON VALOR PATRIMONIAL

ZONA DE PROTECCIÓN



CRECIMIENTO URBANO:

En el encuadre seleccionado de color rojo, se observa que se presentó un crecimiento urbano importante en 2 lapsos, el primero comprendido hasta 1976 y el segundo hasta 2002.

A partir del año 2002, el crecimiento urbano se desarrolló hacia la periferia que colinda al Oriente con Cacalomacán.

SIMBOLOGÍA:

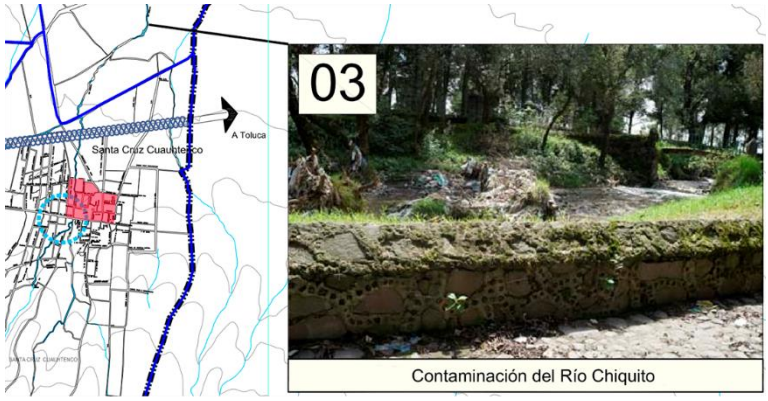
CRECIMIENTO URBANO HASTA 1976

CRECIMIENTO URBANO HASTA 1989

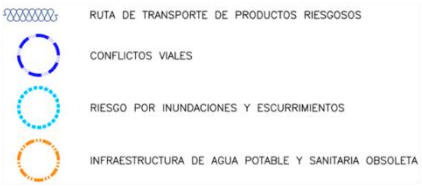
CRECIMIENTO URBANO 2002

CRECIMIENTO URBANO 2013

Imagen 102- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E5A Centro Histórico" y "D4 Crecimiento".



SIMBOLOGÍA:

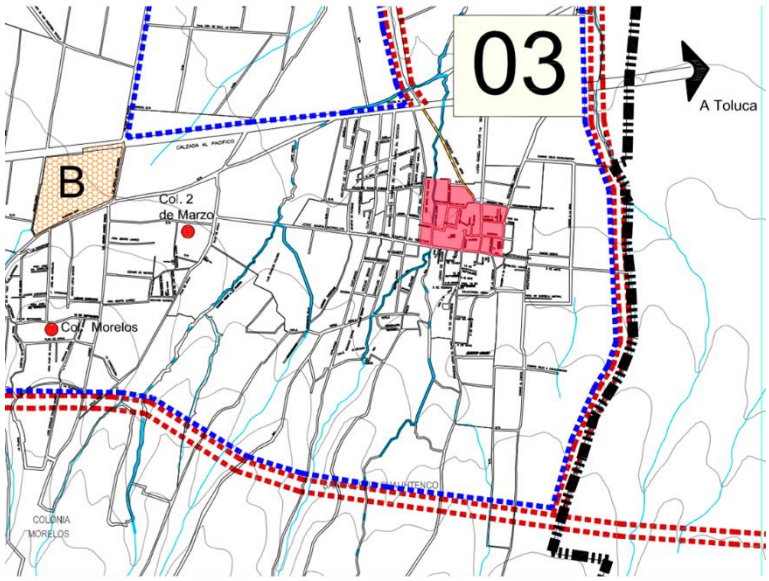


SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA (PMDUZ)

Según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec (MPDUZ), se identifican 3 problemáticas importantes:

01	VIALIDADES DETERIORADAS
02	VIALIDADES SOBRE CAUCE DEL RÍO TEJALPA
03	CONTAMINACIÓN EN RÍO CHIQUITO

En respuesta a la problemática número 3 (la cual está relacionada con Santa Cruz Cuahutenco al ser la primera localidad por la que atraviesa el Río), la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico (delimitada por el polígono rojo) contribuye a atender esta necesidad y revitalizar el Río Chiquito.



01 Las vialidades en la periferia de la cabecera municipal se encuentran deterioradas
02 Viviendas sobre el cauce del río Tejalpa
03 Contaminación en río Chiquito

PROYECTO
A - Unidad Académica
B - Centro de Docencia
C - CEAPS
D - Estación de Tren Ligero
E - Plaza Estado de México
F - Hospital
G - Universidad
H - CEAPS
I - Cerro el Murciélago

SIMBOLOGÍA:

VIALIDAD	PROPUESTA	
REGIONAL		LIBRAMIENTO
PRIMARIA		CICLOVÍAS
SECUNDARIA		

PRINCIPALES PROYECTOS (PMDUZ)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, señala la "Contaminación en Río Chiquito" como uno de los proyectos en puerta del Municipio.

El encuadre rojo, delimita el área de intervención en esta tesis, sin embargo, desde una escala mayor, se pueden observar otros proyectos indicados por el Municipio, como lo es la implementación de vialidades Regionales y ciclovías en las colindancias Oriente y Sur de Santa Cruz Cuahutenco.

Por lo tanto, los objetivos de esta tesis, se complementan con los proyectos del Municipio.

Imagen 103- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D7 Síntesis de la Problemática" y "E4 Principales Proyectos, Obras y Acciones".

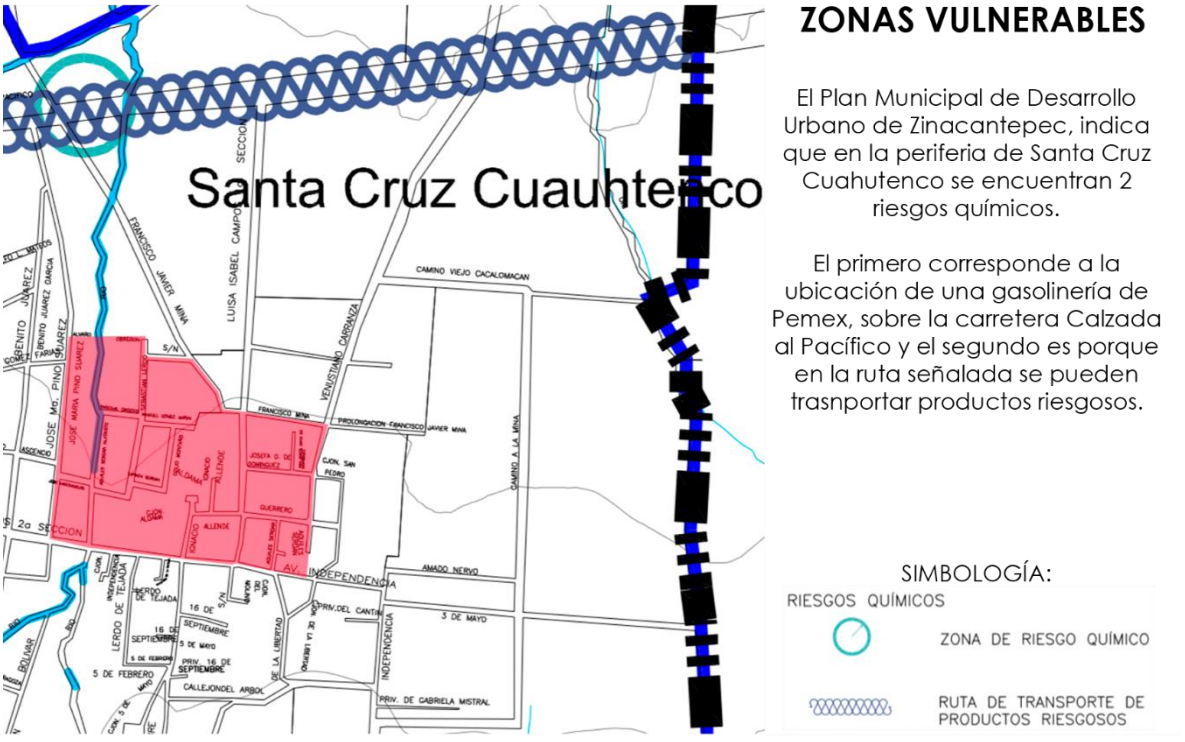
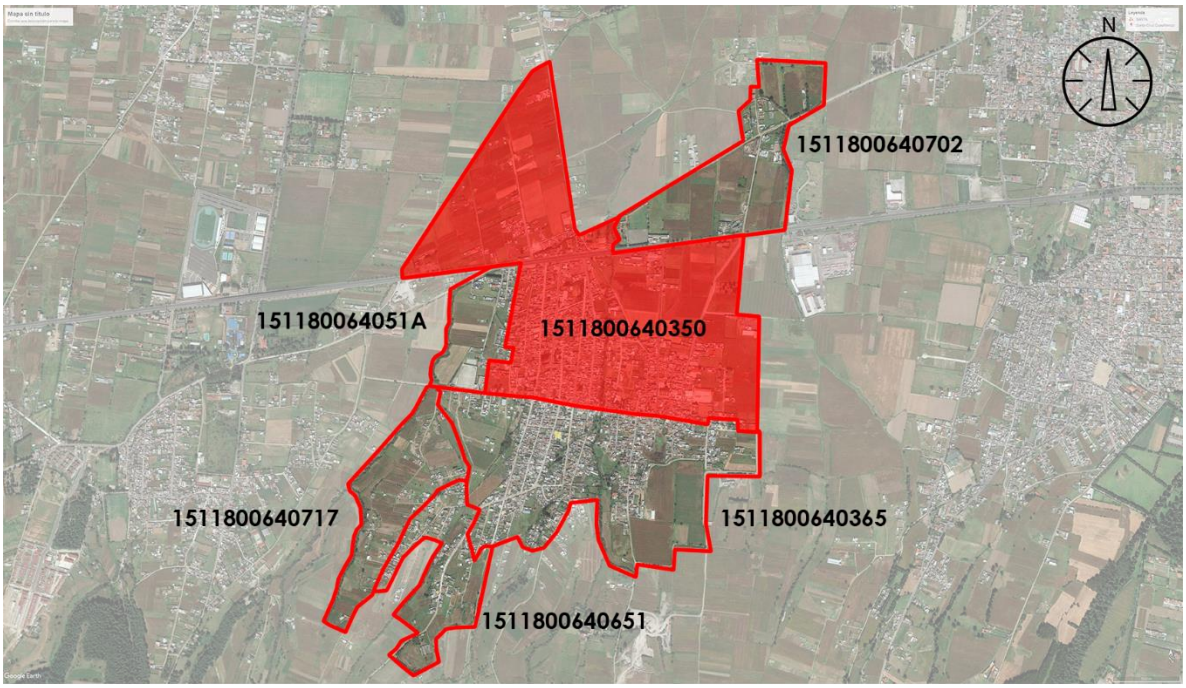


Imagen 104- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, plano "D5 Zonas vulnerables a riesgos".

Como síntesis de este análisis normativo, en la propuesta de mejoramiento se van a retomar dos de las acciones que ha planteado el Municipio de Zinacantepec (2015) en sus Planos de Diagnóstico y Estrategias: el tema de la contaminación en el "Río Chiquito" y el tema de la Conectividad Urbana, que se tiene planeada con una red de vialidades regionales y ciclovías.

De esta manera, se complementa la visión que ha tenido el Municipio de Zinacantepec con la desarrollada en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, para llegar a una propuesta integral.

DELIMITACIÓN DE AGEBS:



ANÁLISIS POR MANZANAS

MANZANA 009

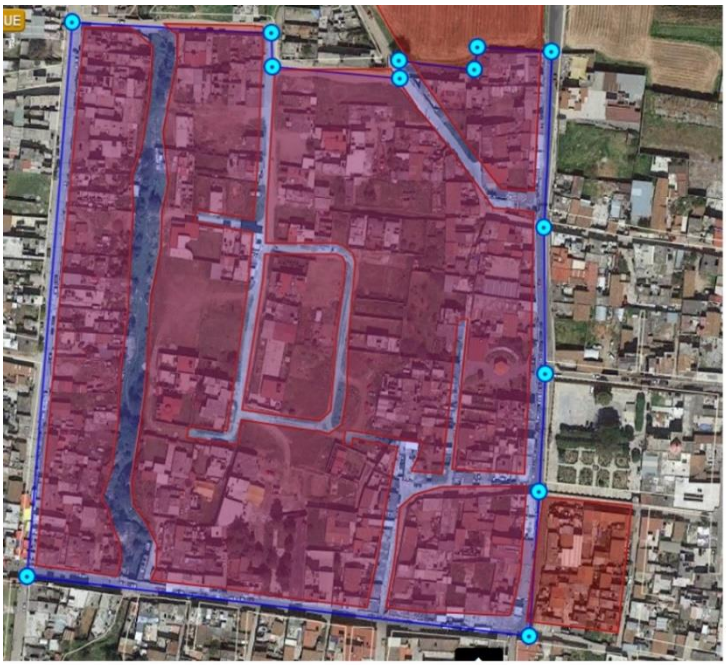
MANZANA 046

MANZANA 005

Una vez identificado el AGEB de estudio (polígono superior rojo), se delimitaron las manzanas que tienen relación con la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico y que están ubicadas dentro de dicho ABEG, para su posterior análisis. Cabe destacar que la Manzana 049 correspondiente a la localización del Preescolar "Genaro Robles" no se analizo debido a que no se encontró información disponible.

Imagen 105- Estructura de AGEBS y Análisis por Manzanas. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES SOCIALES DE SANTA CRUZ CUAHUTENCO:



Se delimitó un polígono de estudio (señalado por los puntos azules) en el Inventario Nacional de Vivienda 2016, con el propósito de identificar las condiciones de habitabilidad de la población.

A continuación se enuncian los datos mas relevantes:

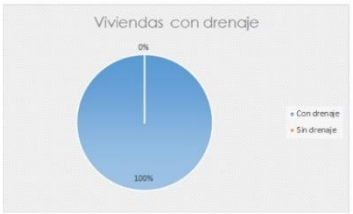
- 196 viviendas (169 habitadas y 25 no habitadas).

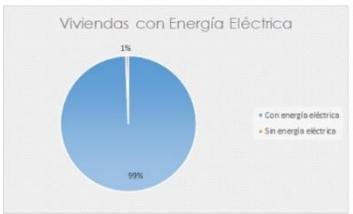
De las 169 viviendas habitadas:

- 161 tienen recubrimiento en piso
- 168 tienen energía eléctrica
- 162 tienen agua entubada
- 169 tienen drenaje
- 167 tienen servicio sanitario
- 6 tienen 3 o más ocupantes/cuarto

Con respecto a la Población:

De 0-14 años: 211personas
De 15-29 años: 175 personas
De 30-59 años: 257 personas
De 60 y más años: 63 personas
Con discapacidad: 25 personas





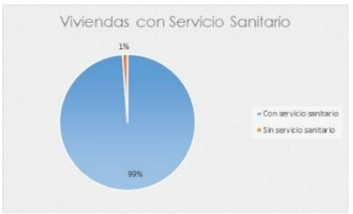


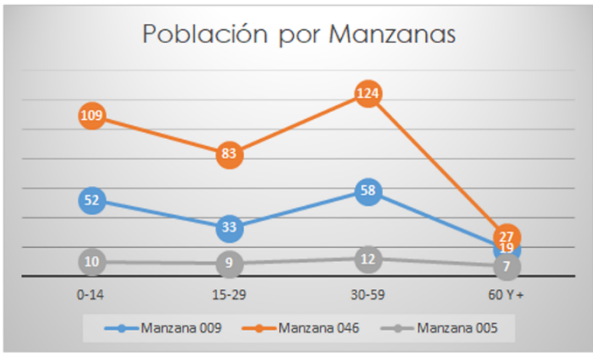
Imagen 106- Delimitación y Análisis de Polígono de Estudio. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE LA POBLACIÓN:

La manzana 046 (marcada de color naranja) es la que tiene el mayor índice poblacional, con 343 habitantes, seguida de la manzana 009 con 162 y la manzana 005 con 38. En el desglose de la población (en masculina y femenina) se observa que, en la mayoría de los rangos de edad, es mayor el número de mujeres.

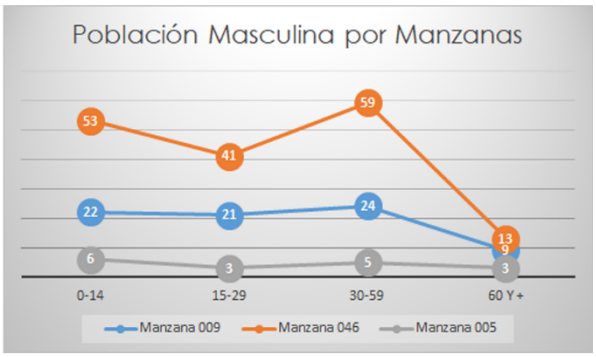
MANZANA 009

Nombre del indicador	Cifra
Población total	162
Población de 0 a 2 años	11
Población de 0 a 4 años	20
Población de 3 a 5 años	15
Población de 6 a 11 años	18
Población de 8 a 14 años	19
Población de 12 a 14 años	8
Población de 0 a 14 años	52
Población de 15 a 17 años	13
Población de 15 a 24 años	25
Población de 15 a 29 años	33
Población de 15 a 64 años	96
Población de 18 a 24 años	12
Población de 30 a 49 años	45
Población de 50 a 59 años	13
Población de 60 a 64 años	5
Población de 3 años y más	151
Población de 5 años y más	142
Población de 12 años y más	118
Población de 15 años y más	110
Población de 18 años y más	97
Población de 25 años y más	85
Población de 60 años y más	19
Población de 65 años y más	14
Población de 70 años y más	8



MANZANA 046

Nombre del indicador	Cifra
Población total	343
Población de 0 a 2 años	25
Población de 0 a 4 años	36
Población de 3 a 5 años	20
Población de 6 a 11 años	43
Población de 8 a 14 años	47
Población de 12 a 14 años	21
Población de 0 a 14 años	109
Población de 15 a 17 años	23
Población de 15 a 24 años	62
Población de 15 a 29 años	83
Población de 15 a 64 años	218
Población de 18 a 24 años	39
Población de 30 a 49 años	100
Población de 50 a 59 años	24
Población de 60 a 64 años	11
Población de 3 años y más	318
Población de 5 años y más	307
Población de 12 años y más	255
Población de 15 años y más	234
Población de 18 años y más	211
Población de 25 años y más	172
Población de 60 años y más	27
Población de 65 años y más	16
Población de 70 años y más	10



MANZANA 005

Nombre del indicador	Cifra
Población total	38
Población de 0 a 2 años	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 4 años	Reservado por confidencialidad
Población de 3 a 5 años	3
Población de 6 a 11 años	3
Población de 8 a 14 años	5
Población de 12 a 14 años	3
Población de 0 a 14 años	10
Población de 15 a 17 años	Reservado por confidencialidad
Población de 15 a 24 años	6
Población de 15 a 29 años	9
Población de 15 a 64 años	21
Población de 18 a 24 años	5
Población de 30 a 49 años	9
Población de 50 a 59 años	3
Población de 60 a 64 años	0
Población de 3 años y más	37
Población de 5 años y más	36
Población de 12 años y más	31
Población de 15 años y más	28
Población de 18 años y más	27
Población de 25 años y más	22
Población de 60 años y más	7
Población de 65 años y más	7
Población de 70 años y más	7

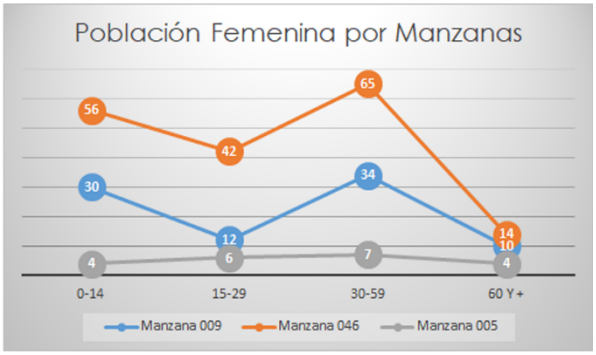


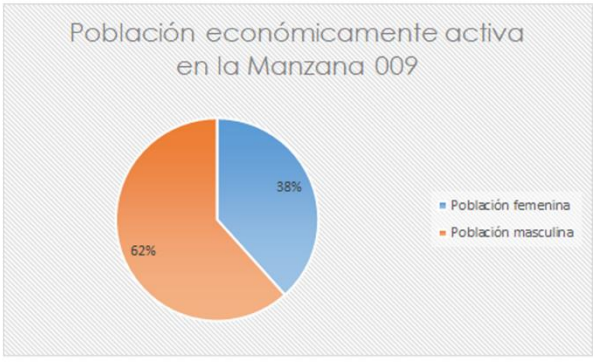
Imagen 107- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES ECONÓMICOS:

En las tres manzanas estudiadas, la mayor parte de la población económicamente activa es masculina, por lo que se detecta una dinámica social en la comunidad, con la aportación masculina del 62% en la manzana 009, el 67% en la 046 y el 53% en la 005.

MANZANA 009

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	60
Población femenina económicamente activa	23
Población masculina económicamente activa	37
Población ocupada	55
Población femenina ocupada	23
Población masculina ocupada	32
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	3
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	12
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	27
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	6
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	6
Población desocupada	5
Población femenina desocupada	0
Población masculina desocupada	5
Población no económicamente activa	57
Población femenina no económicamente activa	39
Población masculina no económicamente activa	18
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	18
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	25
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	11



MANZANA 046

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	124
Población femenina económicamente activa	41
Población masculina económicamente activa	83
Población ocupada	118
Población femenina ocupada	38
Población masculina ocupada	80
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	3
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	21
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	3
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	41
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	26
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	24
Población desocupada	6
Población femenina desocupada	3
Población masculina desocupada	3
Población no económicamente activa	129
Población femenina no económicamente activa	87
Población masculina no económicamente activa	42
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	9
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	46
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	61
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	12

MANZANA 005

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	17
Población femenina económicamente activa	8
Población masculina económicamente activa	9
Población ocupada	16
Población femenina ocupada	7
Población masculina ocupada	9
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	0
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	5
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	4
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	4
Población desocupada	Reservado por confidencialidad
Población femenina desocupada	Reservado por confidencialidad
Población masculina desocupada	0
Población no económicamente activa	14
Población femenina no económicamente activa	10
Población masculina no económicamente activa	4
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	4
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	7
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	0
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad

Imagen 108- Análisis de Indicadores de Economía. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES EDUCATIVOS:

Al analizar los indicadores, correspondientes al grado de educación superior en la población de 25 años y más, se detectó que la manzana con el mayor porcentaje es la 005 con el 11%, seguida de la 046 con el 8% y la 009 con el 4%. Es necesario incentivar acciones que promuevan la educación.

MANZANA 009

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	11
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	4
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	18
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	8
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	19
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	100
Población de 15 años y más analfabeta	9
Población de 15 años y más sin escolaridad	12
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	40
Población de 15 años y más con educación básica completa.	37
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	21
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	10
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	7

Inventario Nacional de Viviendas

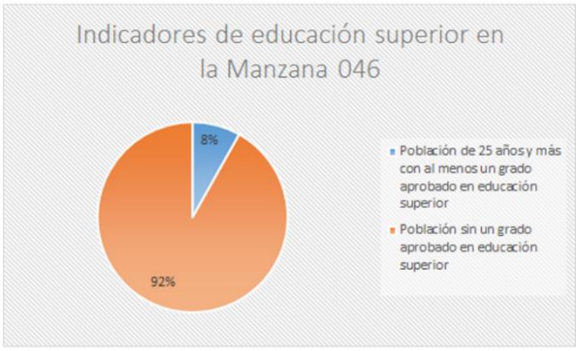
MANZANA 046

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	15
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	5
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	43
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	21
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	46
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	222
Población de 15 años y más analfabeta	12
Población de 15 años y más sin escolaridad	9
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	60
Población de 15 años y más con educación básica completa.	72
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	93
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	48
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	28

Inventario Nacional de Viviendas



MANZANA 005

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	Reservado por confidencialidad
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	Reservado por confidencialidad
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	3
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	3
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	5
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	26
Población de 15 años y más analfabeta	Reservado por confidencialidad
Población de 15 años y más sin escolaridad	Reservado por confidencialidad
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	6
Población de 15 años y más con educación básica completa.	7
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	13
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	6
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	4

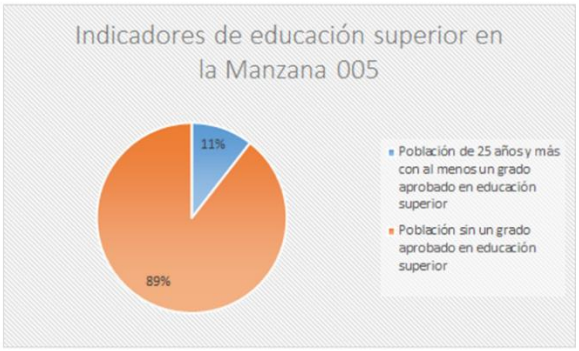


Imagen 109- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE SERVICIOS DE SALUD:

Al analizar los índices de la población derechohabiente que cuenta con servicios de salud, se detectó una oscilación entre el 63 y el 68%, que corresponde a las personas que cuentan con este servicio. En los futuros proyectos a ejecutar, es necesario revisar si el equipamiento del sector salud cumple con las necesidades de la comunidad.

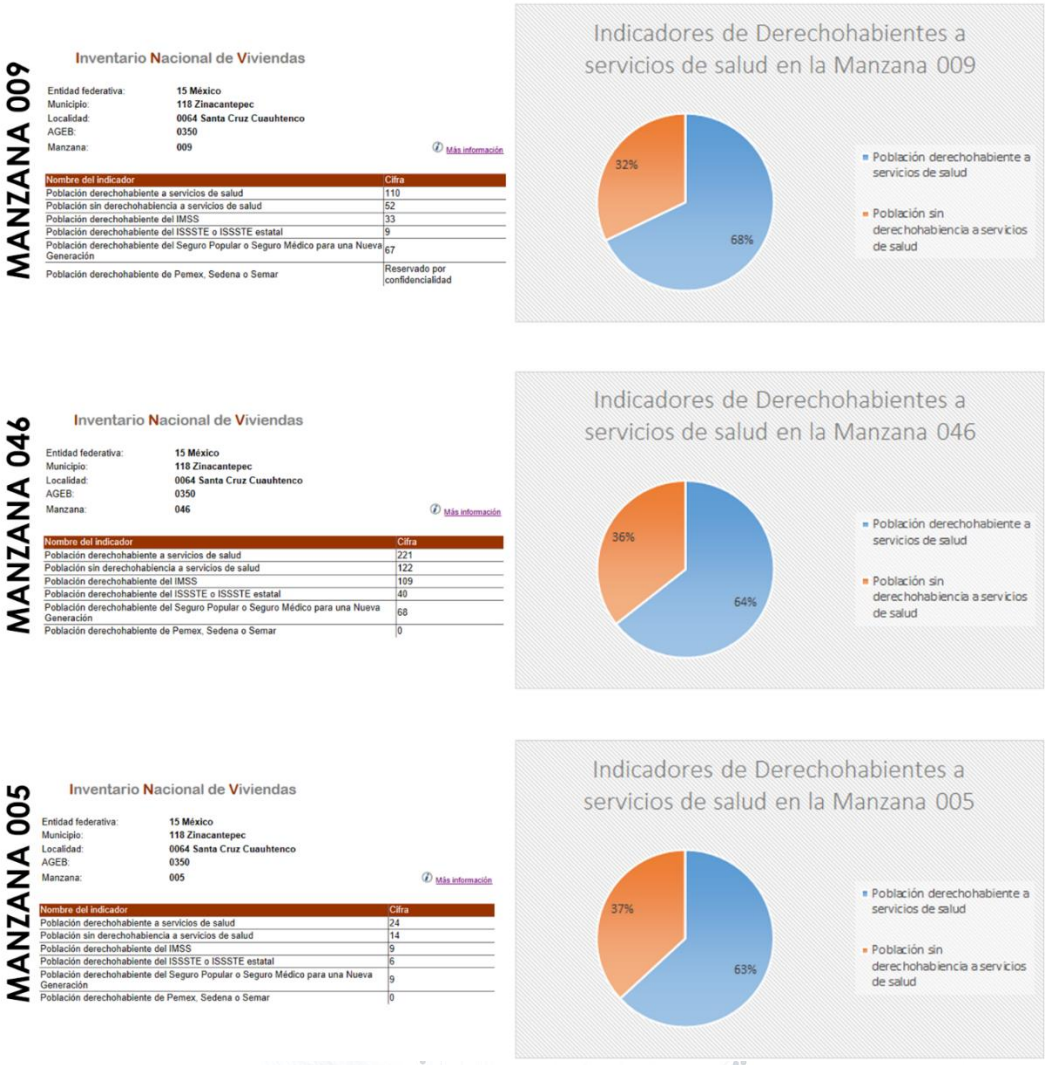


Imagen 110- Análisis de Indicadores de derechohabientes a servicios de salud. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE DISCAPACIDAD:

El 6% de la población en la manzana 009 presenta una discapacidad, seguido del 4% en la manzana 046. En la propuesta de mejoramiento, se debe buscar la integración de todas las personas en las actividades a desarrollar. Con respecto a la manzana 005, los datos se encuentran reservados por confidencialidad.

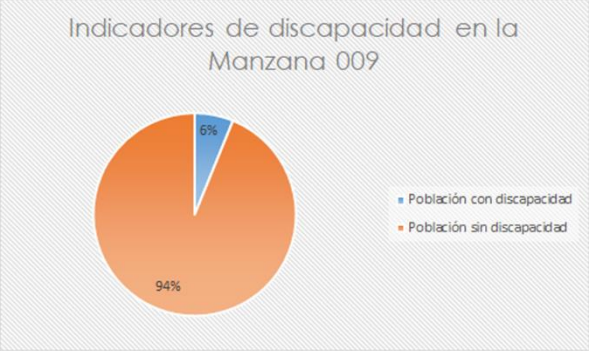
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	10
Población femenina con discapacidad.	9
Población masculina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	5
Población de 15 a 59 años con discapacidad	4
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	6



MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	15
Población femenina con discapacidad.	8
Población masculina con discapacidad.	7
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 15 a 59 años con discapacidad	11
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	10

MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población femenina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población masculina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	0
Población de 15 a 59 años con discapacidad	0
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	Reservado por confidencialidad

Imagen 111- Análisis de Indicadores de Discapacidad. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE MIGRACIÓN:

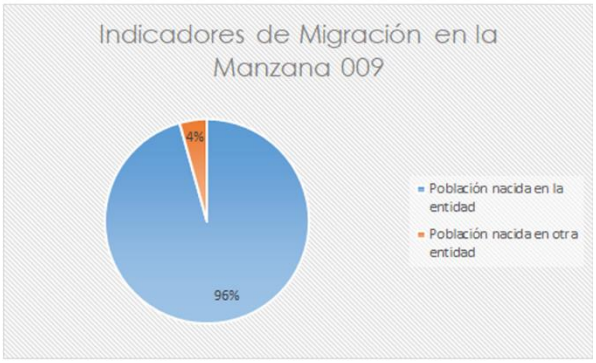
Los índices de migración son bajos, con el 3% en la manzana 005, el 4% en la 009 y el 10% en la 046, ya que más del 90% de los habitantes nacieron en la entidad donde residen. Es oportuno considerar espacios que difundan las costumbres, tradiciones e identidad de la comunidad.

MANZANA 009

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	155
Población femenina nacida en la entidad	81
Población masculina nacida en la entidad	74
Población nacida en otra entidad	7
Población femenina nacida en otra entidad	5
Población masculina nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	138
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	74
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	64
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	Reservado por confidencialidad



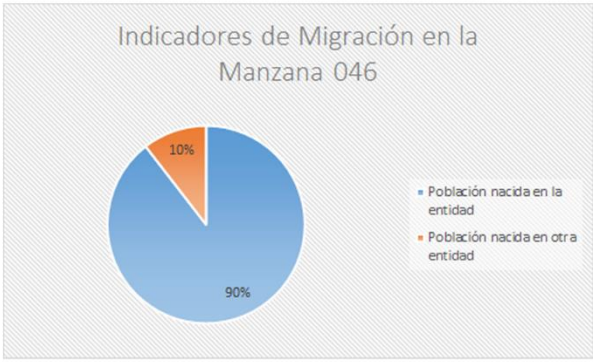
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	307
Población femenina nacida en la entidad	153
Población masculina nacida en la entidad	154
Población nacida en otra entidad	36
Población femenina nacida en otra entidad	24
Población masculina nacida en otra entidad	12
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	305
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	160
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	145
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	0



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	37
Población femenina nacida en la entidad	21
Población masculina nacida en la entidad	16
Población nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población femenina nacida en otra entidad	0
Población masculina nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	36
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	20
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	16
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	0

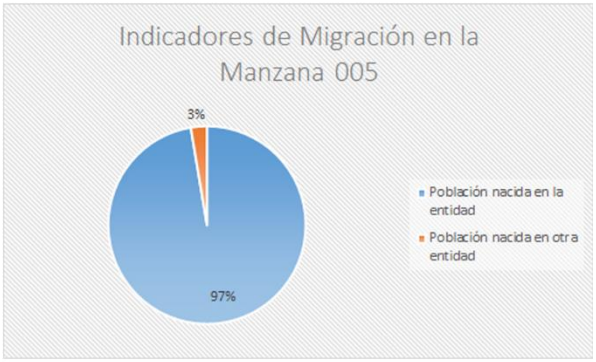


Imagen 112- Análisis de Indicadores de Migración. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE RELIGIÓN:

La mayor parte de la población pertenece a la religión católica, con el 96% en la manzana 009, el 95% en la 046 y el 89% en la 005, por lo que la integración del atrio y de la capilla abierta a desarrollar en la propuesta de mejoramiento, es una estrategia para incentivar actividades culturales con las tradiciones de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

Imagen 113- Análisis de Indicadores de Religión. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE SITUACIÓN CONYUGAL:

Más del 60% de la población de 12 años y más es casada o unida, lo que permite realizar una lectura de otra dinámica social de la población. En el proyecto, es pertinente la integración de actividades para toda la familia.

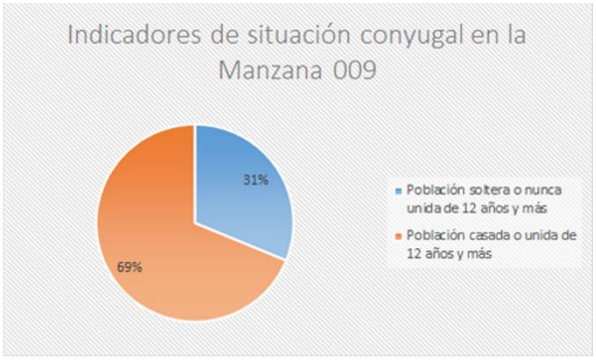
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	34
Población casada o unida de 12 años y más	75
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	9
Población casada o unida de 15 a 24 años	7



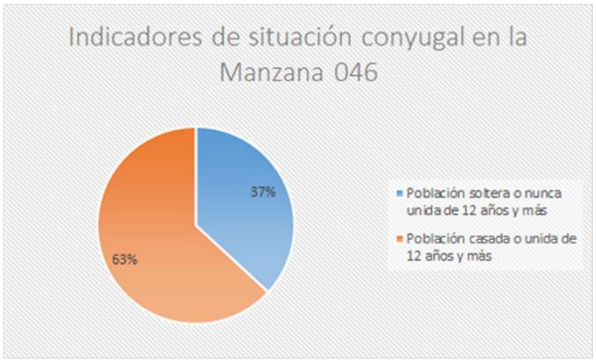
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	87
Población casada o unida de 12 años y más	149
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	19
Población casada o unida de 15 a 24 años	16



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	11
Población casada o unida de 12 años y más	17
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	3
Población casada o unida de 15 a 24 años	0

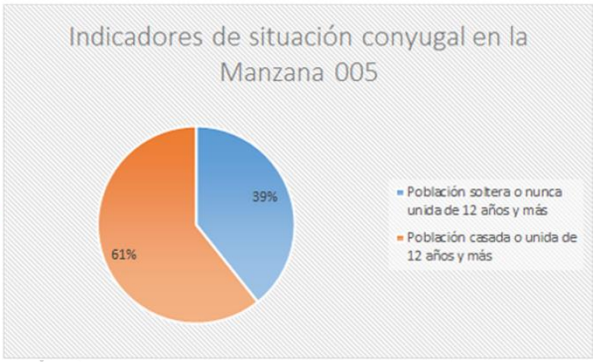


Imagen 114- Análisis de Indicadores de Situación Conyugal. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE JEFATURA EN EL HOGAR:

Se observa que, en promedio, más del 70% de los hogares censados, están a cargo de la jefatura masculina, por lo que se realiza otra lectura del modo de habitar de la población.

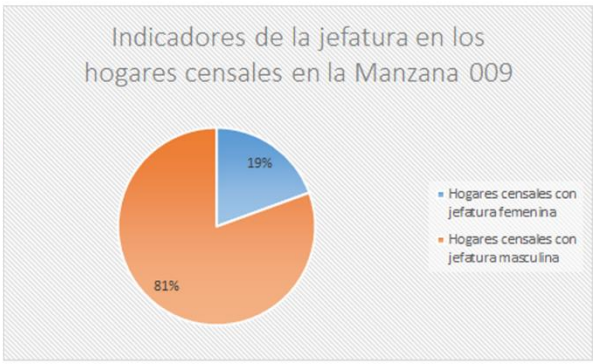
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	36
Hogares censales con jefatura femenina	7
Hogares censales con jefatura masculina	29
Población en hogares censales	162
Población en hogares censales con jefatura femenina	25
Población en hogares censales con jefatura masculina	137
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	4
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	13
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	22
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	112
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	10
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	37
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	0
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	0



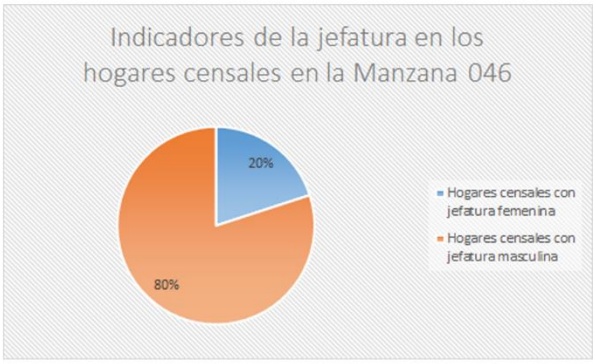
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	85
Hogares censales con jefatura femenina	17
Hogares censales con jefatura masculina	68
Población en hogares censales	343
Población en hogares censales con jefatura femenina	42
Población en hogares censales con jefatura masculina	301
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	8
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	24
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	61
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	273
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	16
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	46
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	3
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	10



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	13
Hogares censales con jefatura femenina	6
Hogares censales con jefatura masculina	7
Población en hogares censales	38
Población en hogares censales con jefatura femenina	16
Población en hogares censales con jefatura masculina	22
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	Reservado por confidencialidad
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	4
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	9
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	29
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	3
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	5
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	3
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	9

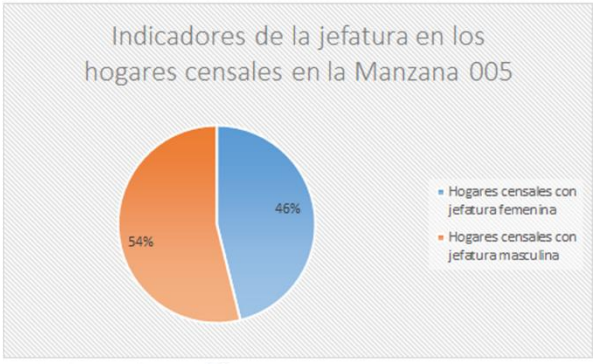


Imagen 115- Análisis de Indicadores de Jefatura en el Hogar. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO III:

Al inicio de este capítulo, se retomaron los 3 conceptos esenciales (mencionados en el capítulo I) que constituyen la Arquitectura y la realidad: el espacio, el tiempo y la materia (explicados en el triángulo de Sierpinski).

En la siguiente tabla, se describe brevemente cada uno de los mapas realizados para el análisis global de la comunidad, así como sus observaciones pertinentes:

Imagen:	Tema:	Descripción/Observación
67	Delimitación Macro	Relación Zinacantepec – Santa Cruz Cuahutenco.
68	Delimitación Micro	Relación Santa Cruz Cuahutenco – Área específica de estudio.
69	Topografía	Análisis de curvas de nivel a cada 2 metros.
70	División de Sectores	El río como división social del sector centro y sector colonia.
71	Estructuración de Cuadrantes	El eje natural (el río) y el eje artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección), permiten la lectura del territorio a través de cuadrantes.
72	Retícula 30 x 30 metros	Se insertó una retícula en el territorio, según la estructuración de sus calles, paralelas a cada 60 metros aproximadamente, lo que corresponde a 2 módulos de 30 metros.
73	Diseño de Retícula	A partir de la intersección del eje natural y del eje artificial, se determinó el origen y con ello, un sistema de coordenadas.
74	Plano Nolli	Se utilizó para estudiar el territorio por capas.
75	Espacio Lleno	32.47% del territorio.
76	Espacio Vacío	67.53% del territorio.

Tabla 15: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Estas observaciones y datos específicos se van a retomar en el Capítulo IV, para el diseño de la propuesta de mejoramiento y de esta manera, complementar las 4 necesidades delimitadas en el planteamiento del problema (al inicio de este documento) con estas observaciones.

Cabe destacar, que las descripciones correspondientes al análisis de lo construido corresponden totalmente a las de usos del suelo, por lo que ambos apartados se resumen en la tabla que se presenta en seguida.

En la tabla 16, se describen los datos del análisis de usos del suelo, realizado en el área específica de estudio, así como la intervención en cada punto de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

Imagen:	Tema:	Descripción/Observación
77	Usos de suelo	A través de 9 categorías o sectores.
78	Total, de m2	En el polígono específico, se analizaron 117,157.92 m2.
79	Vivienda	52.05% del territorio. Ocupa más de la mitad del espacio analizado.
80	Sin Uso	18.87% del territorio. Existen espacios que, por su ubicación, tienen el potencial de conectar estratégicamente nodos de actividades humanas.
81	Vialidades	16.42% del territorio. Hay Vialidades que no generan circuitos internos, ya que son calles cerradas. El diseño de un circuito interior implica un cambio a beneficio de la población.
82	Banquetas	Sólo el 2.09% del área de estudio es para el peatón, por lo que es necesario aumentar el área peatonal y acortar los puntos de conexión entre los sectores, ya que se encuentran a 325 metros.
83	Religión	4.76% del territorio. Es el mayor punto de encuentro en el área de estudio. Su incorporación en la propuesta de mejoramiento es clave.
84	Educación y Cultura	1.79% del territorio. La ubicación de este equipamiento da pauta a conectar el Eje Educativo Norte-Sur con el Eje Recreativo Oriente Poniente, siendo el Centro Cultural propuesto, el punto de intersección entre estos dos Ejes.
85	Vivienda y Comercio	1.74% del territorio. Este uso de suelo mixto se ubica en un patrón en forma de "U", a lo largo de dos Vialidades principales y una secundaria, que se van a conectar con el circuito interno de la propuesta de mejoramiento.
86	Recreación y Deporte	1.18% del territorio. Sólo la plaza comunitaria, es el único espacio destinado a este sector, por lo tanto, no es suficiente para toda la población.
87	Comercio	0.90% del territorio. El principio de ubicación de estos locales comerciales es el mismo que en el caso del uso mixto, de vivienda y comercio.
88	Servicios	0.50% del territorio. Se requiere aumentar el equipamiento relacionado con la oferta de servicios, pero se deja la idea propuesta para una continuación de esta propuesta de mejoramiento.

Tabla 16: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se destaca la necesidad de integrar espacios culturales, recreativos, de esparcimiento (puntos de encuentro) y deportivos, además de integrar su ubicación con el circuito de movilidad y el atrio del templo.

Para el análisis normativo, los planos que se estudiaron son los siguientes: plano base, de vialidades, de usos del suelo, de la clasificación de los usos del suelo, de la clasificación del territorio, de restricciones, de infraestructura-equipamiento, de estructura urbana, de centro histórico, de crecimiento urbano, de síntesis de la problemática, de principales proyectos y de zonas vulnerables, según el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2015.

Cabe mencionar, que dos de los puntos detectados en los planos de diagnóstico y de estrategias, también son abordados en esta propuesta de mejoramiento. El primero corresponde a la conectividad con un circuito Urbano por crear y el segundo es la Revitalización del Río. Los proyectos que se pueden abordar posteriormente en la comunidad son: servicios de salud, emplazamiento de zona industrial y utilización de socavones en minas.

Para el análisis social cuantitativo, se retomaron datos del Inventario Nacional de Vivienda 2016, para llegar a las siguientes consideraciones:

Indicador	Consideraciones
Población	La manzana 046 cuenta con 343 habitantes, la 009 con 162 y la 005 con 38, lo que da un total de 543 personas, a partir de las cuales se expresan los siguientes datos estadísticos.
Economía	El 60% de la población económicamente activa, es masculina.
Educación	Es necesario aumentar el porcentaje de la población que llega a estudios superiores, ya que, en promedio, sólo el 8% de los habitantes del área de estudio concluye sus estudios a nivel superior.
Servicios de Salud	El 32% de la población, no es derechohabiente. Se requiere atender también esta necesidad en la localidad, en futuros proyectos.
Discapacidad	En promedio, el 5% de los habitantes tienen alguna discapacidad. Se deben considerar espacios que cumplan con este requerimiento.
Migración	Más del 90% de las personas que residen en el polígono de estudio, son originarias de Santa Cruz, lo que da una lectura social.
Religión	En promedio, el 93% de las personas que viven en el polígono de estudio, pertenecen a la religión católica, por lo que su incorporación en la propuesta de mejoramiento es un punto clave.
Situación Conyugal	Más del 60% de la población de 12 años y más, es casada o unida.
Jefatura en el Hogar	En promedio, el 72% de los hogares censados, están a cargo de la jefatura masculina.

Tabla 17: Consideraciones de análisis social cuantitativo.

CAPÍTULO IV:

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO.

PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO:

"Conocer la naturaleza de las cosas para actuar sobre la realidad, así empieza la arquitectura; propone Vicente Guallart." (Gausa, 2001, pág. 60)

Durante el proceso de investigación, en el IGECEM se encontró información cartográfica del año de 1983-1984, que se tomó como base para este proyecto. Por naturaleza, el polígono verde ha operado como un punto de encuentro en el territorio, desde hace más de 40 años (ver imagen 116).

NATURALEZA DEL TERRITORIO: PUNTO DE ENCUENTRO

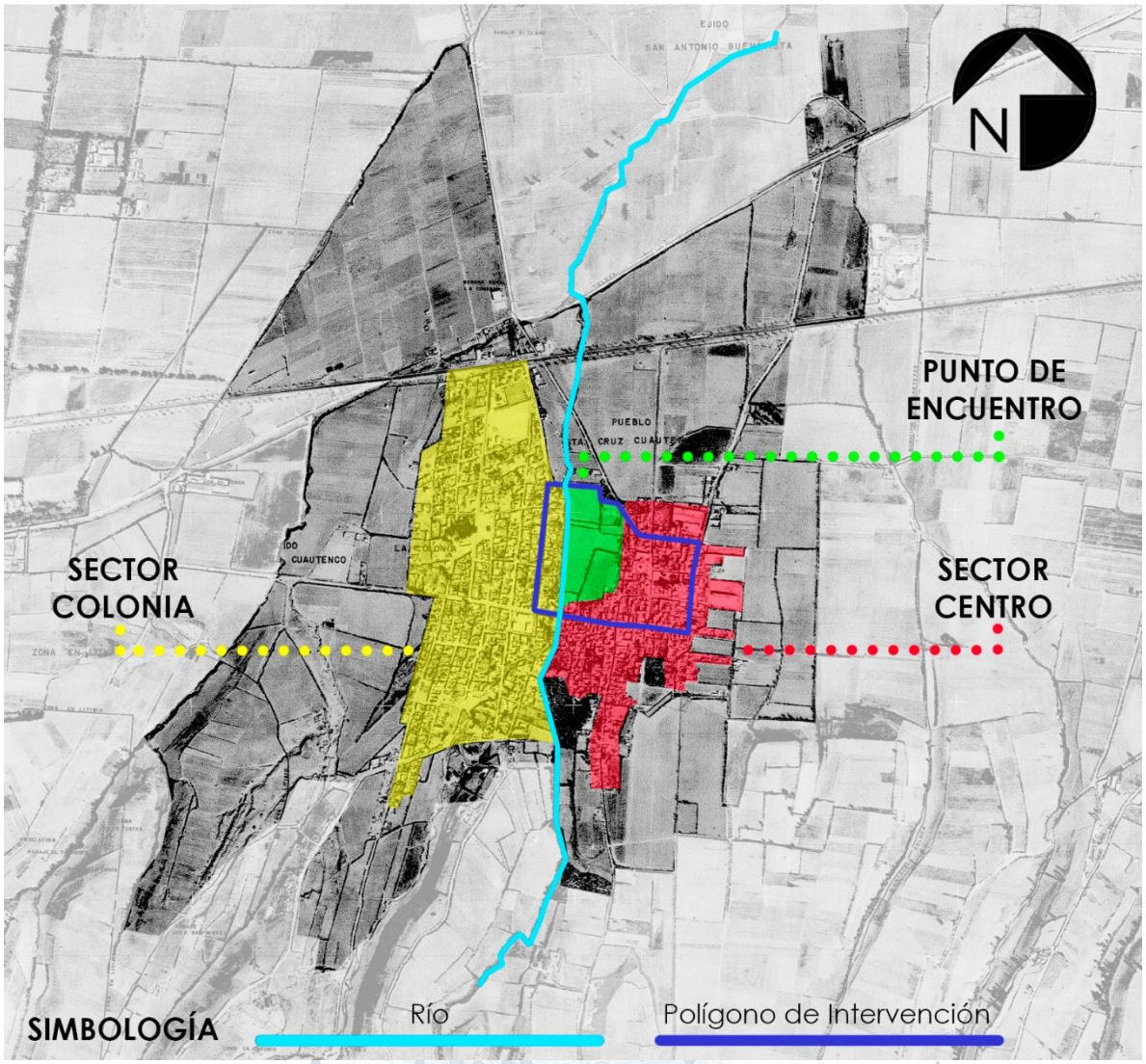


Imagen 116- Naturaleza del Territorio. Fuente de Plano Base: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Hoja No. 1210. Fecha de Vuelo: 1983-1984.

Por tal naturaleza, en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, el uso de suelo que se designa al polígono de color verde es recreativo, para que pueda seguir fungiendo con esa misma naturalidad.

Una vez realizado el diagnóstico, análisis y detección de las principales necesidades de la comunidad, se presenta el siguiente esquema, el cual sintetiza las 4 fracciones que integran esta propuesta de mejoramiento, así como las acciones más importantes a realizar en cada punto, durante el desarrollo de este Capítulo IV.

CONECTIVIDAD MACRO:

Para iniciar con esta propuesta de mejoramiento, se realizó un mapa de conectividad Urbana, el cual contiene la Vialidad Regional existente (línea roja continua), la Vialidad Regional propuesta por el Municipio de Zinacantepec (línea roja punteada), la Ciclovía propuesta por el Municipio (línea azul punteada) y la Ciclovía que se propone en este proyecto (línea negra punteada), integrando todas esas nociones en el siguiente mapa:

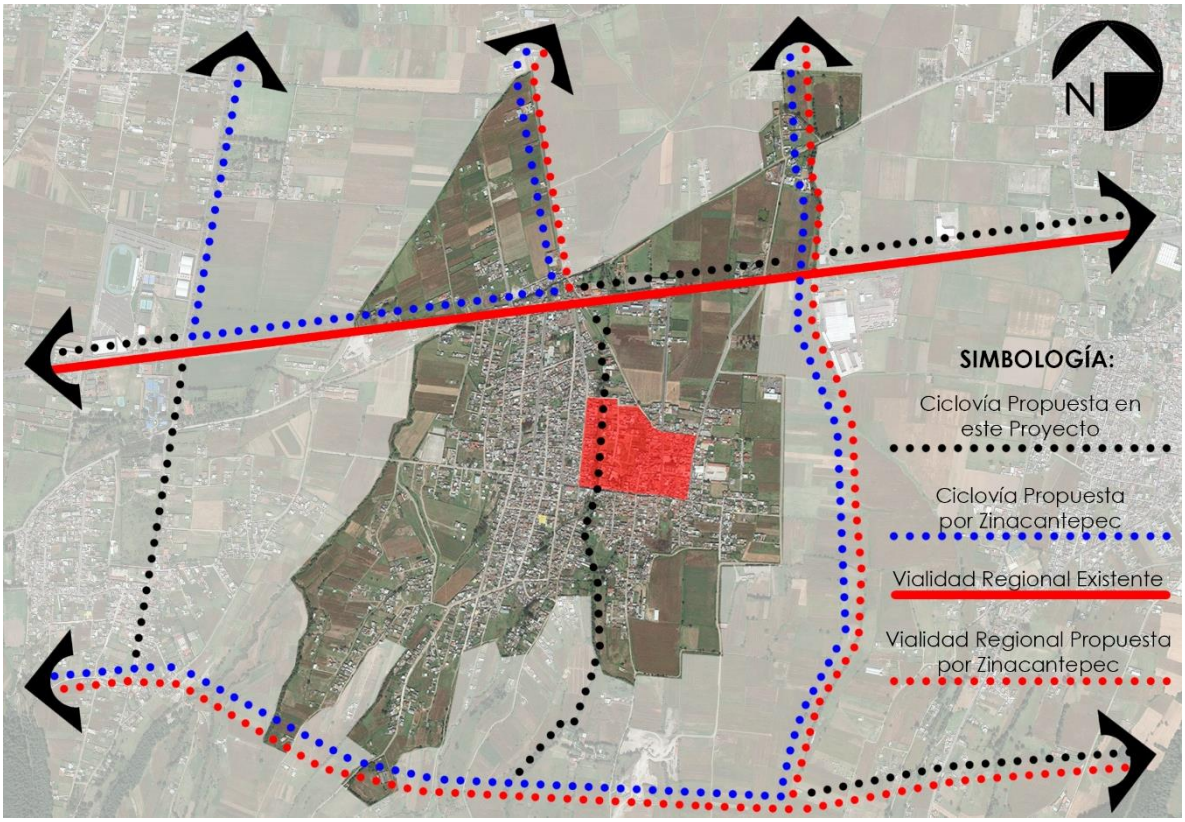


Imagen 117- Mapa de Conectividad Urbana en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth, 2017 y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, 2015, Plano E4, *Principales Proyectos, Obras y Acciones.*

De esta manera es como se genera una Red de Movilidad Urbana en el territorio, para conectarlo a través de ejes Norte-Sur y Oriente-Poniente. Cabe destacar, la proyección de la Ciclovía al centro de la comunidad, en un eje paralelo al Río, ya que será retomada cuando se realice un acercamiento en el polígono de intervención, como el punto de referencia.

CONECTIVIDAD MICRO:

Al realizar un acercamiento al mapa anterior, se delimita el área específica de intervención, así como las calles existentes (línea roja continua), las calles propuestas (línea roja punteada), la ciclovía propuesta (línea negra punteada) y los andadores propuestos (línea verde punteada), para crear un circuito de movilidad interno que responda a las necesidades detectadas y ofrezca espacios recreativos y culturales a la población.

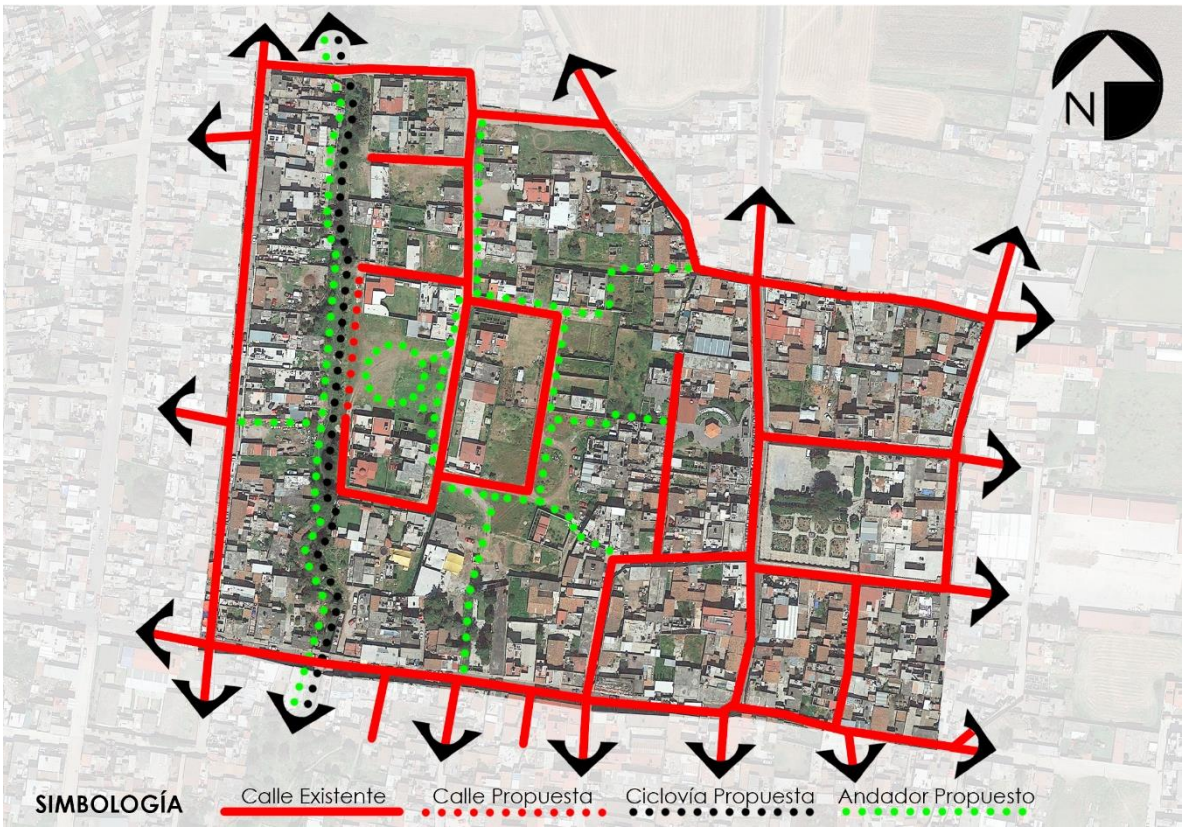


Imagen 118- Mapa de Conectividad Local en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de plano base: Google Earth, 2017.

En esta propuesta de mejoramiento, se prioriza el peatón y el uso de la bicicleta, como medidas sustentables para el cuidado del medio ambiente, además de promover el ejercicio y la participación de la comunidad en actividades culturales-recreativas.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO: USOS DEL SUELO:

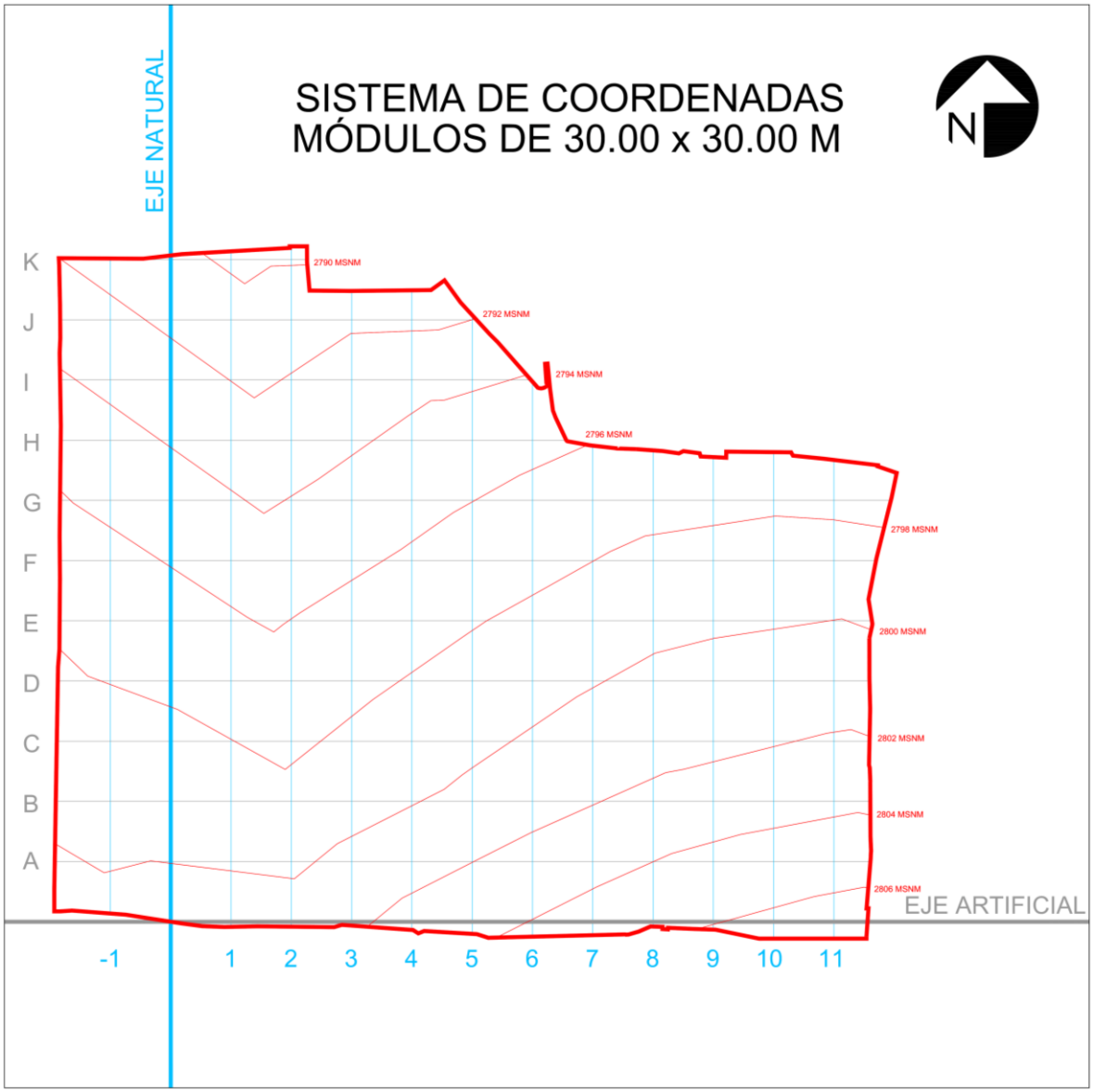
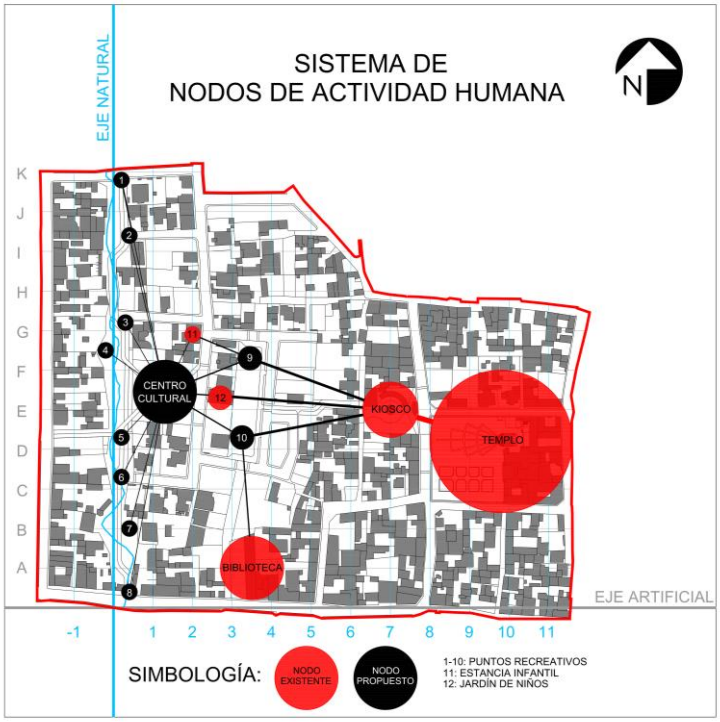


Imagen 119- Sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

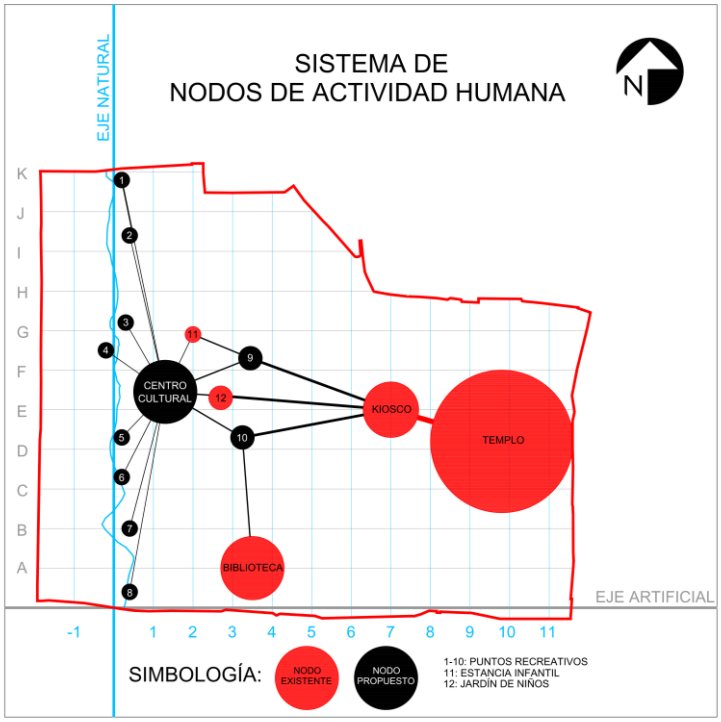
Para realizar esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se estableció un sistema de coordenadas con módulos de 30.00 x 30.00 metros, a partir del Eje Natural (el Río) y el Eje Artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección) de la comunidad. Se marcan las curvas de nivel a cada 2 metros, la cota más baja es 2790 m.s.n.m. y la más alta es 2806 m.s.n.m.

ESTRATEGIA DE CONECTIVIDAD:



Se consideraron dos puntos de encuentro masivos en en la comunidad, el Kiosco (7-E) y el Templo de Santa Elena de la Cruz (10-D), a partir de los cuales se trazó una red de conexiones, hasta llegar a la franja de revitalización en el río de la localidad.

Imagen 120- Ubicación de Nodos de actividad humana. Fuente: Elaboración propia 2020.



El diámetro de cada círculo está relacionado con su umbral de alcance espacial. El Templo de Santa Elena de la Cruz, es el que tiene mayor jerarquía en el sistema, tanto por su extensión como por la afluencia de personas que se ahí se reúnen.

Imagen 121- Conectividad de Nodos. Fuente: Elaboración propia 2020.

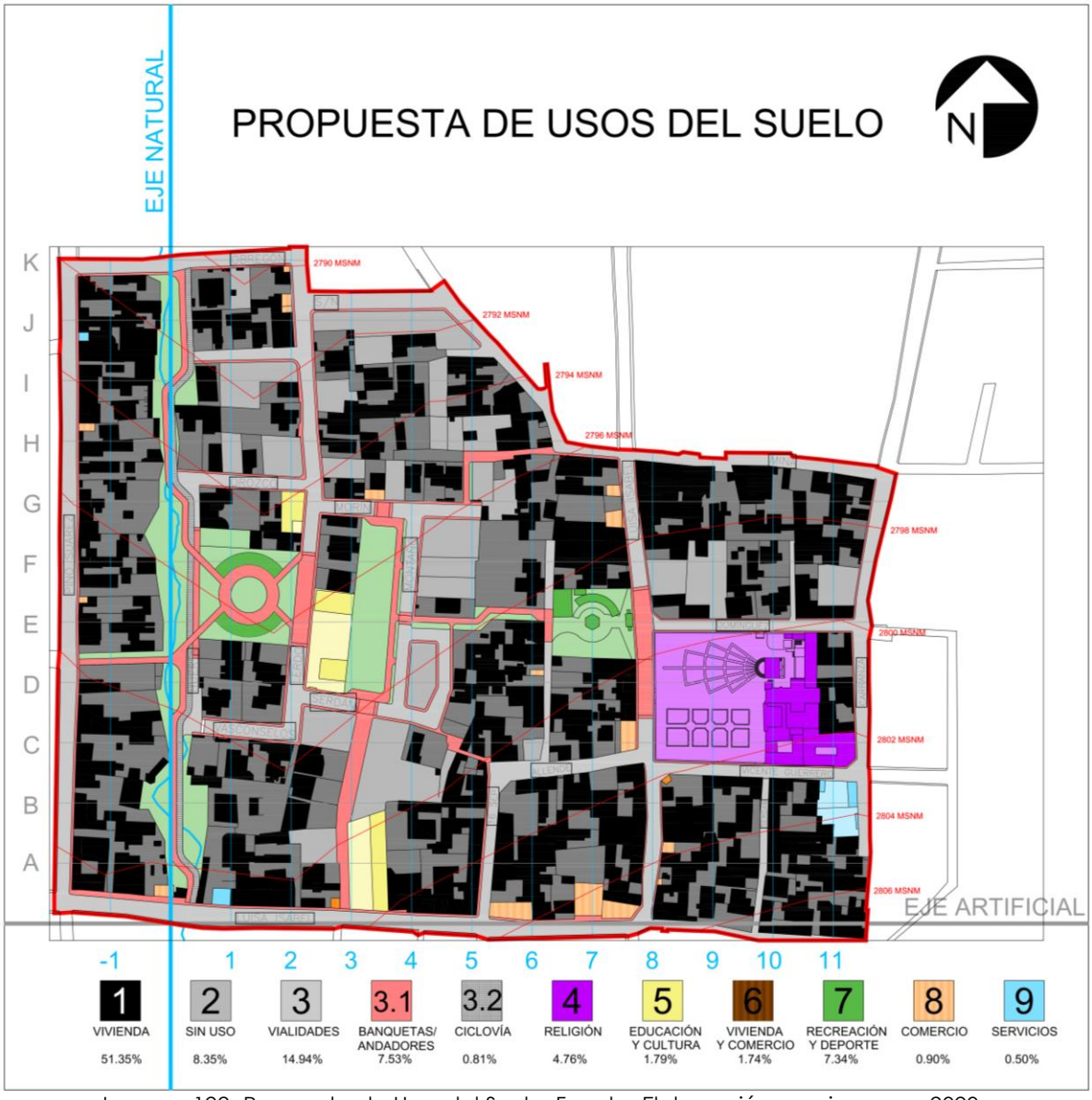


Imagen 122- Propuesta de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En esta imagen, se sintetizan las 9 categorías de uso del suelo en las que se estructura esta propuesta de mejoramiento. Con respecto al tema 3.1 "banquetas/andadores" y 3.2 "ciclovía", se consideran parte de la categoría 3, de "vialidades", por pertenecer al rubro de movilidad, las cuales suman un total de 23.28% del área polígono de intervención.

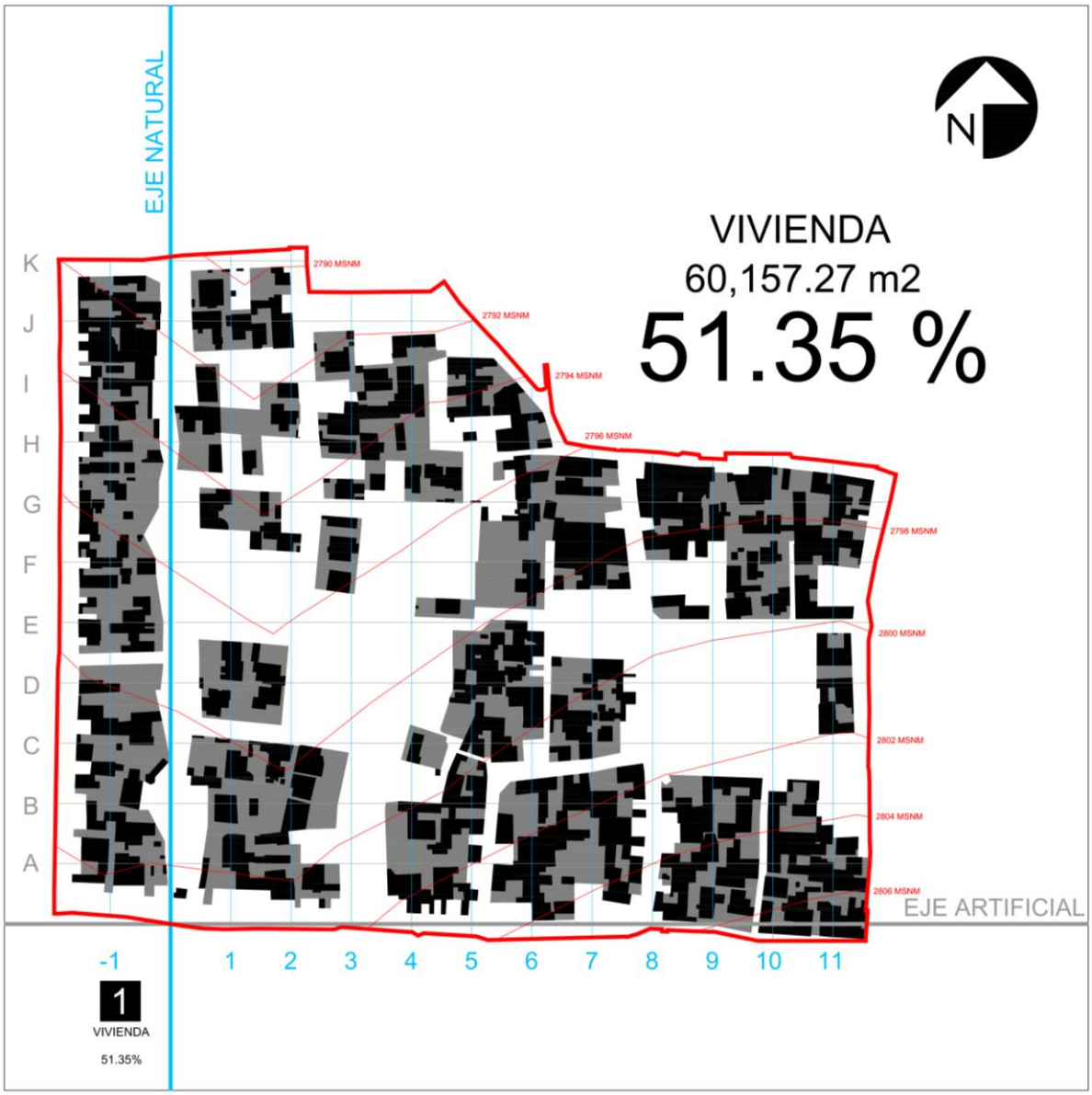


Imagen 123- Uso del Suelo "Vivienda". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a la categoría de Vivienda, actualmente ocupa el 52.05% (60,983.99 m2) del territorio. En esta propuesta de mejoramiento, el 51.35% (60,157.27 m2), ya que la superficie de diferencia se destina a la habilitación de conexiones y espacios públicos, por lo que es necesario gestionar con los propietarios involucrados para llegar a una indemnización.

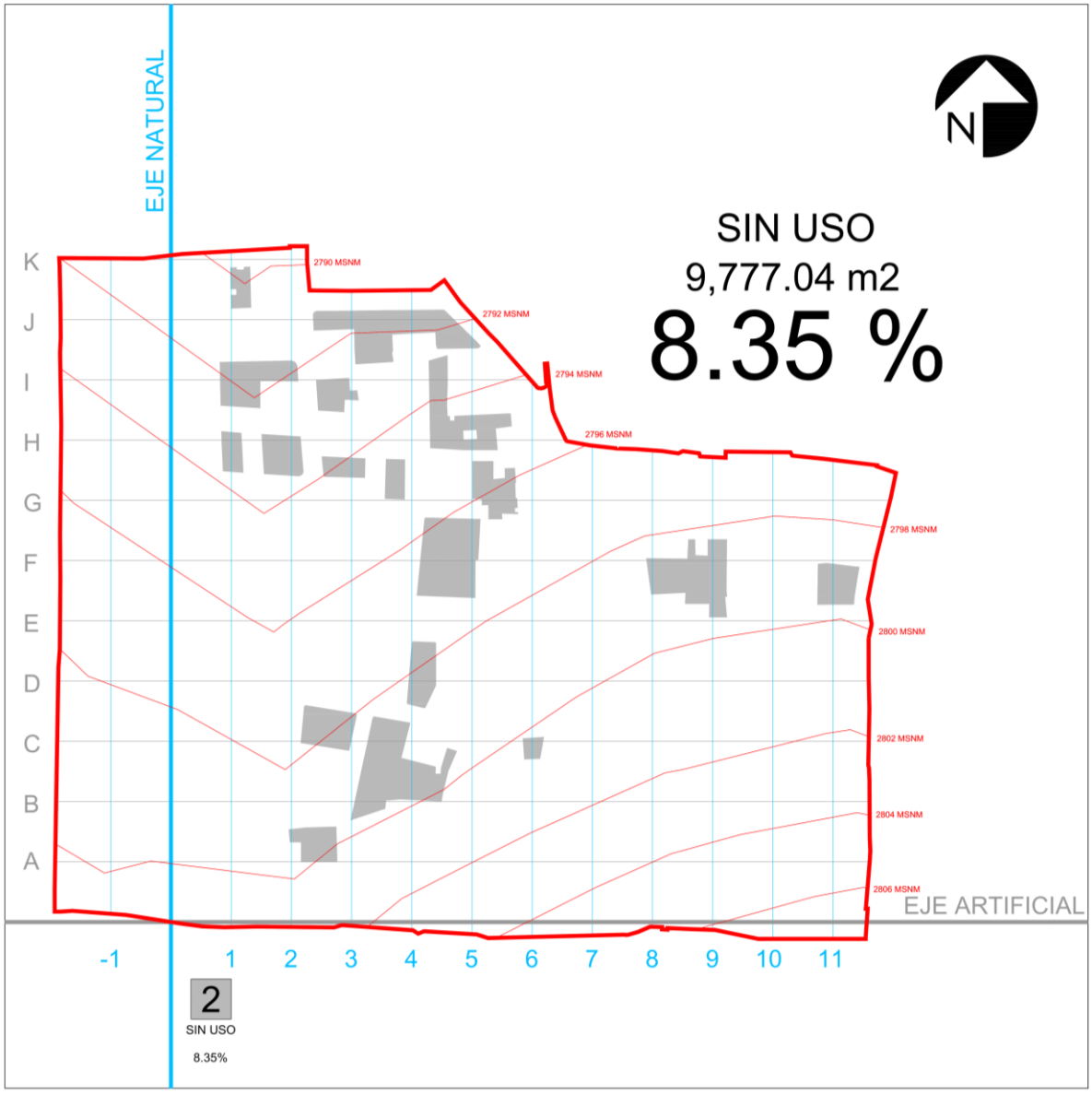


Imagen 124- Uso del Suelo "Sin Uso". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En el análisis del territorio, se calculó que la categoría "Sin Uso" ocupaba el 18.87% (22,111.41 m2) del área de estudio. En esta propuesta de mejoramiento, el 8.35% (9,777.04 m2), aprovechando 12,334.37 metros cuadrados (para espacios públicos, recreativos y culturales), que anteriormente no estaban destinados a ningún fin.

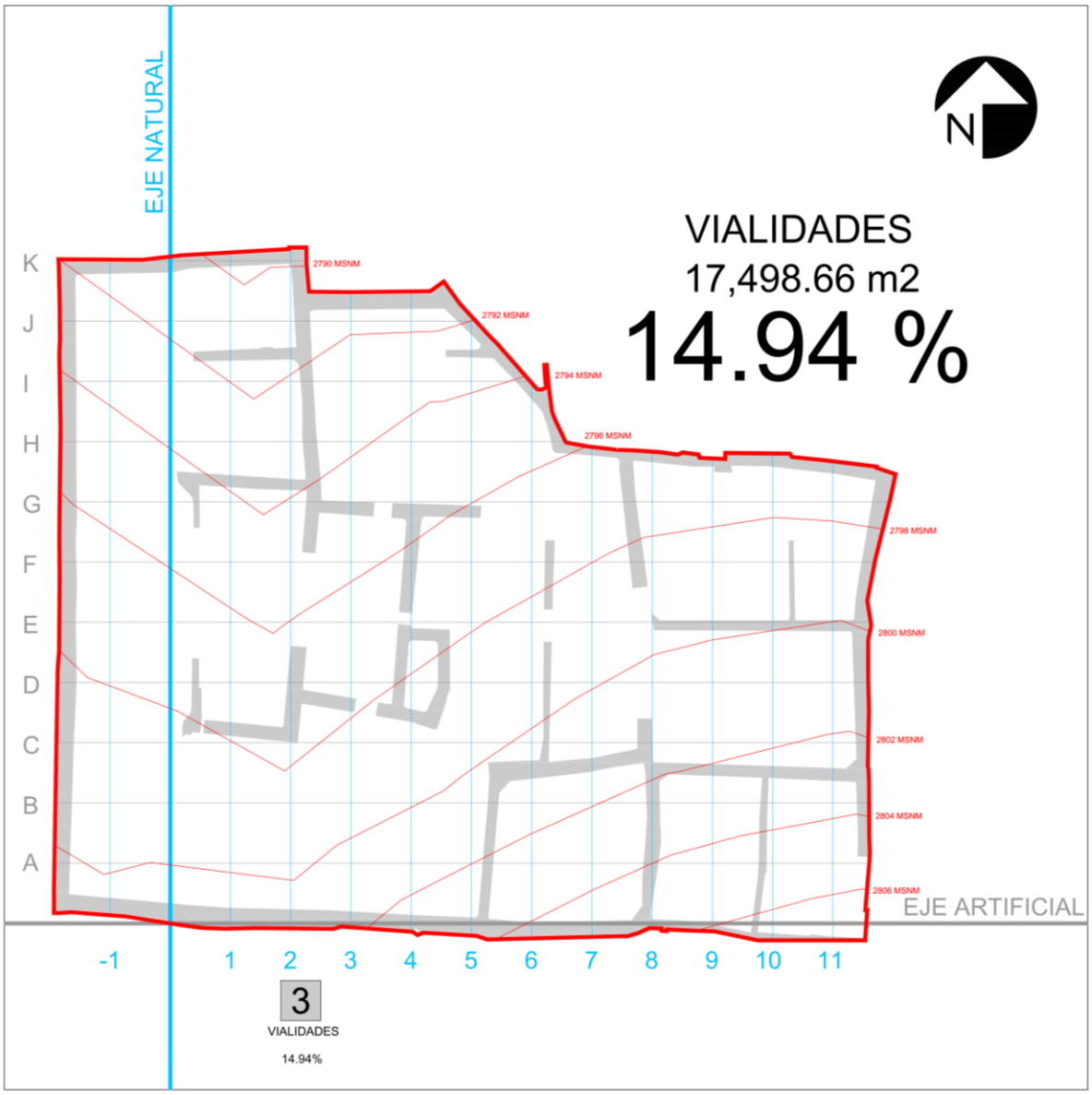


Imagen 125- Uso del Suelo "Vialidades". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Con respecto a la categoría de Vialidades, el porcentaje de ocupación superficial disminuyó ligeramente, de 16.12% (18,889.39 m2) a 14.94% (17,498.66 m2), ya que se implementaron banquetas y andadores en espacios que estaban destinados totalmente al uso vehicular (ver imagen 126 de banquetas), dando prioridad al peatón y a la movilidad sustentable.

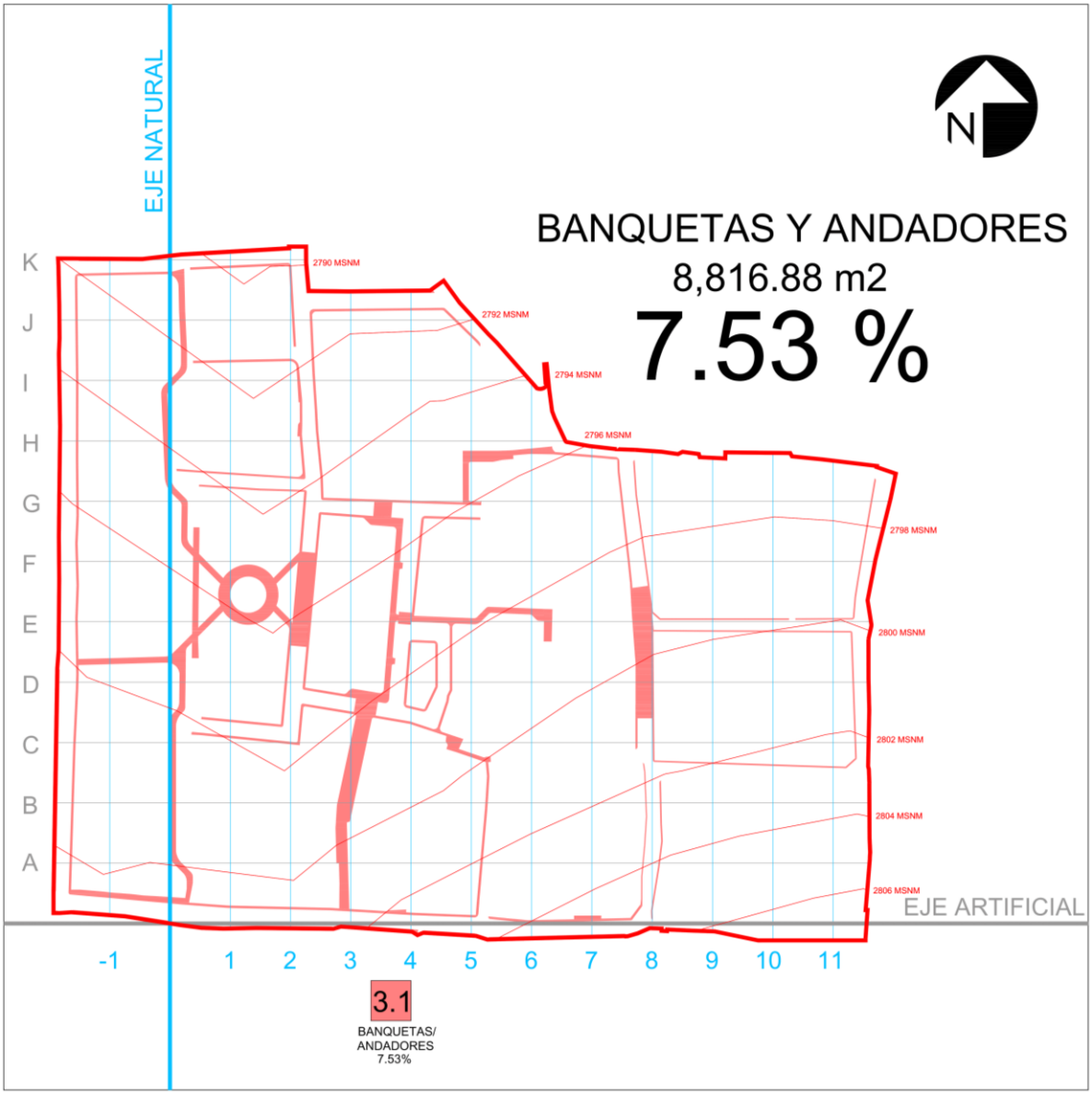


Imagen 126- Uso del Suelo "Banquetas y Andadores". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Esta imagen complementa la categoría anterior de Vialidades, ya que, si se traslapan las capas de información, se genera un circuito de movilidad peatonal y vehicular. Las banquetas y andadores aumentaron 6,373.59 m2 en esta propuesta de mejoramiento, al pasar de un 2.09% (2,443.29 m2) a un 7.53% (8,816.88 m2) de ocupación superficial en el territorio.

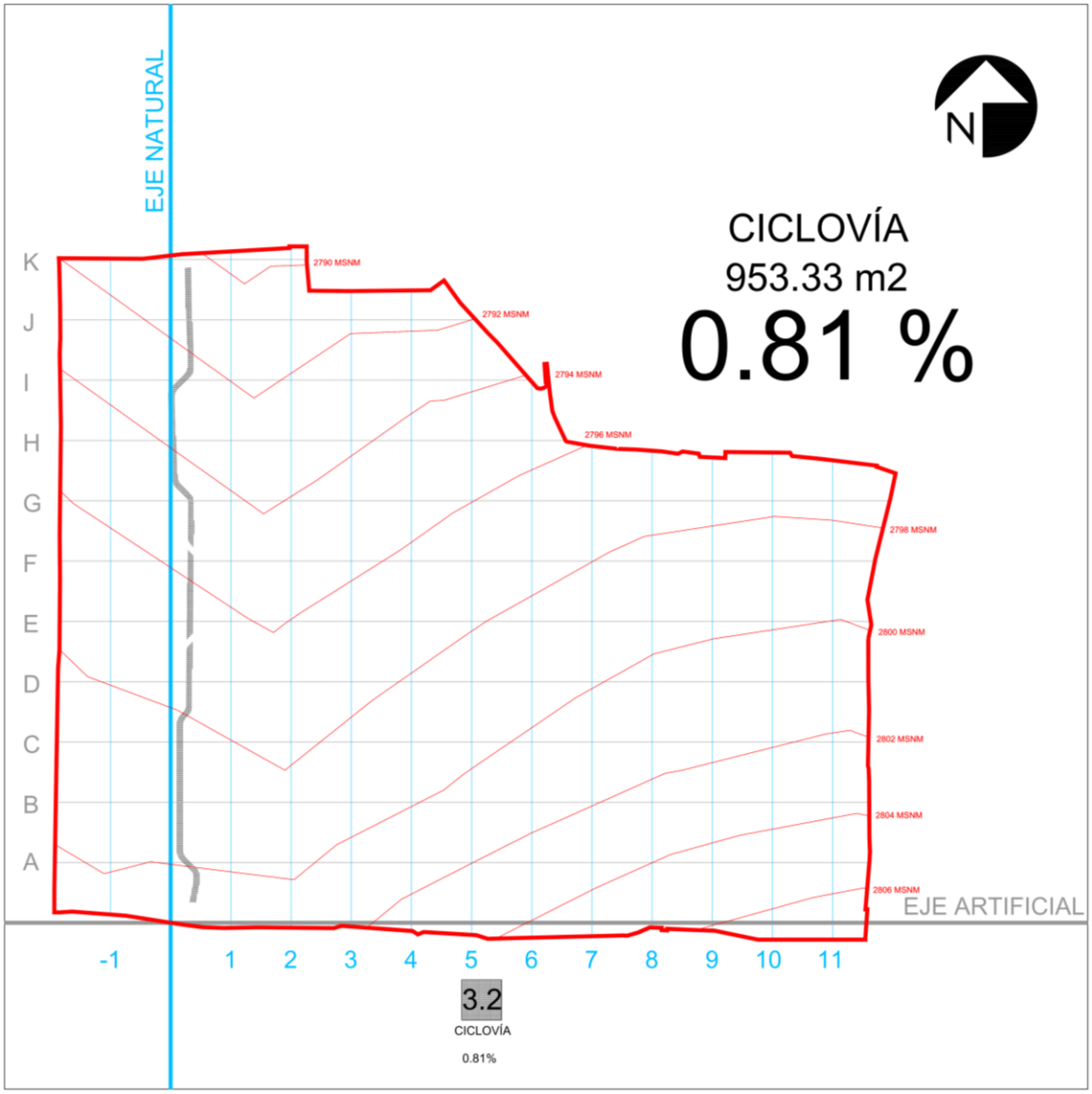


Imagen 127- Uso del Suelo "Ciclovía". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Como solución a la segunda necesidad delimitada en esta propuesta de mejoramiento (la conectividad), se considera la implementación de una ciclovía paralela al caudal del río. Cabe destacar que la iniciativa de una ciclovía en las afueras de la comunidad (ver imagen 117), se encuentra marcada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015.[76]

[76] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *op. cit*., Plano E4. Principales Proyectos.

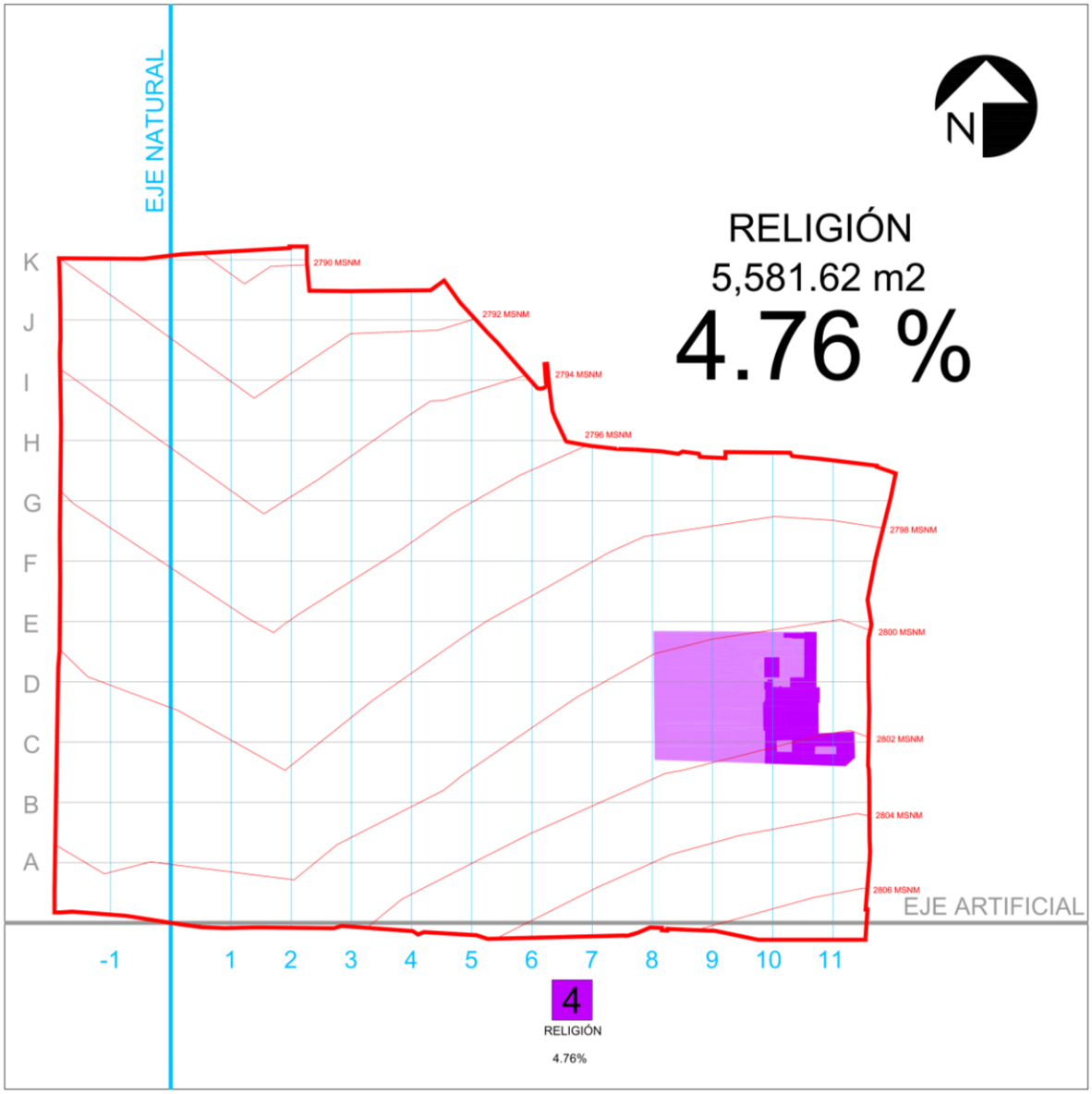


Imagen 128- Uso del Suelo "Religión". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a la categoría de religión, el uso del suelo se mantiene igual, con el 4.76% (5,581.62 m2) de ocupación territorial. Lo que aumenta son los metros de construcción, por el diseño de la Capilla Abierta al Norte del Templo de Santa Elena de la Cruz, la cual mide 10.00 x 7.50 metros (75 m2 de construcción). Posteriormente se presenta el desarrollo de este proyecto.

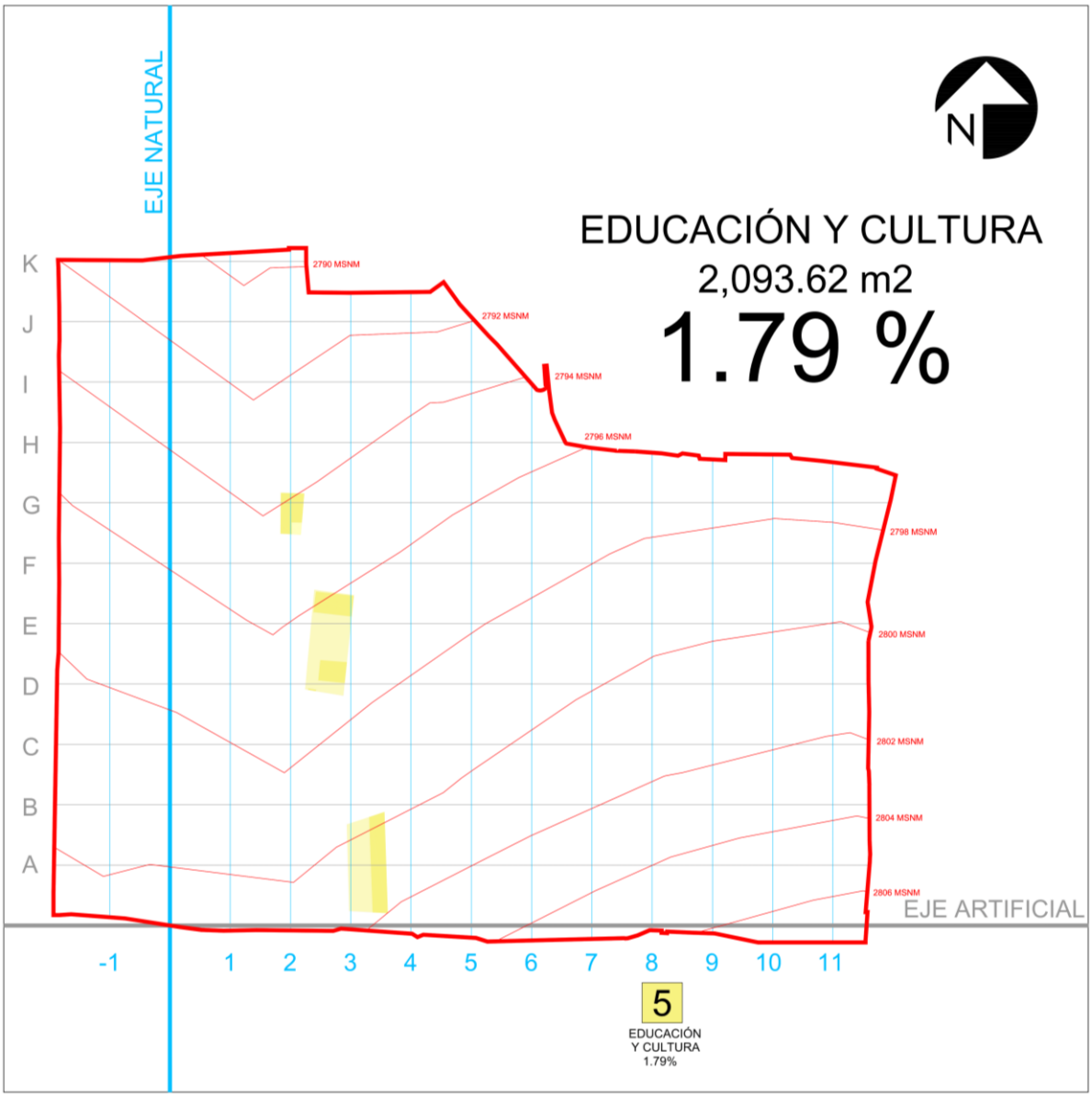


Imagen 129- Uso del Suelo "Educación y Cultura". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El sector de Educación y Cultura conserva la misma cantidad de metros cuadrados existentes, pero ahora se conectan por medio de un andador (ver imagen 126), que va de la Biblioteca Pública Municipal Profesor Moisés Pérez Alvirde (3-A) al Jardín de Niños Genaro Robles Barrera (3-E) y a la Estancia Infantil Pasitos Mágicos (2-G), creando así un Eje Educativo-Cultural.

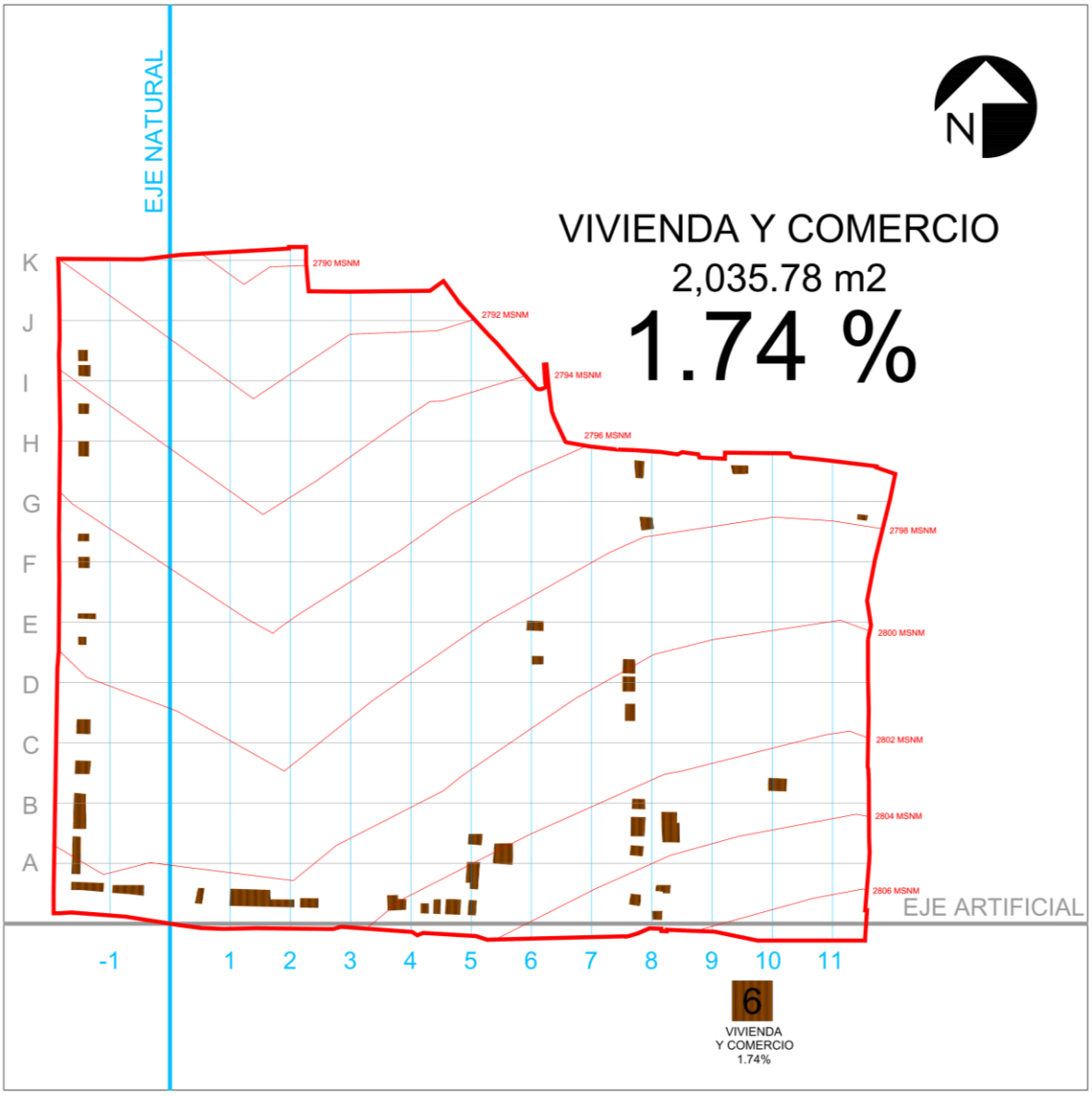


Imagen 130- Uso del Suelo "Vivienda y Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

La categoría de Vivienda y Comercio conserva la misma superficie diagnosticada, sólo que ahora, con la Revitalización del Río, se da pauta a que las viviendas colindantes al caudal del Río puedan abrir una nueva fachada, tanto al andador propuesto como a la ciclovía y convertir su uso del suelo habitacional a un uso mixto (vivienda y comercio).

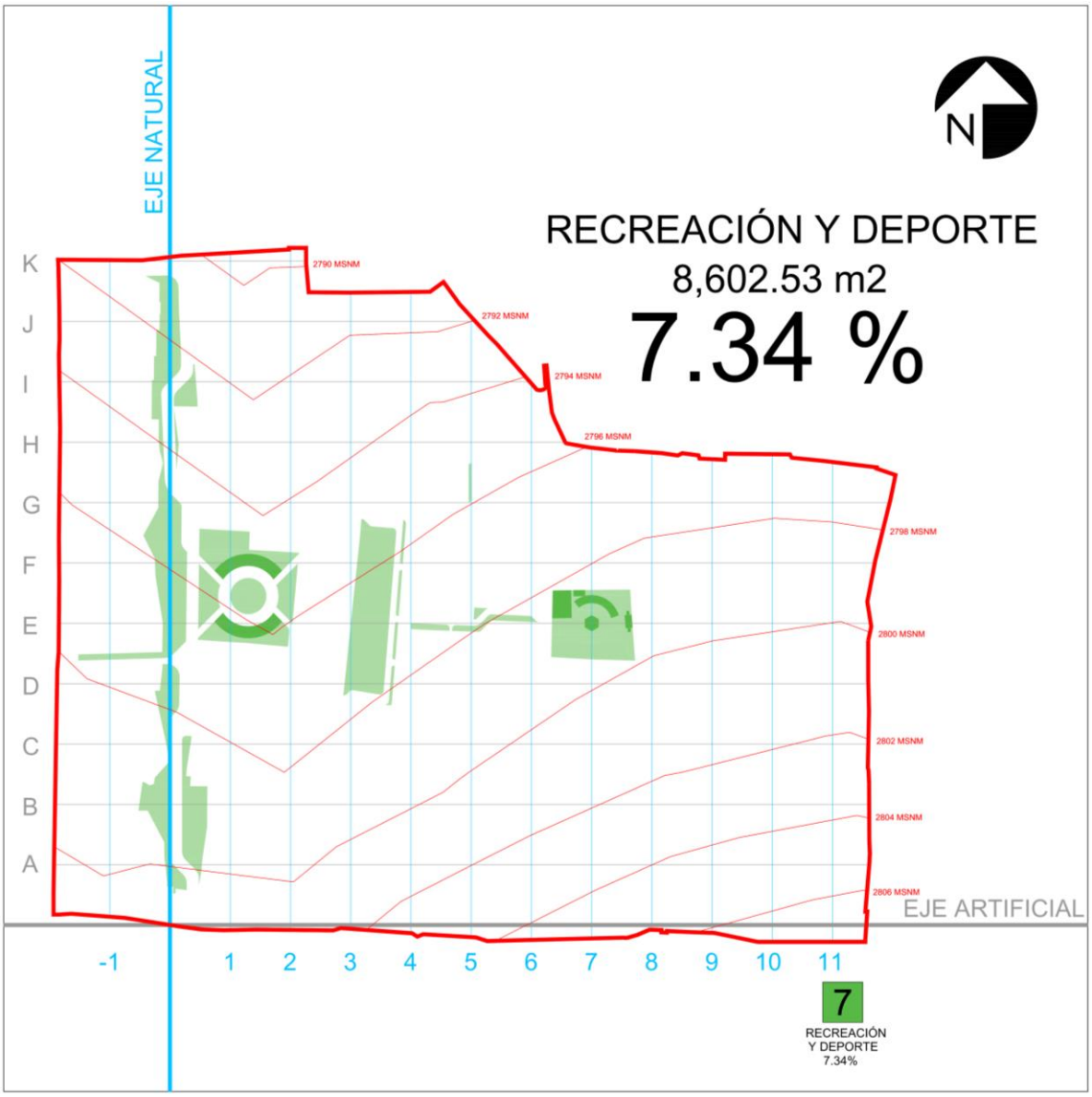


Imagen 131- Uso del Suelo "Recreación y Deporte". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El Uso del Suelo de Recreación y Deporte, aumentó en un 6.16% (7,224.90 m2), al pasar de tener un 1.18% (1,377.63 m2) a un 7.34% (8,602.53 m2) en el territorio, fomentando así espacios recreativos y deportivos, donde los habitantes puedan caminar, trotar o correr a un lado del río (Eje Norte-Sur) y a través del equipamiento existente (Eje Oriente-Poniente).

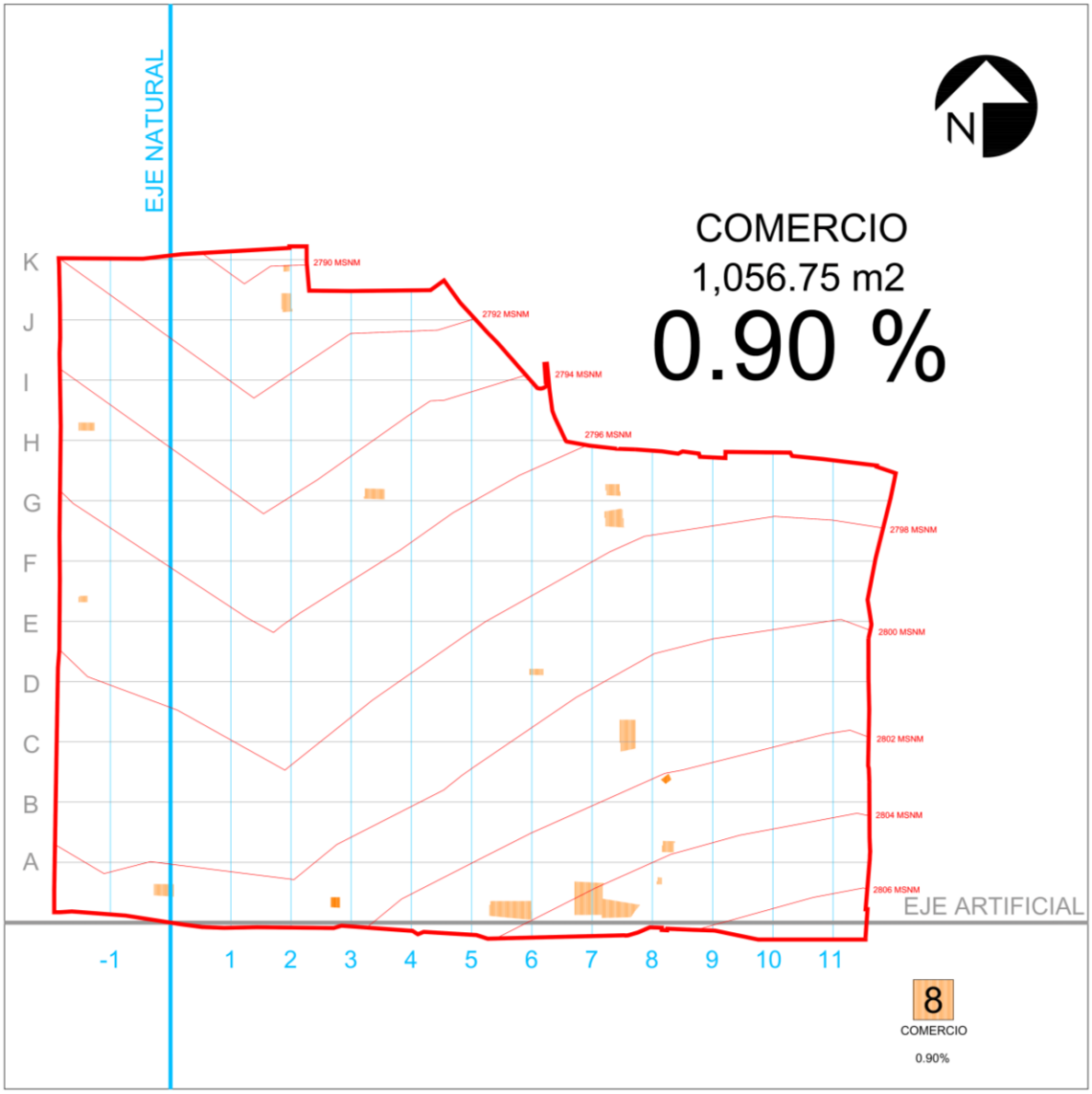


Imagen 132- Uso del Suelo "Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

La categoría de comercio conserva la misma área (1,056.75 m2), pero ahora se abre la posibilidad de expandir el sector, a través del sistema de andadores existentes y habilitados en esta propuesta de mejoramiento (ver imagen 126), para complementar el programa de actividades recreativas y culturales con actividades comerciales.

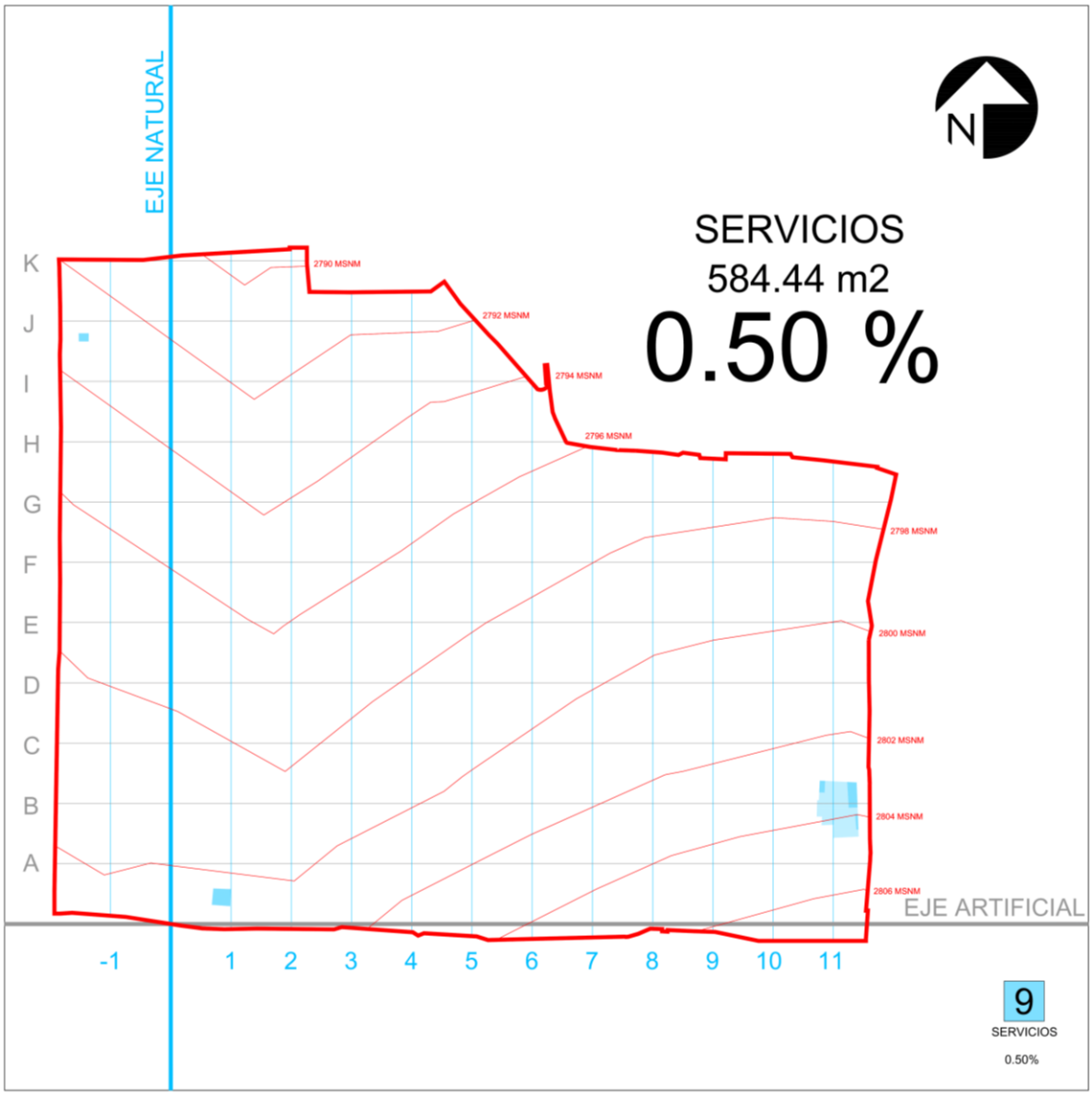


Imagen 133- Uso del Suelo "Servicios". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El sector de servicios mantiene la misma área de ocupación superficial (584.44 m2), pero como se ha indicado en el capítulo III, es necesario realizar un estudio específico de este sector, para corroborar que cumpla con las necesidades de la población. En caso de no ser así, el desarrollo de los proyectos queda abierto como una continuidad de esta propuesta.

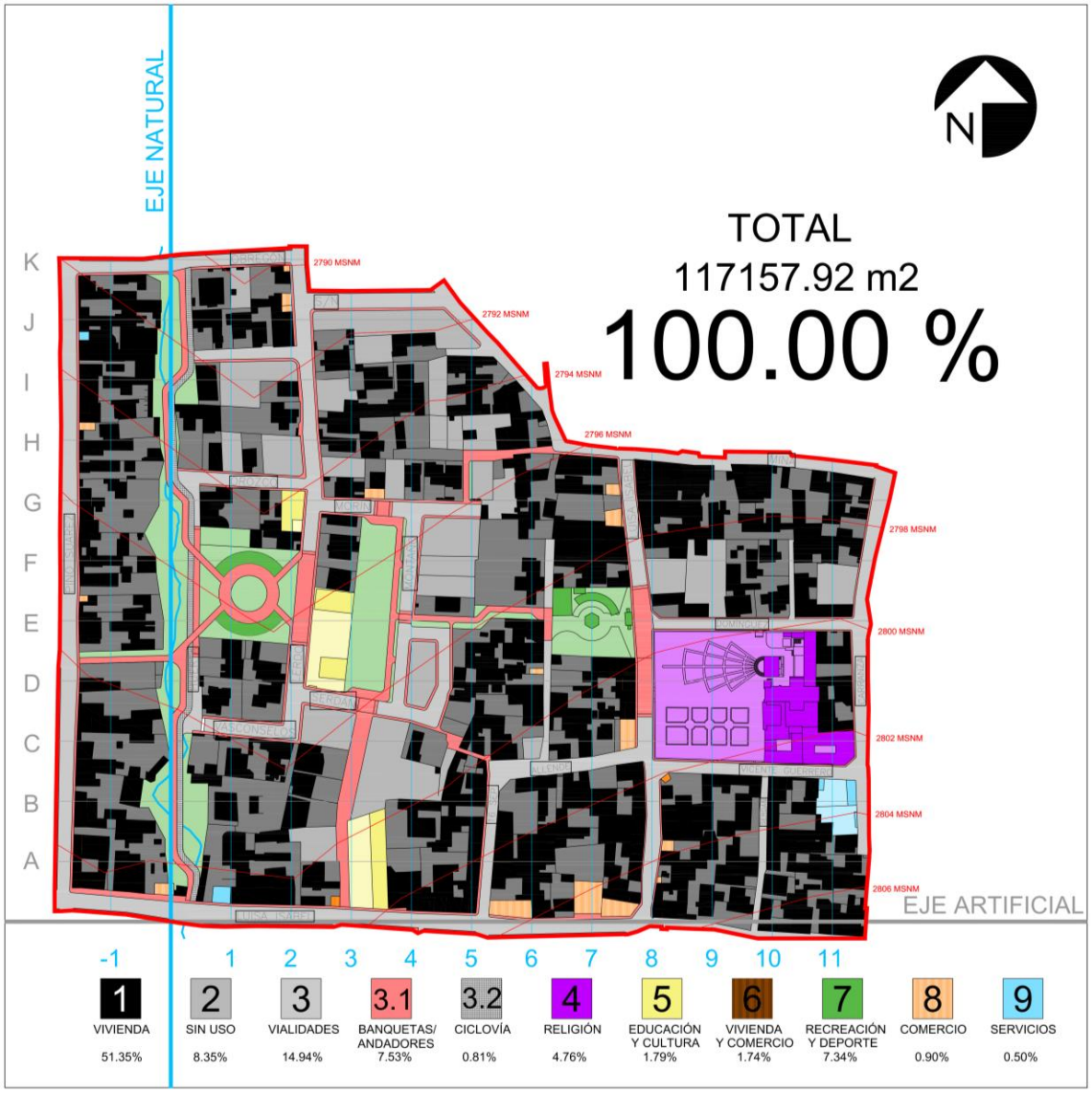


Imagen 134- Total de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El presente mapa, sintetiza los Usos del Suelo descritos previamente, con un total de 117,157.92 metros cuadrados analizados, donde se priorizan los espacios públicos, recreativos y culturales, para mejorar las condiciones de habitabilidad de la población, además de la creación de circuitos peatonales y de la incorporación de una ciclovía al territorio.

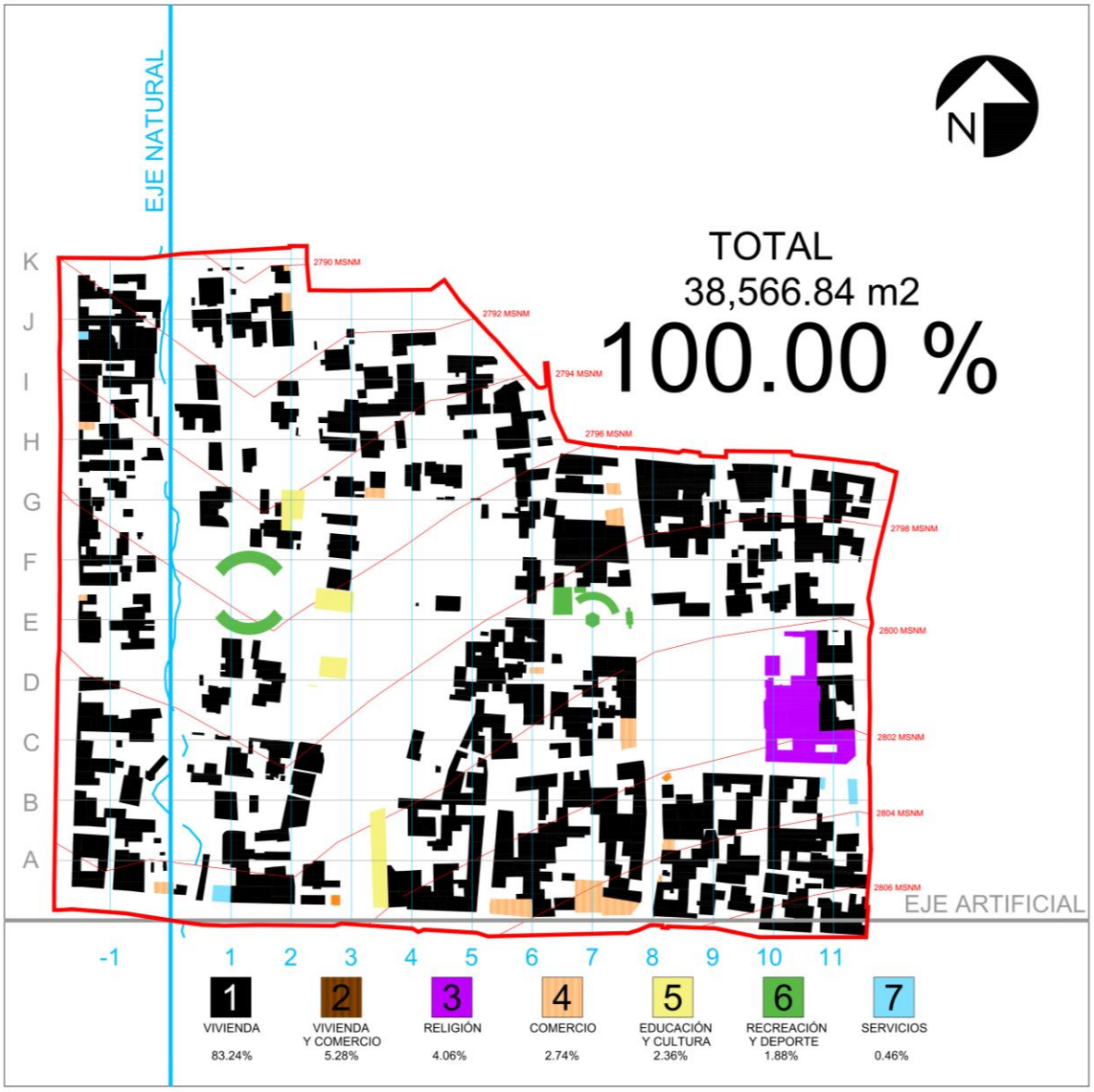
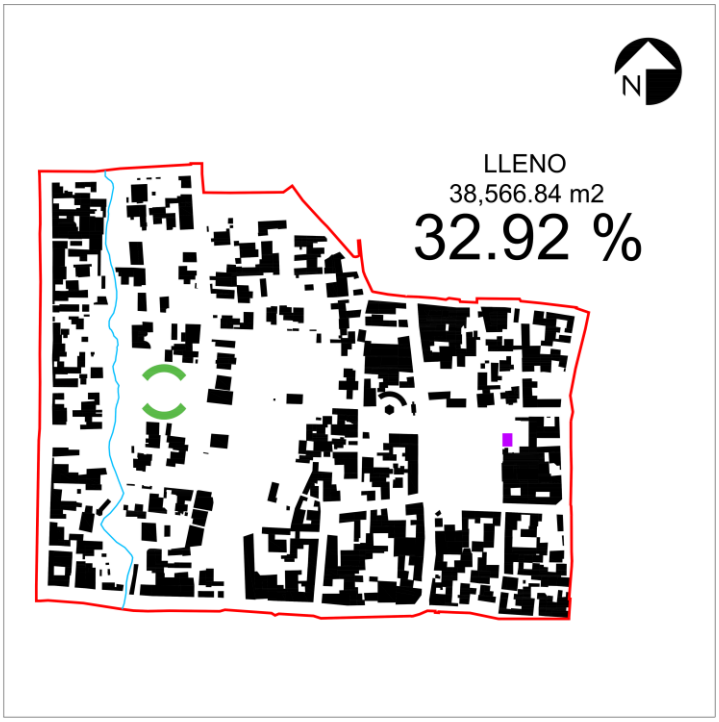


Imagen 135- Total Edificado en el Territorio. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a lo edificado, únicamente aumenta 486.64 metros cuadrados, destinados a la construcción de dos proyectos: 75.00 m2 a la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz (10-C) y 411.64 m2 al Centro Cultural (1-E). Con respecto a la cifra de edificación existente (38,224.43 m2), sólo aumentó 342.42 m2, debido a que los 144.23 m2 restantes, corresponden al área edificada que es necesario indemnizar en el territorio.

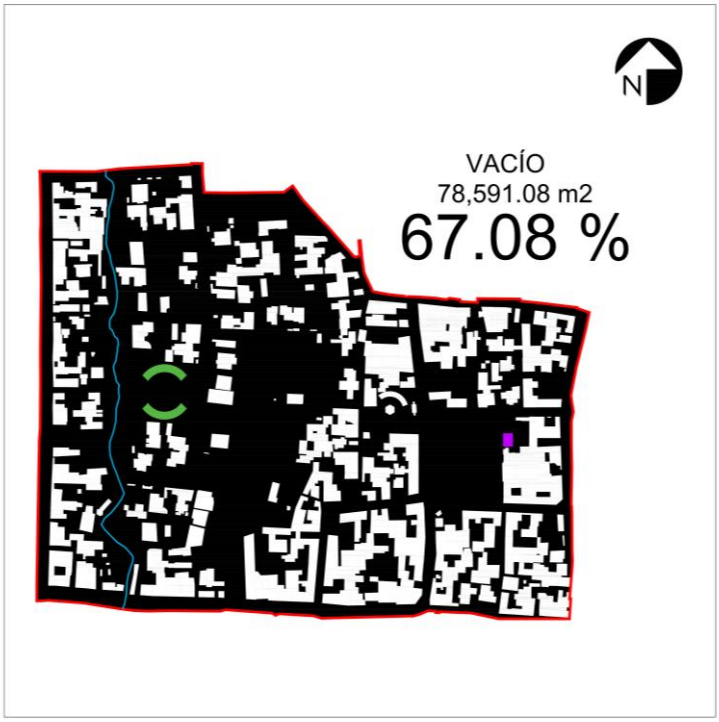
Imagen 136- Plano Nolli Propuesto. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Se observa la relación de los espacios llenos (edificados) y vacíos (no edificados) en el polígono de intervención, así como la traza urbana. En el estado actual, lo construido ocupa un 32.63% (38,224.43 m2) del territorio, mientras que en esta propuesta un 32.92% (ver imagen 137 con 38,566.84 m2), debido a que en su mayoría se proponen espacios abiertos recreativos.



Con respecto a lo edificado, únicamente aumenta en el área marcada de color verde con 411.64 m2 (para el Centro Cultural) y de color morado con 75.00 m2 (para la Capilla Abierta), dando un total de 486.64 m2.

Imagen 137- Actualización del espacio lleno en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.



En esta propuesta de mejora se aprovecharon 12,333.37 m2 (que antes no estaban destinados a ningún uso y ahora son para espacios públicos y recreativos). El espacio vacío sólo disminuyó sólo un 0.29% (342.41 m2), ya que la mayoría de los espacios propuestos son abiertos.

Imagen 138- Actualización del espacio vacío en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO

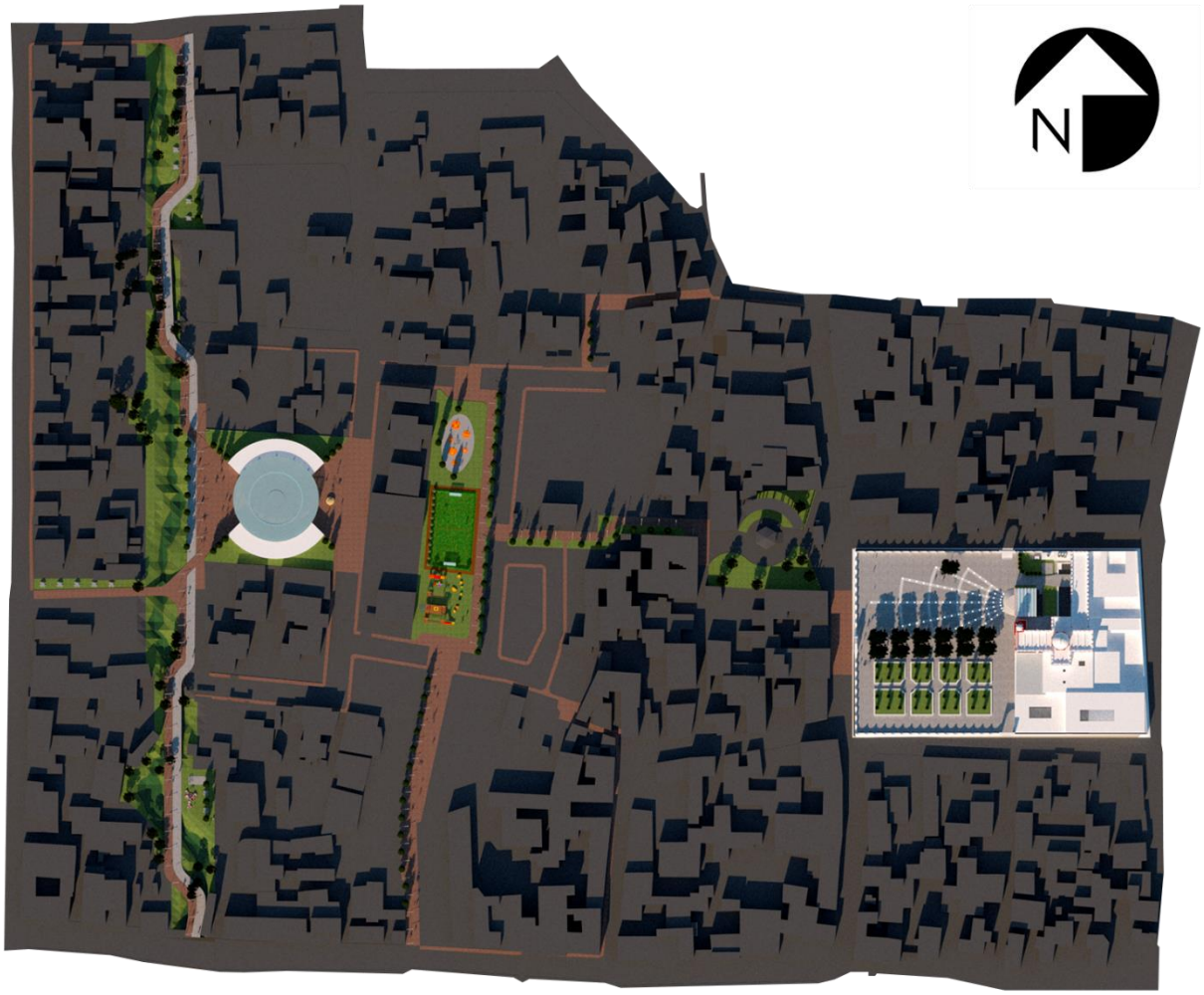


Imagen 139- Síntesis de Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

La imagen 139 muestra las principales áreas de intervención que se consideraron en este proyecto, revitalizando el río que fluye por la comunidad, conectando los sectores por medio de andadores, dotando a la población de espacios recreativos como el centro cultural y el área deportiva y solventando el deterioro del actual escenario en el Templo de Santa Elena de la Cruz, por medio del diseño de la Capilla Abierta.

ACCESO SUR DESDE VIALIDAD LUISA ISABEL 2° SECCIÓN

Imagen 140- Acceso Sur desde Vialidad Luisa Isabel Campos de Jiménez Cantú Segunda Sección. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO NORTE DESDE CALLE ÁLVARO OBREGÓN

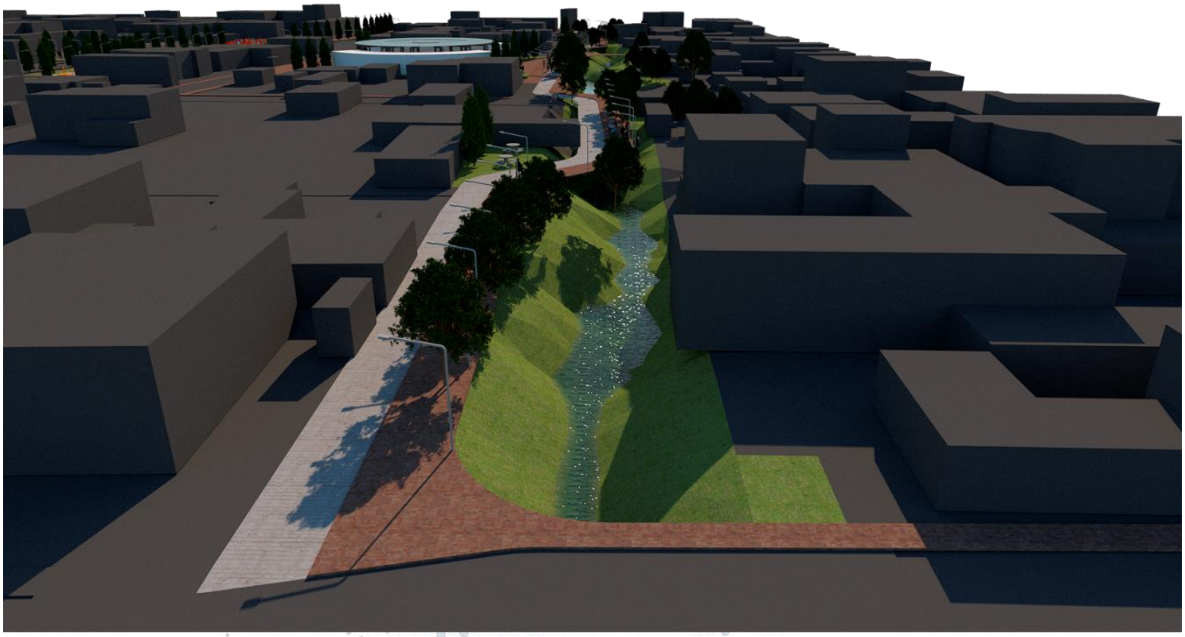


Imagen 141- Acceso Norte desde calle Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 142- Vista de Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 143- Vista de Andador hacia Acceso Poniente de Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

VISTA AÉREA DE RÍO, ANDADOR Y CICLOVÍA

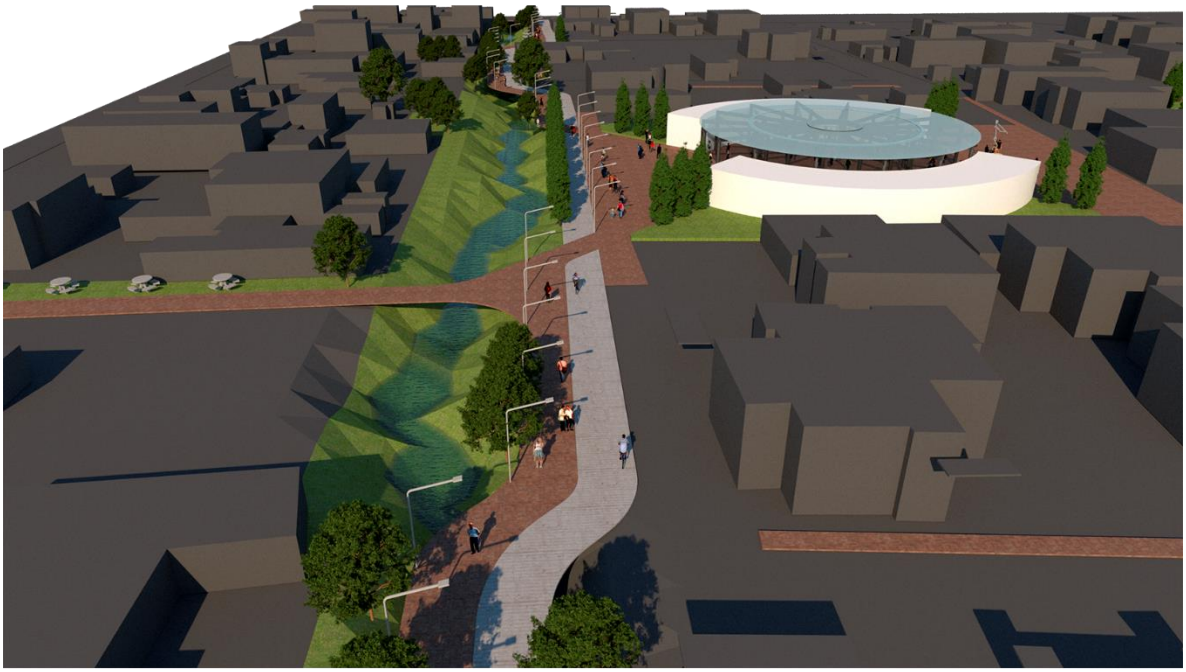


Imagen 144- Vista Aérea de Río, Andador y Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

VISTA DE ÁREA DEPORTIVA-RECREATIVA

Imagen 145- Vista de Área Deportiva-Recreativa. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 146- Detalle de Andador. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

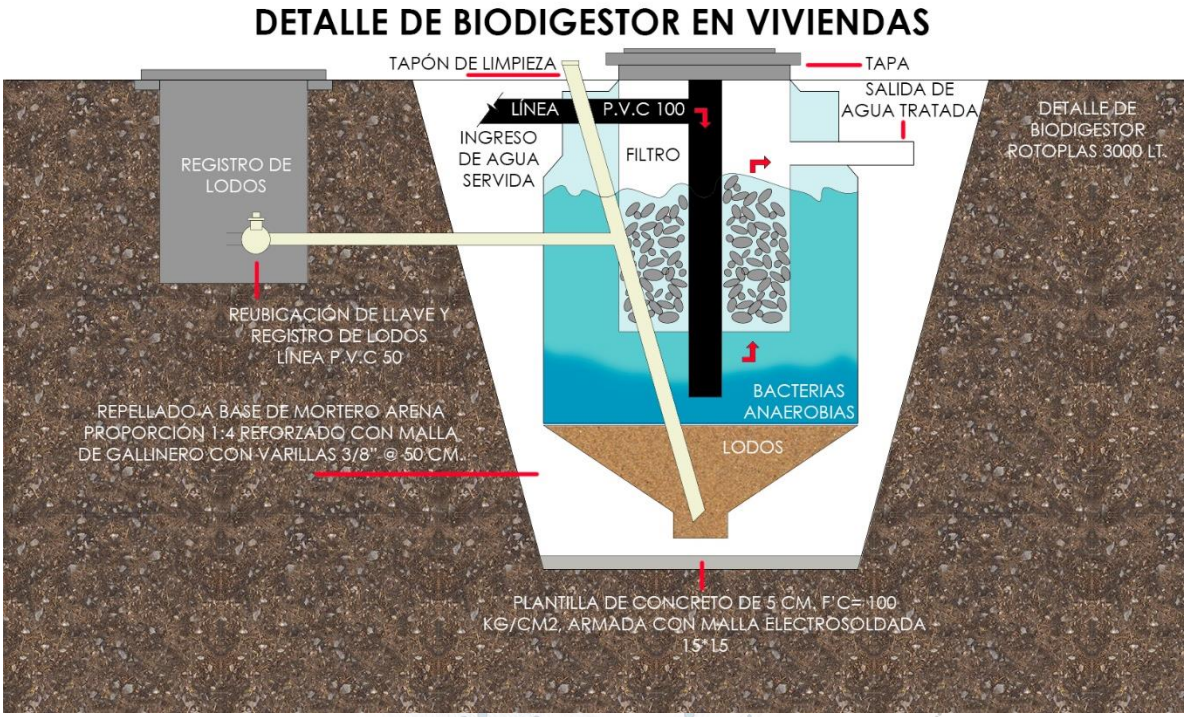


Imagen 147- Detalle de Biodigestor en Viviendas. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO ORIENTE A CENTRO CULTURAL

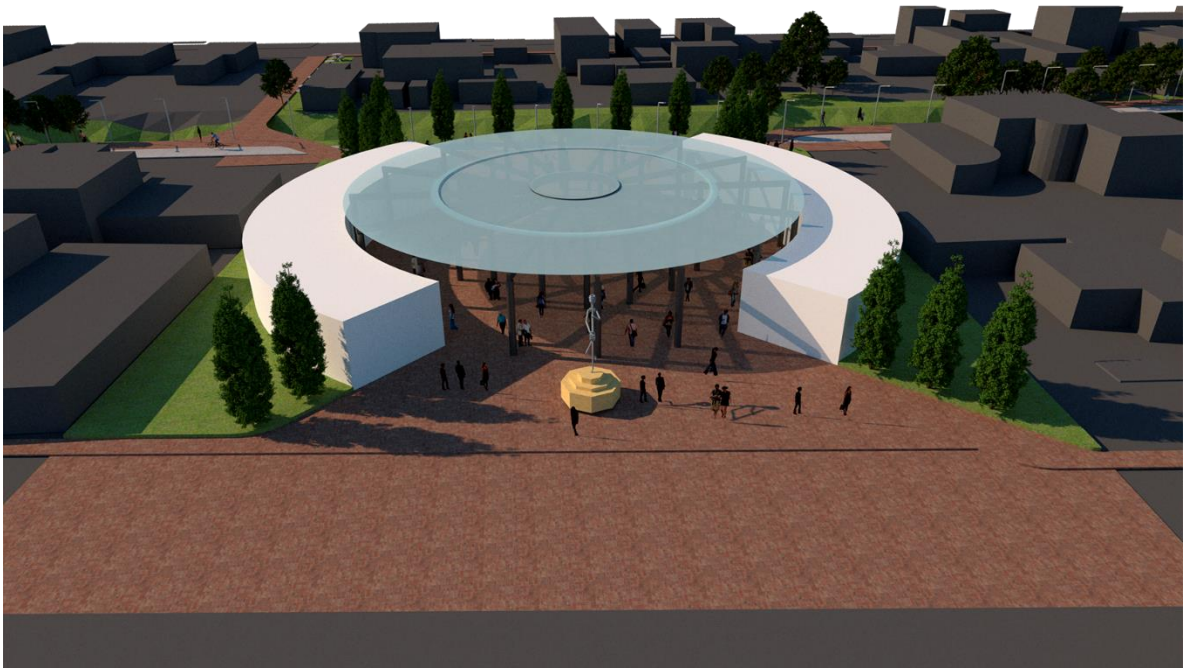


Imagen 148- Vista de Acceso Oriente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO PONIENTE A CENTRO CULTURAL

Imagen 149- Vista de Acceso Poniente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

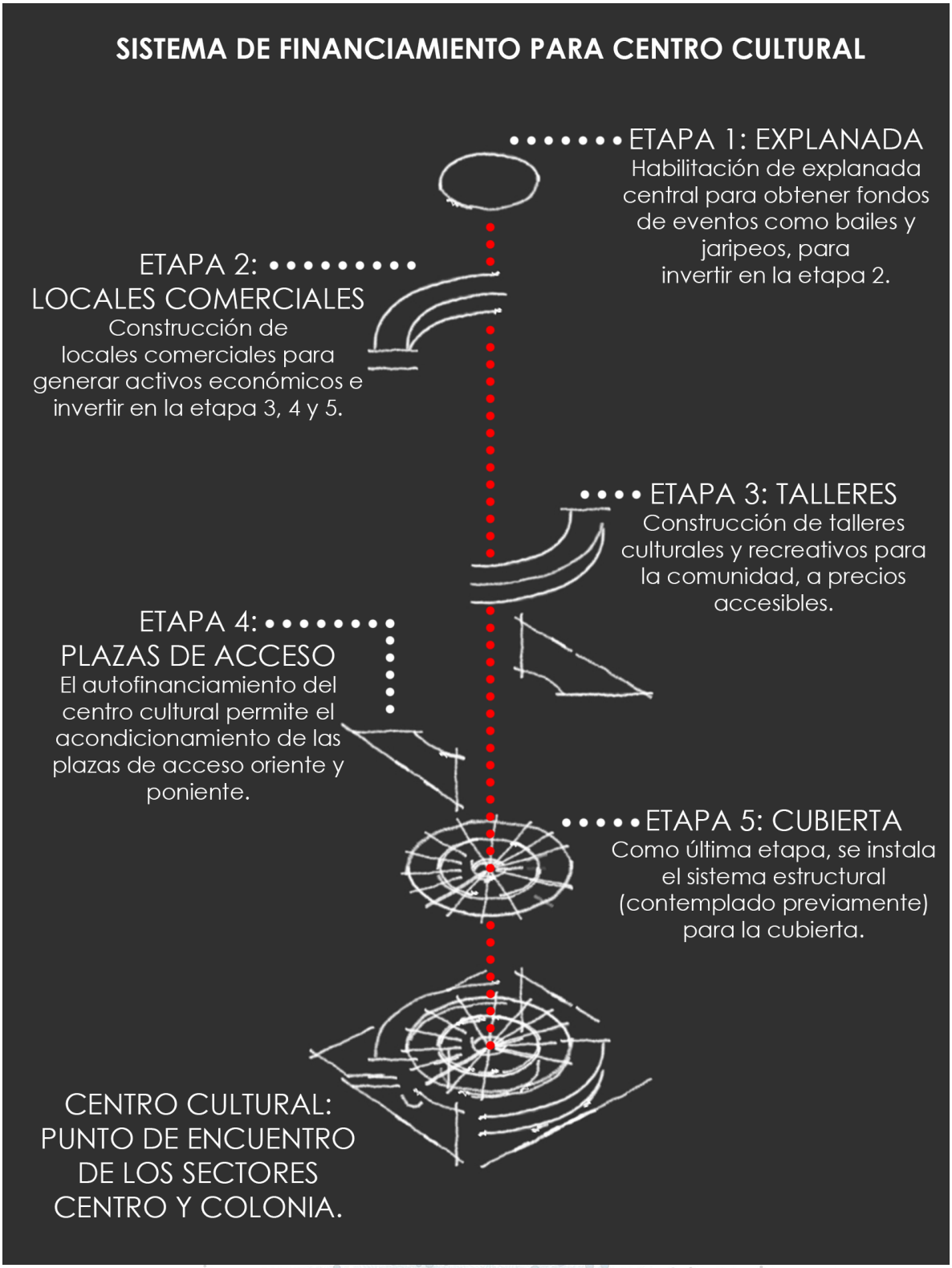


Imagen 150- Sistema de Financiamiento para Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

PROYECTO CAPILLA ABIERTA:

Una vez establecida la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, en este apartado se desarrolla uno de los puntos de intervención descritos previamente: la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz (sus antecedentes, el análisis del estado actual y la propuesta arquitectónica, estructural y de instalaciones de la Capilla).

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de conectar la propuesta de mejoramiento con las costumbres y tradiciones de la comunidad. Durante la investigación, se detectó que la plataforma (a manera de Capilla Abierta) ubicada al Norte del Templo, se encuentra deteriorada, por lo que se retomó esta necesidad como origen del proyecto.

En la imagen 151, se puede observar parte del deterioro que presenta el escenario (en el escalón número 3 y 4), así como el uso que se le da al espacio en la fiesta patronal de agosto, cuando las personas se acercan a venerar la imagen de Santa Elena de la Cruz.

En esta caracterización del espacio, cabe destacar elementos como: la lona de plástico amarilla con franjas verdes, el telón rojo con blanco en el fondo del escenario, los signos expuestos, el mobiliario, los arreglos florales y la alfombra en los escalones, donde cada uno tiene un papel importante y es necesario integrar en la Capilla Abierta.

El Templo de Santa Elena de la Cruz, es el mayor punto de encuentro de la localidad, por la afluencia de personas que recibe los fines de semana y en las fiestas patronales de la comunidad, por este motivo su incorporación en esta propuesta de mejoramiento es un punto clave.

Imagen 151- Festividades de agosto en el escenario del Templo de Santa Elena de la Cruz.
Fuente: Archivo personal, tomada el 19 de agosto de 2019.

Como parte de los antecedentes del Templo de Santa Elena de la Cruz, en la imagen 152 se aprecia la vista exterior del templo a mediados del siglo XVIII. Posteriormente, se llevaron a cabo trabajos de reconstrucción y ampliación del Templo, los cuales iniciaron formalmente el 7 de enero de 1930 y se finalizaron el 25 de febrero de 1935.[77]

Imagen 152- Exterior del Templo a mediados del siglo XVIII. Fuente: Palma, A. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.164.

Se observa la volumetría general del templo, así como los 3 elementos principales que estructuran la fachada: la torre del campanario (al norte), el acceso al templo (orientado al poniente) y el volumen contiguo (al sur). Estos elementos se han conservado con el paso del tiempo, confiriendo de una edificación con alto valor patrimonial a la comunidad de Santa Cruz.

[77] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 165 y 168.

El conjunto arquitectónico se ha edificado en 5 etapas: la nave principal (data de inicios del siglo XVIII), la sacristía (tercera década del siglo XX), la casa cural (mediados del siglo XX), la ampliación norte (finales del siglo XX) y la casa de evangelización (inicios del siglo XXI), por lo que esta intervención arquitectónica sería la sexta etapa en el conjunto (ver imagen 153).

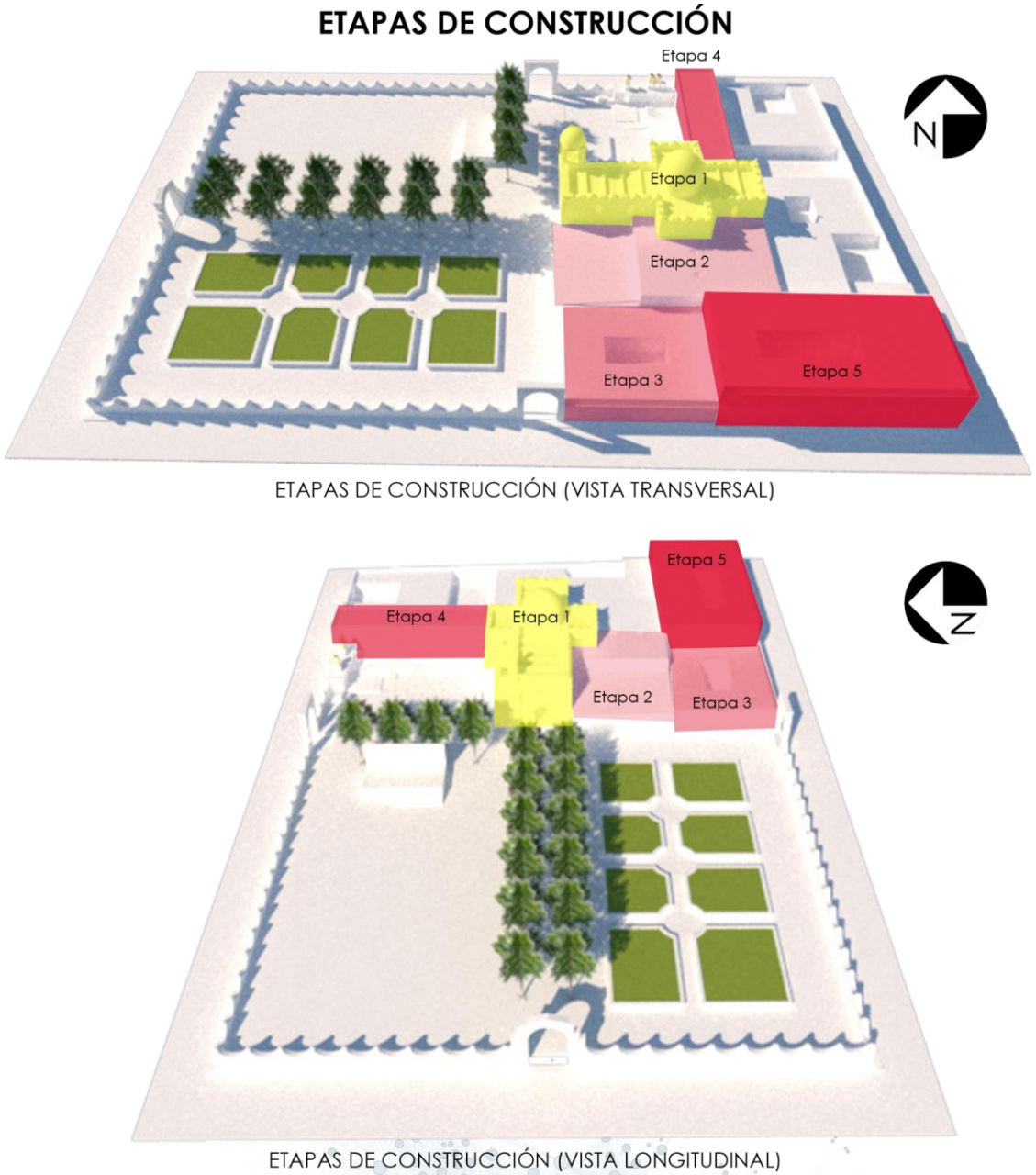
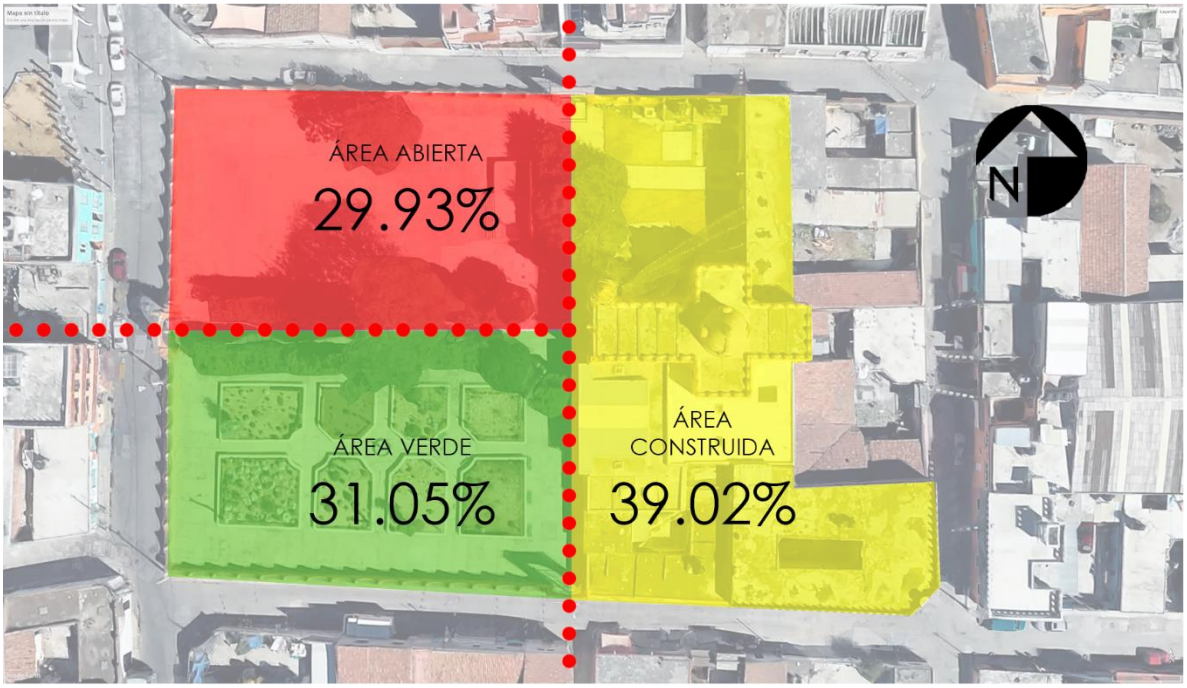


Imagen 153- Etapas de Construcción del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

SECTORES DEL CONJUNTO



ÁREA CONSTRUIDA= 2,177.71 m2
ÁREA VERDE= 1,733.12 m2
ÁREA ABIERTA= 1,670.79 m2
ÁREA TOTAL= 5,581.62 m2

De estos 3 sectores, el que corresponde al área construida es el que ocupa en mayor proporción la superficie del predio.

ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO EN CEREMONIA LITÚRGICA

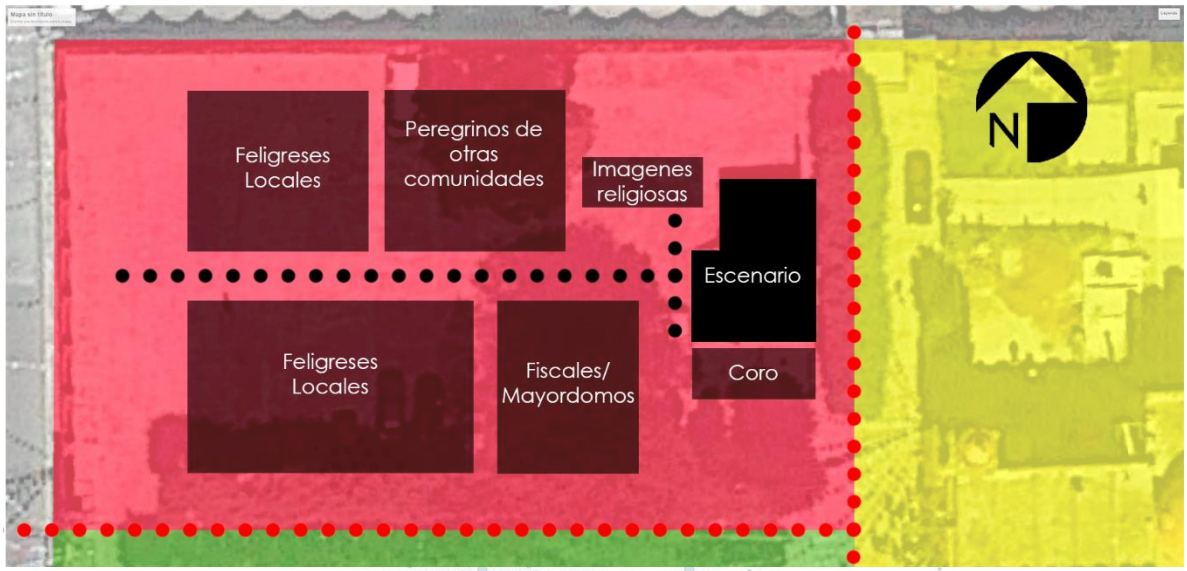


Imagen 154- Sectores del Conjunto Religioso y Organización del Espacio en Ceremonia Litúrgica. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

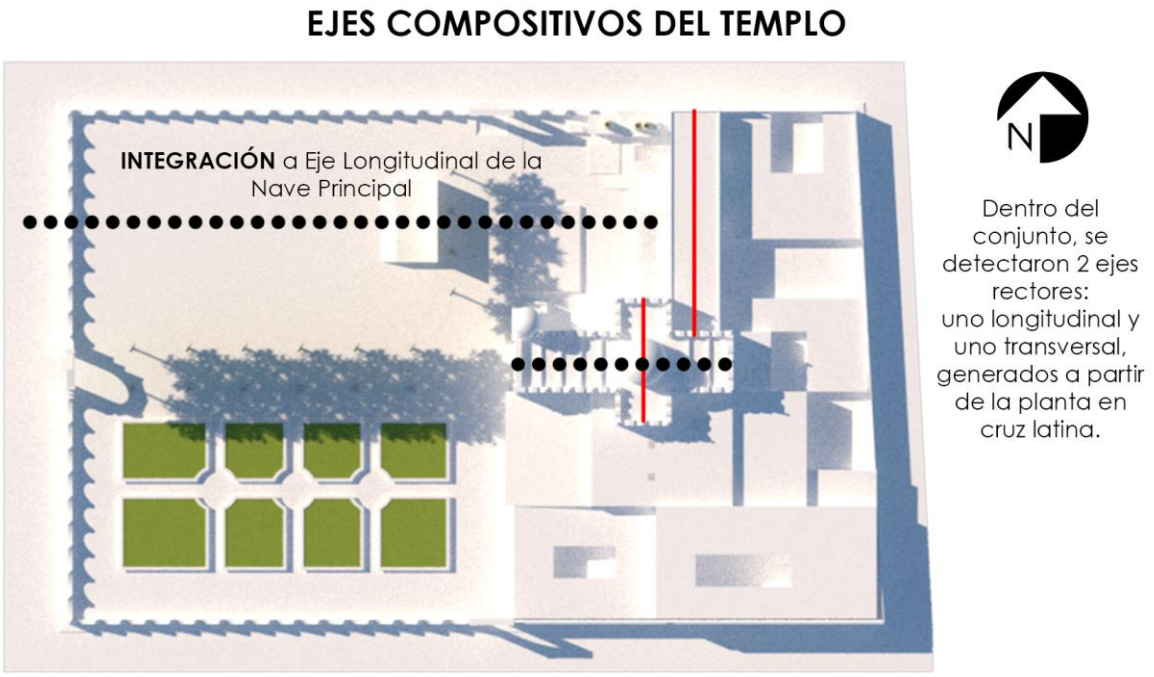


Imagen 155- Ejes compositivos del Templo Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

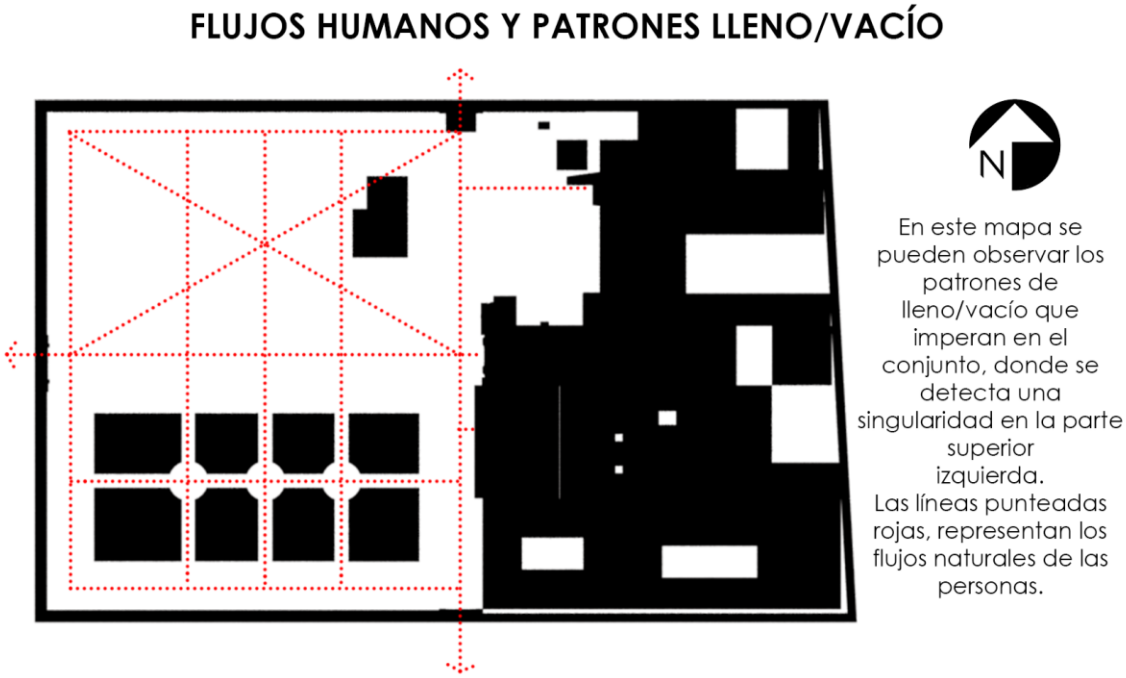


Imagen 156- Flujos humanos y patrones lleno/vacío. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

DENSIDAD ESPACIO-TEMPORAL
"Mismo espacio, diferente tiempo"

Imagen 157- Analogías de la Densidad Espacio-Temporal. Moscú: https://ru-travel.livejournal.com/17160697.html
Tlatelolco: https://homesecurity.press/quotes/mexico-city-earthquake-1985-before.html
Santa Cruz Cuahutenco: Google Maps, octubre de 2018

El presente gráfico ayuda a explicar el concepto de densidad espacio-temporal en este proyecto, ya que como sucede en cada uno de los casos de estudio, el mismo espacio se ocupa de diversas maneras, por lo que adquiere la cualidad de flexibilidad. Bajo esta misma noción, es como se concibe la Capilla Abierta para Santa Cruz Cuahutenco, como un espacio que permita la flexibilidad de usos (no solo litúrgicos, sino también culturales), para la construcción de microhistorias en la población.

EJEMPLOS ANÁLOGOS DE CAPILLA ABIERTA

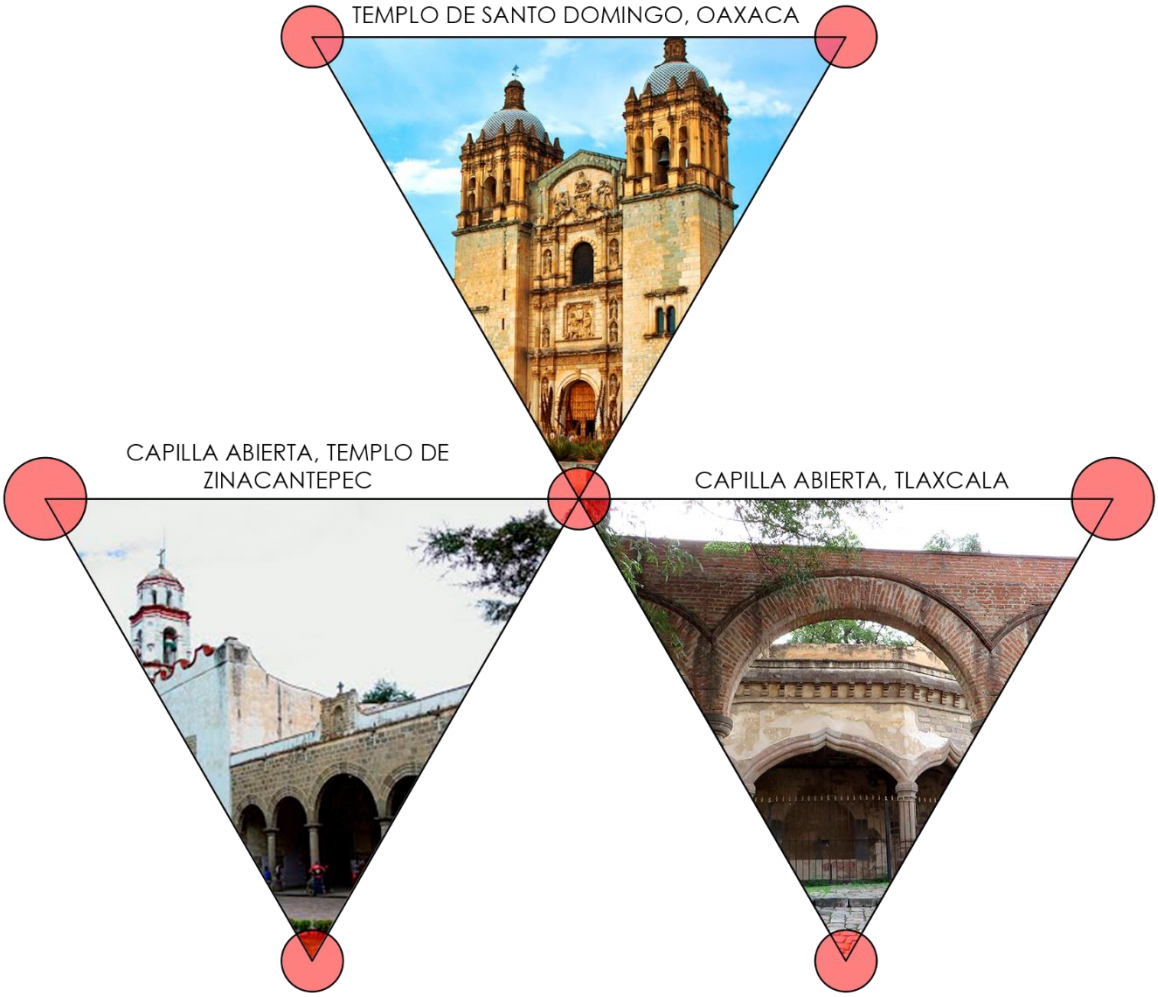


Imagen 158- Referentes históricos de Capilla Abierta. Fuente de imágenes base: Zinacantepec: https://www.turimexico.com/convento-de-san-miguel-zinacantepec/
Oaxaca: https://www.viveoaxaca.org/2010/11/templo-de-santo-domingo-de-guzman_29.html
Tlaxcala: http://zacatelcoradio.com/wp/tlaxcalleando-experiencia-sensitiva-vivela-este-viernes-17-de-marzo/

En cada uno de estos proyectos, la Capilla Abierta se caracteriza por una seriación longitudinal de arcos, por lo que estos elementos serán retomados en el diseño de la Capilla Abierta en Santa Cruz Cuahutenco. Es importante destacar la función primigenia de la Capilla abierta, como medio de evangelización de los indígenas después de la conquista, para reflexionarlo en la tercera década de siglo XXI y ajustarlo a las nuevas necesidades de la población, como lo es la conexión espiritual.

Aún después de más de 250 años, la fachada del templo conserva los mismos 3 elementos, como se muestra en la imagen 159, por lo que, en el proceso de diseño de la Capilla Abierta, estos volúmenes determinan los ejes compositivos del proyecto, en cuanto a la forma, la alineación y la altura de la Capilla.

Imagen 159- Estado actual del templo de Santa Elena. Fuente: Archivo personal, 3 de septiembre de 2019.

En la siguiente página, se explica gráficamente el desarrollo del proceso de diseño que se llevó acabo, iniciando con un esquema del estado actual del templo, para posteriormente determinar los ejes del conjunto que condicionan la nueva propuesta Arquitectónica (como la altura delimitada por la cornisa superior de la torre del campanario).

Así como el sacerdote lleva a cabo el rito de fraccionar el pan en la celebración litúrgica, es este proyecto ese mismo símbolo es trasladado a la Arquitectura a través de una seriación de planos, que representan la fracción de la forma. A cada plano se le extrae media circunferencia, para desplegarse 90° y convertirse en los escalones de la Capilla Abierta, que conducen la transición del ser humano para llegar con Dios.

La sencillez volumétrica permite una integración natural al conjunto Arquitectónico, como se observa en el primer esquema de la siguiente página, donde se integra visualmente la cúpula del crucero del templo al centro de la Capilla Abierta, haciendo que el volumen posterior sea una parte destacable de la nueva edificación.

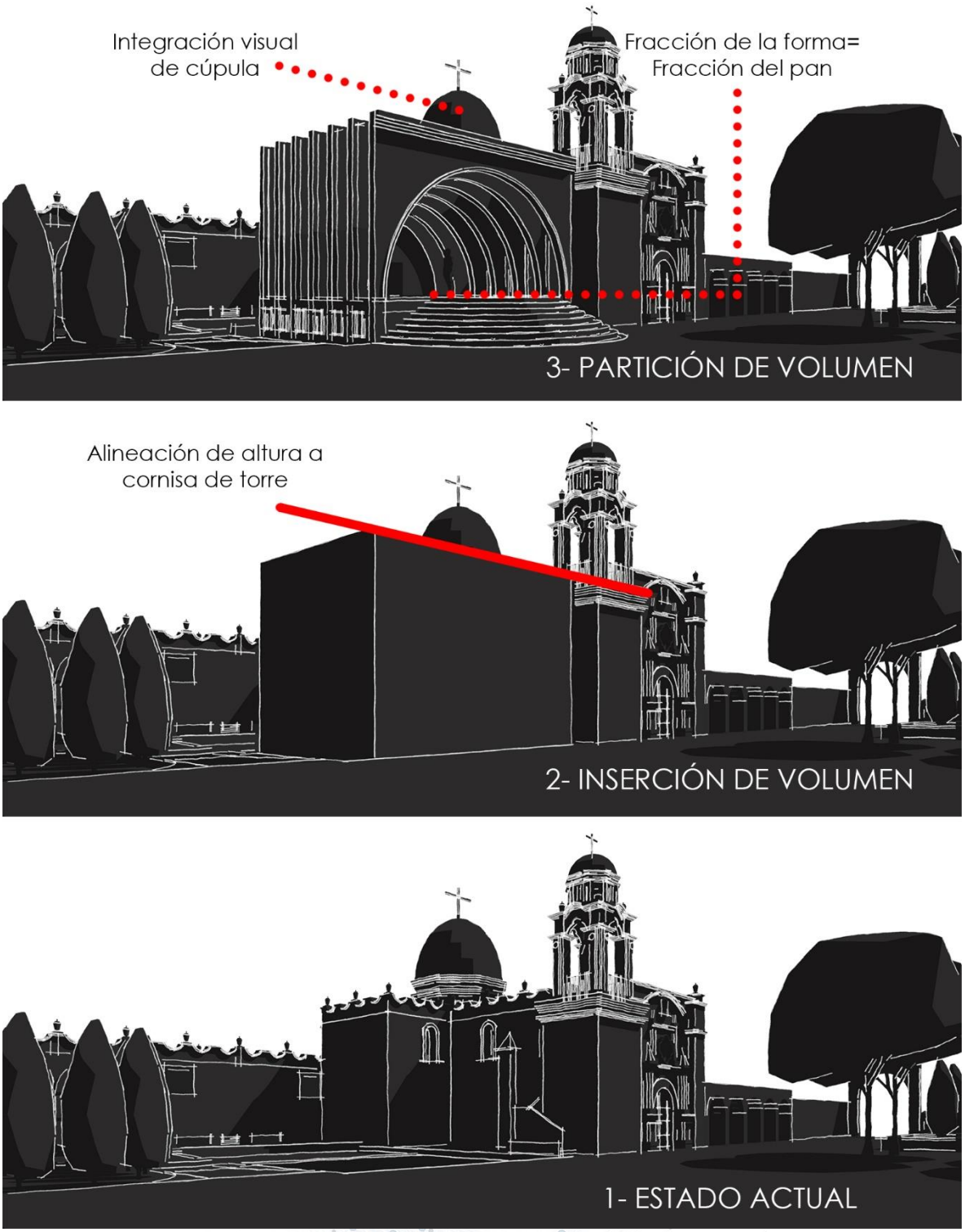


Imagen 160- Proceso de Diseño de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

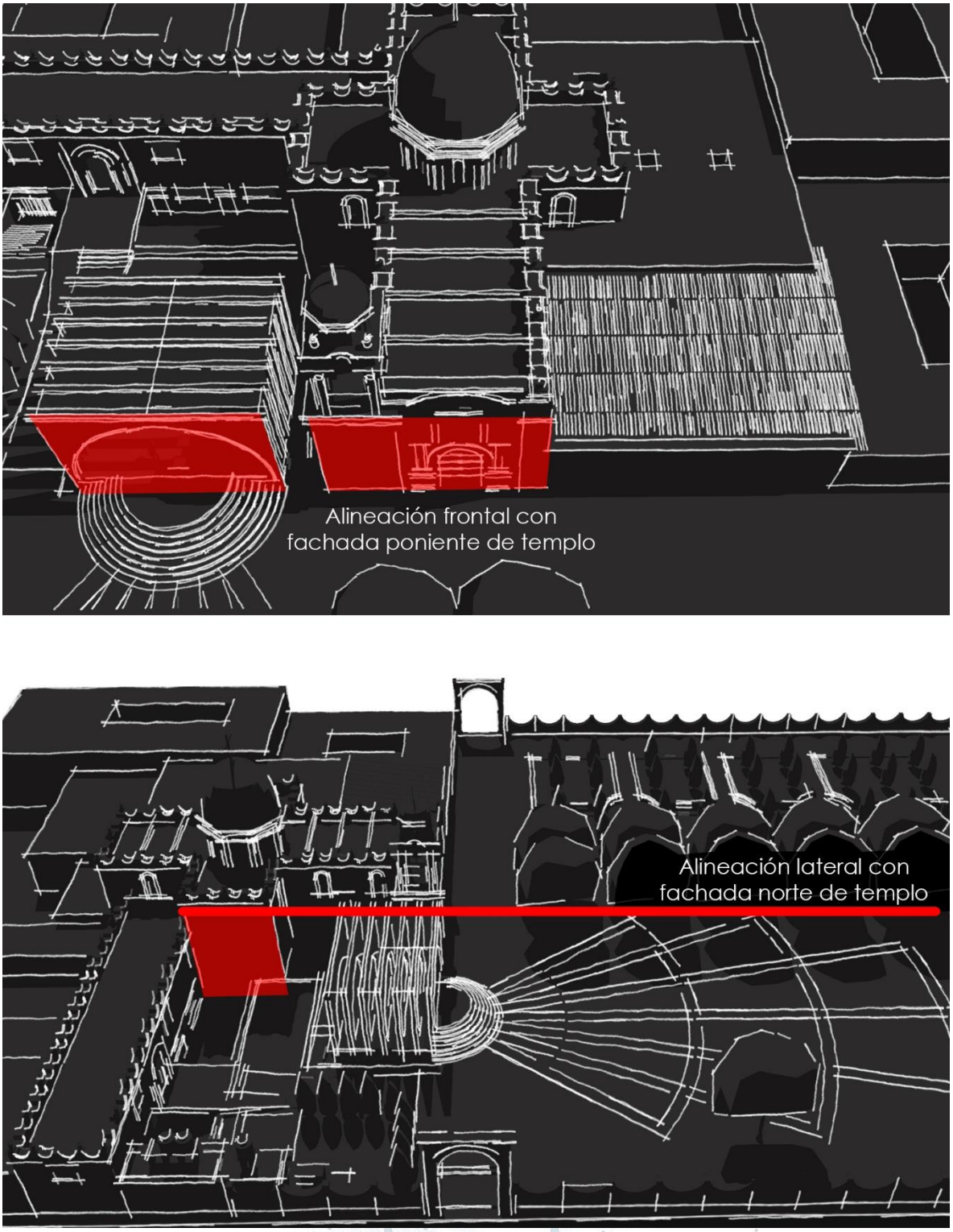


Imagen 161- Alineación frontal y lateral a Templo existente. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

La fracción de la forma en 7 partes hace referencia al simbolismo que tiene el número 7 en el ámbito religioso, como símbolo de *perfección y plenitud*. Bajo este mismo significado, es como se emplean formas puras, como en el caso del círculo, el cual alude a la pureza de la hostia.

Al fraccionar el volumen en 7 planos, se generan 6 vanos de cada lado, en los cuales serán colocados 12 vitrales de los 12 apóstoles de Jesús de Nazaret. El vitral de Jesús será colocado al centro de la Capilla Abierta, como signo de haber finalizado la transición de los 7 planos.

La mitad superior del vitral de Jesús está destinada a iluminar el escenario de la Capilla Abierta y la mitad inferior, tiene la función de iluminar las criptas que se encuentran debajo (las cuales se implementaron ante una necesidad espacial en el panteón de la comunidad).

En cuanto a un aporte tecnológico, se propone que la iluminación nocturna de la Capilla esté regulada lumínicamente según la época litúrgica del año, por lo que por temporadas estará iluminada de color blanco, rojo, verde o morado, conforme la celebración respectiva.

Como una segunda etapa de construcción del proyecto, se plantea un cambio del tratamiento de piso del atrio, en forma radial al centro de la Capilla, que por las noches esté iluminado. Cuando los feligreses realicen humildemente el acto de arrodillarse en la consagración del pan, estarán en contacto con este nuevo tratamiento de piso en forma de resplandor, como símbolo de la conexión con Dios, con la naturaleza, con todo.

Como una tercera etapa de construcción, se propone la intervención en los arcos de la actual sacristía, para homogenizarlos con la cantera propuesta en el primer muro de la Capilla y la existente de la fachada del templo, para crear una continuidad en el entorno.

Imagen 162- Lámina Conceptual de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 163- Vista Poniente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 164- Vista Oriente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 165- Vista hacia Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 166- Vista desde Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL CAPILLA ABIERTA:

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN TRABE DE 10 M (MOMENTO NEGATIVO)

h=d+r	45	cm	M=WL2/12	Negativo	Apoyos	1613918
b=	25	cm	M=WL2/24	Positivo	Centro	806959
d=	42	cm				
f'c=	250	kg/cm2				
fy=	4200	kg/cm2				
fr=	0.9	Flexión				
mr=	1613918	kg.cm	(Ver diagrama de Flexión Momento Negativo)			
f*c=	0.8	f'c=	200 kg/cm2			
f''c=	0.85	f*c=	170 kg/cm2			
Av=	0.71	cm2				
Fy=	4200	kg/cm2				

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,d f_c''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_c''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R F y^2}}$$

13718303000

As=	42.50	-	1806.25	-	864.09	15876000

As=	42.50	-	RAÍZ	942.16

As=	42.50	-	30.69

As=	11.805	cm

ARMADO

	No. De Varilla	Varilla #6	As	% Acero
A. Sup. (M. Negativo)	4.00	2.87	11.48	0.0112
A. Inf. (M. Positivo)	2.00	2.87	5.74	0.0112

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_c'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	25	42
			4200			

Asmin=	0.7		15.81	1050
		4200		

Asmin=	2.77	cm	Pmin=	0.0026	1.19	cm

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right) bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	25	42
		4200	10200		

Asmáx=	0.75	0.04	0.47

Asmáx=	15.00	cm

DIAGRAMA DE FLEXIÓN CALCULADO EN SAP 2000 CON TRABE DE 0.25 X 0.45 M.

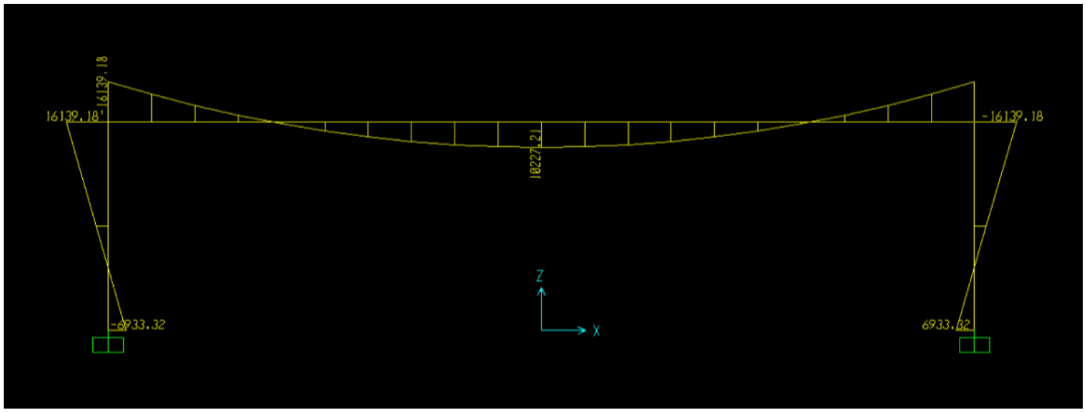


DIAGRAMA DE CORTANTE CALCULADO EN SAP 2000 CON TRABE DE 0.25 X 0.45 M.

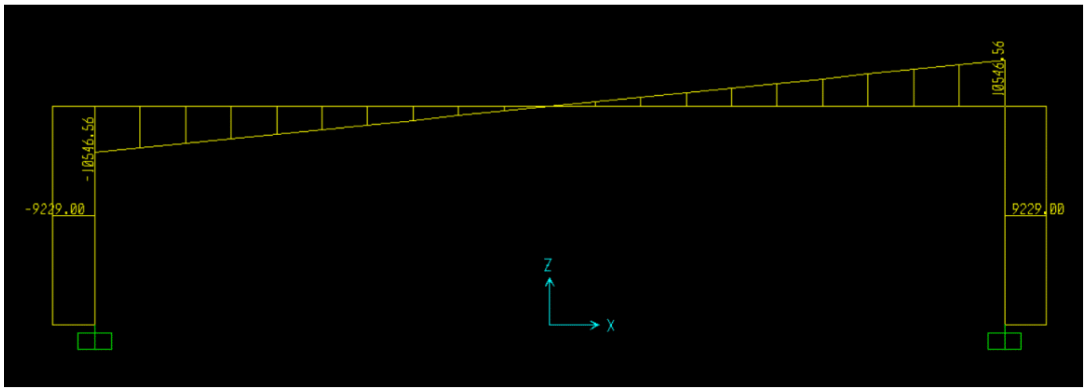
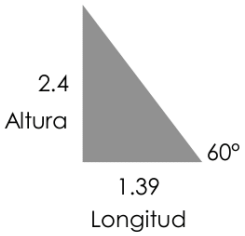


DIAGRAMA DE FLEXIÓN EN MURO DE CONTENCIÓN



Área=	1.668	m2
Volúmen=	1.668	m3
Peso=	2.8356	Ton
Palanca=	0.8	m
Peso Total=	2.26848	Ton.m

ANÁLISIS POR METRO LINEAL DE CARGAS EN LOSA DE ENTREPISO

Peso propio de trabe	0.25 x 0.45 x 2400 =	270	kg/ml	
Losa	1.20 x 1.0 x 0.10 x 2400 =	288	kg/ml	
RDF	1.20 x 1.0 x 20 x 2 =	48	kg/ml	
Firme	1.20 x 1.0 x 0.03 x 1800 =	64.8	kg/ml	
Aplanado	1.20 x 1.0 x 0.02 x 1800 =	43.2	kg/ml	
Loseta	1.20 x 1.0 x 15 =	18	kg/ml	
Pega piso	1.20 x 1.0 x 15 =	18	kg/ml	
	Subtotal	750	kg/ml	CM
	Total	1125	kg/ml	Factor 1.5

350 x 1.20 =	420	kg/ml	CV
Total	714	kg/ml	Factor 1.7

1839	kg/ml	CM + CV

PESO TOTAL DE ENTREPISO

Peso propio de trabe	0.25x0.35x10x7x2400 =	14700	kg	
Losa	7.5 x 10 x 0.10 x 2400 =	18000	kg	
RDF	7.5 x 10 x 20 x 2 =	3000	kg	
Firme	7.5 x 10 x 0.03 x 1800 =	4050	kg	
Aplanado	7.5 x 10 x 0.02 x 1800 =	2700	kg	
Loseta	7.5 x 10 x 15 =	1125	kg	
Pega piso	7.5 x 10 x 15 =	1125	kg	
	Subtotal	44700	kg	CM
	Total	67050	kg	Factor 1.5

350 x 75 =	26250	kg	CV
Total	44625	kg	Factor 1.7

111675	kg	CM + CV

1489	kg/m2

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN TRABE DE 10 M (MOMENTO POSITIVO)

h=d+r	45	cm	
b=	25	cm	
d=	42	cm	
f'c=	250	kg/cm2	
fy=	4200	kg/cm2	
fr=	0.9		
mr=	1022721	kg.cm	(Ver diagrama de Flexión Momento Positivo)
f*c=	0.8	f'c=	200 kg/cm2
f"c=	0.85	f*c=	170 kg/cm2

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,df_C''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_C''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R Fy^2}}$$

8693128500

As=	42.50	-	1806.25	-	547.56	15876000
As=	42.50	-	RAÍZ	1258.69		
As=	42.50	-	35.48			
As=	7.022	cm				

ARMADO				
	No. De Varilla	Varilla # 5, 6	As	% Acero
Longitudinal	2	2.87	5.74	0.0067
Longitudinal	1	1.99	1.99	0.0007
			7.73	

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_C'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	25	42
			4200			
Asmin=	0.7			15.81	1050	
			4200			
Asmin=	2.77	cm				

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right)bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	25	42
		4200	10200		
Asmáx=	0.75	0.04	0.47		
Asmáx=	15.00	cm			

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN MURO DE CONTENCIÓN 1.00 X 2.40 M

h=d+r	20	cm
b=	100	cm
d=	15	cm
f'c=	250	kg/cm2
fy=	4200	kg/cm2
fr=	0.9	
mr=	226848	kg.cm
f*c=	0.8	f'c=
f''c=	0.85	f*c=

(Ver diagrama de Flexión en Muro de Contención)
200 kg/cm2
170 kg/cm2

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,d f_C''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_C''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R Fy^2}}$$

7712832000

As=	60.71	-	3686.22	-	485.82	15876000

As=	60.71	-	RAÍZ	3200.41

As=	60.71	-	56.57

As=	4.142	cm

ARMADO

	Separación	# Varillas	Varilla #4	As	% Acero
Vertical	25.00	4.00	1.27	5.08	0.0028
Horizontal	25.00	4.00	1.27	5.08	0.0028

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_C'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	100	15
			4200			

Asmin=	0.7			15.81	1500
			4200		

Asmin=	3.95	cm

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right) bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	100	15
		4200	10200		

Asmáx=	0.75	0.04	0.47

Asmáx=	21.43	cm

REVISIÓN POR CORTANTE EN TRABE PRINCIPAL

Vu=	9195	kg (Cortante actuante)

Condición para la separación de los estribos no mayor a 0.25d $1.5*fr*bd\sqrt{f*c}$

Lim. de V=	17819.09	kg (Condición de limitante para cortante)

Cortante resistente de la sección de concreto cuando P<0.015 $Frbd(0.2+20p)\sqrt{f*c}$

Vcr=	5047.13	kg (Cortante resistente por la sección de concreto)

Caso 1: Si Vu>Vcr pero Vu < Lim. V la separación no debe ser mayor a la mitad del peralte

Caso 2: Si Vu>Lim V la separación no debe ser mayor de 1/4 del peralte

Para este caso la separación de los estribos no debe ser mayor a 21.5 cm

Separación de estribos= $Fr*AvFyd/(Vu-Vcr)$

24.16

Conclusión:

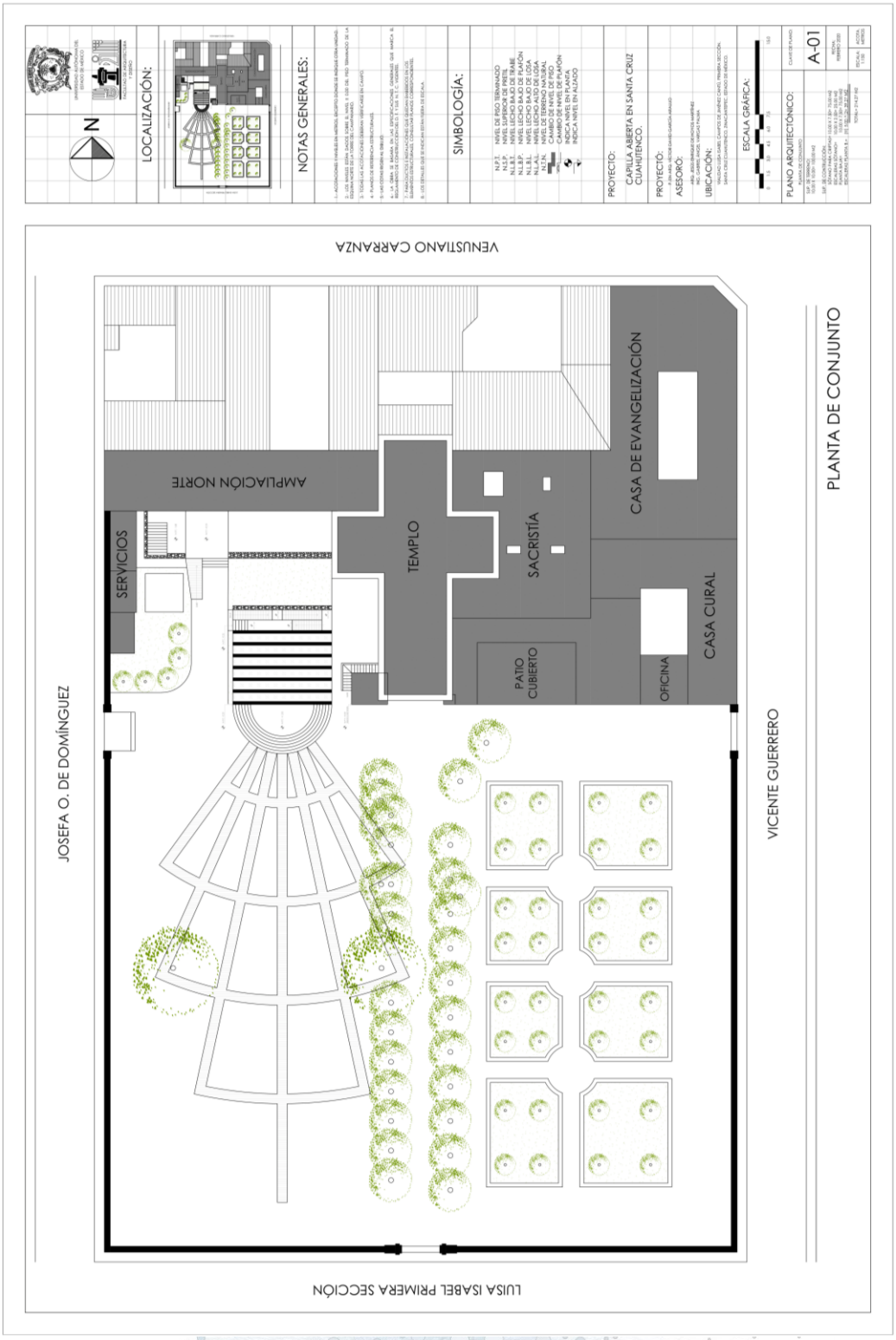
Los primeros 5 estribos de cada lado se colocarán @5 cm con varilla #3
Los siguientes 17 estribos de cada lado se colocarán @ 15 cm con varilla #3
Los estribos centrales se colocarán @20 cm con varilla #3

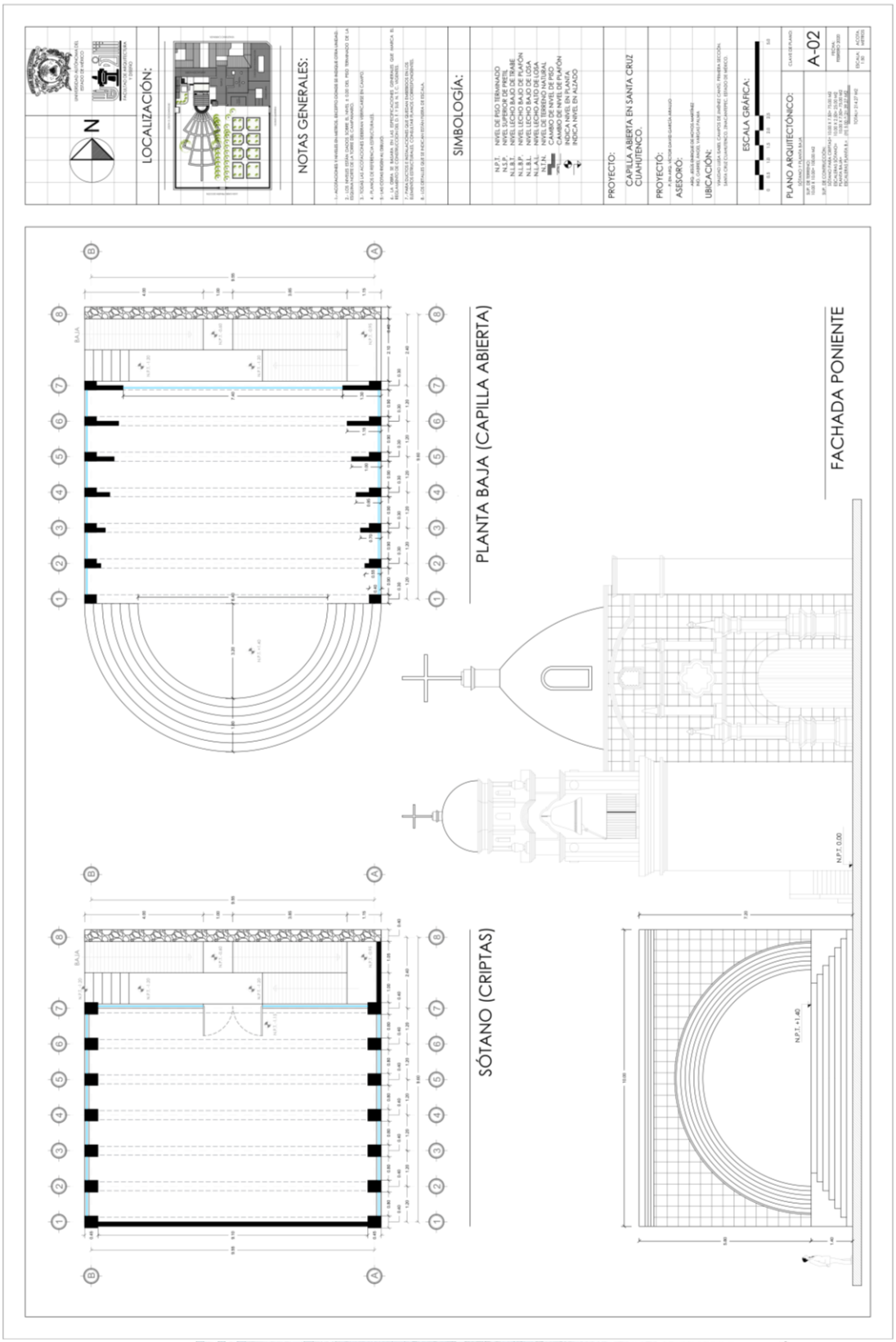
Para la realización de esta memoria de cálculo estructural, se consideraron los factores de seguridad y las normas que marca el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.[78] Se incluyen los detalles constructivos realizados en los planos estructurales.

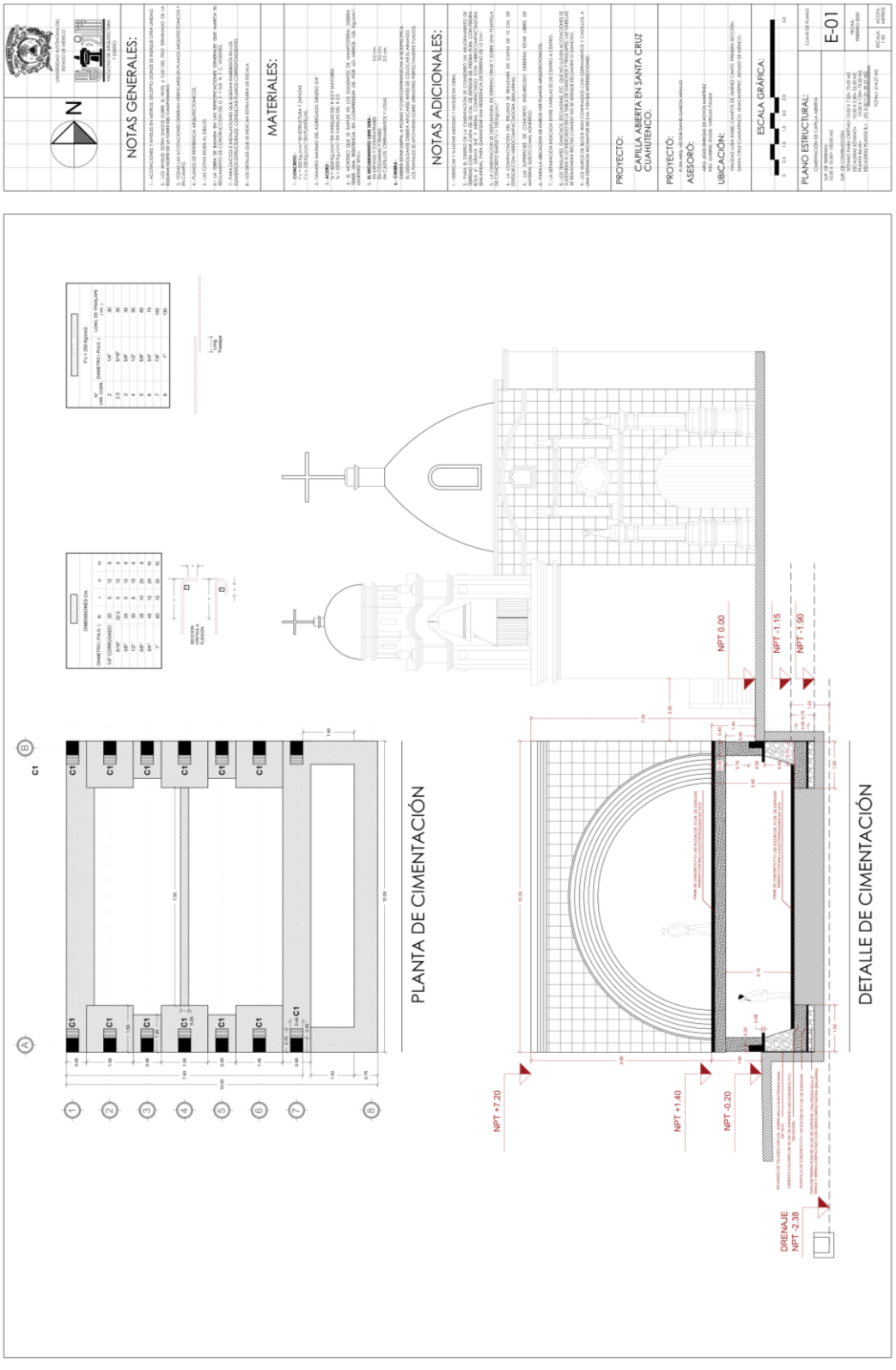
Los diagramas de flexión y cortante de las trabes principales, se calcularon en el Software SAP 2000. Para el diseño de la cimentación, se consideró un mejoramiento de terreno con una capa de 20 cm. de espesor de piedra plen, con piedra bola 6", grava ¾" y arena, compactado con vibro compactadora, para garantizar una resistencia del terreno de 12 toneladas por metro cuadrado.

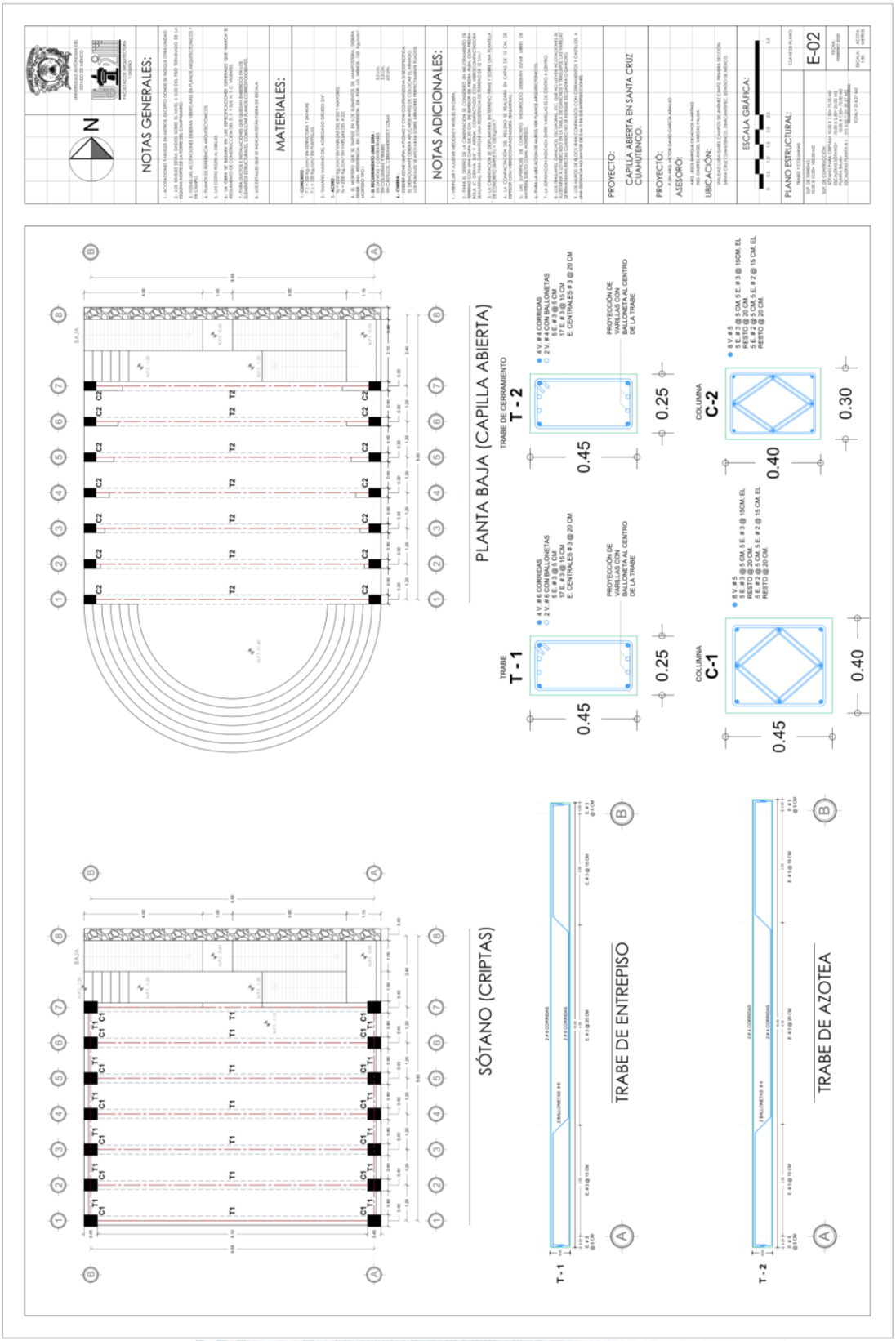
[78] Luis Arnal y Max Betancourt, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2014, Capítulo de Concreto.

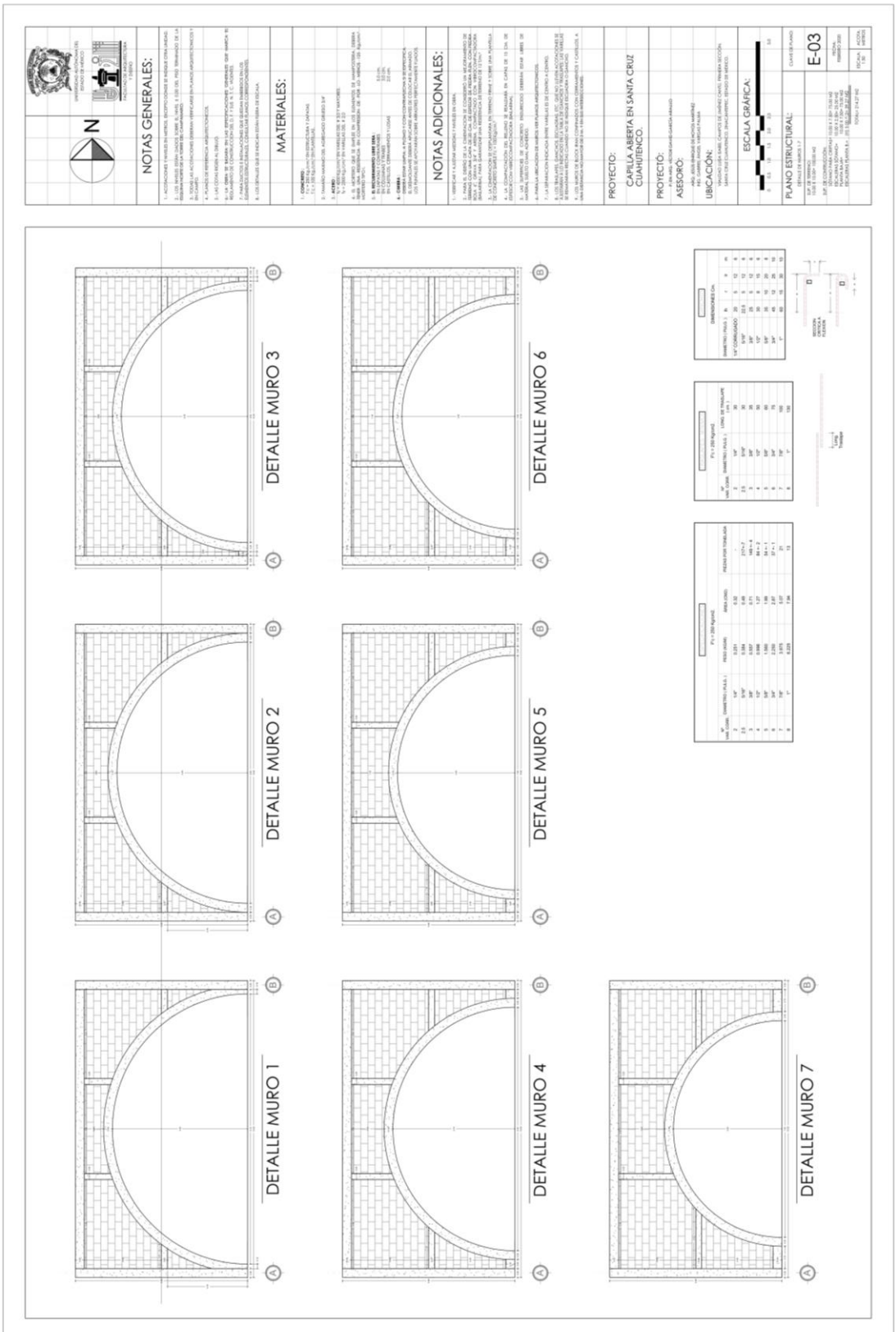
PLANOS CAPILLA ABIERTA:

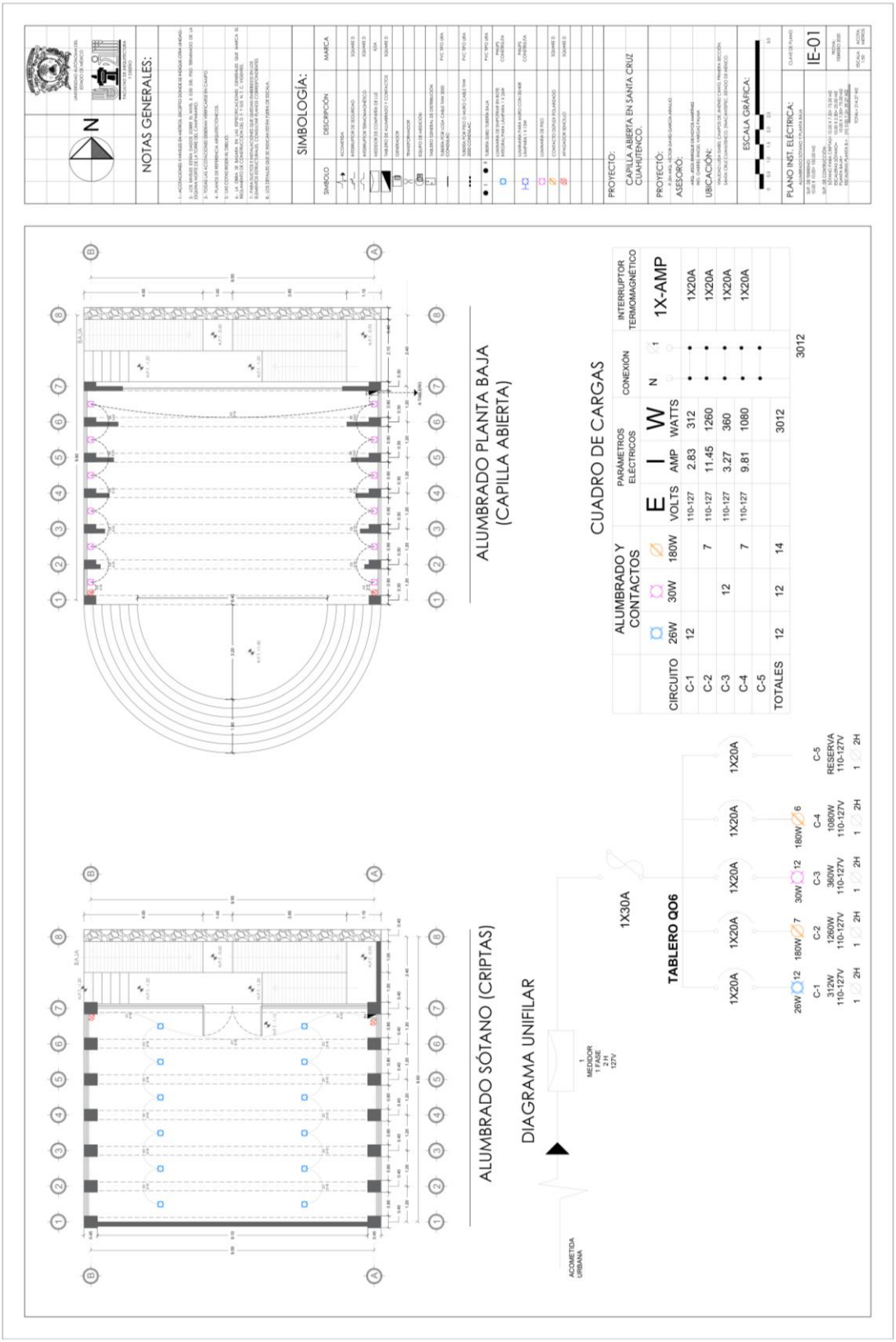


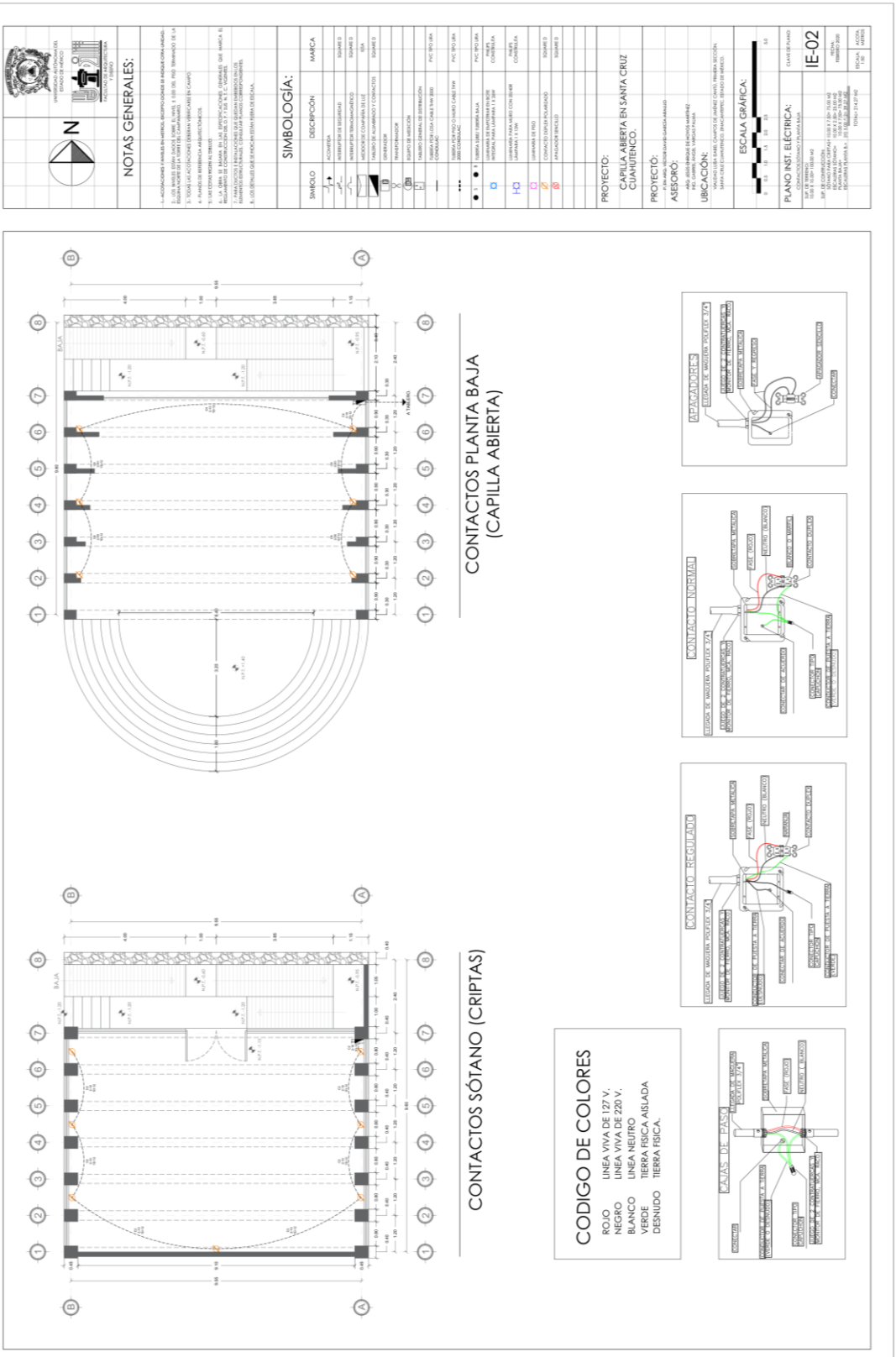

LOCALIZACIÓN:
NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ARQUITECTÓNICO:
A-02
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
FACHADA PONIENTE
SÓTANO (CRIPTAS)

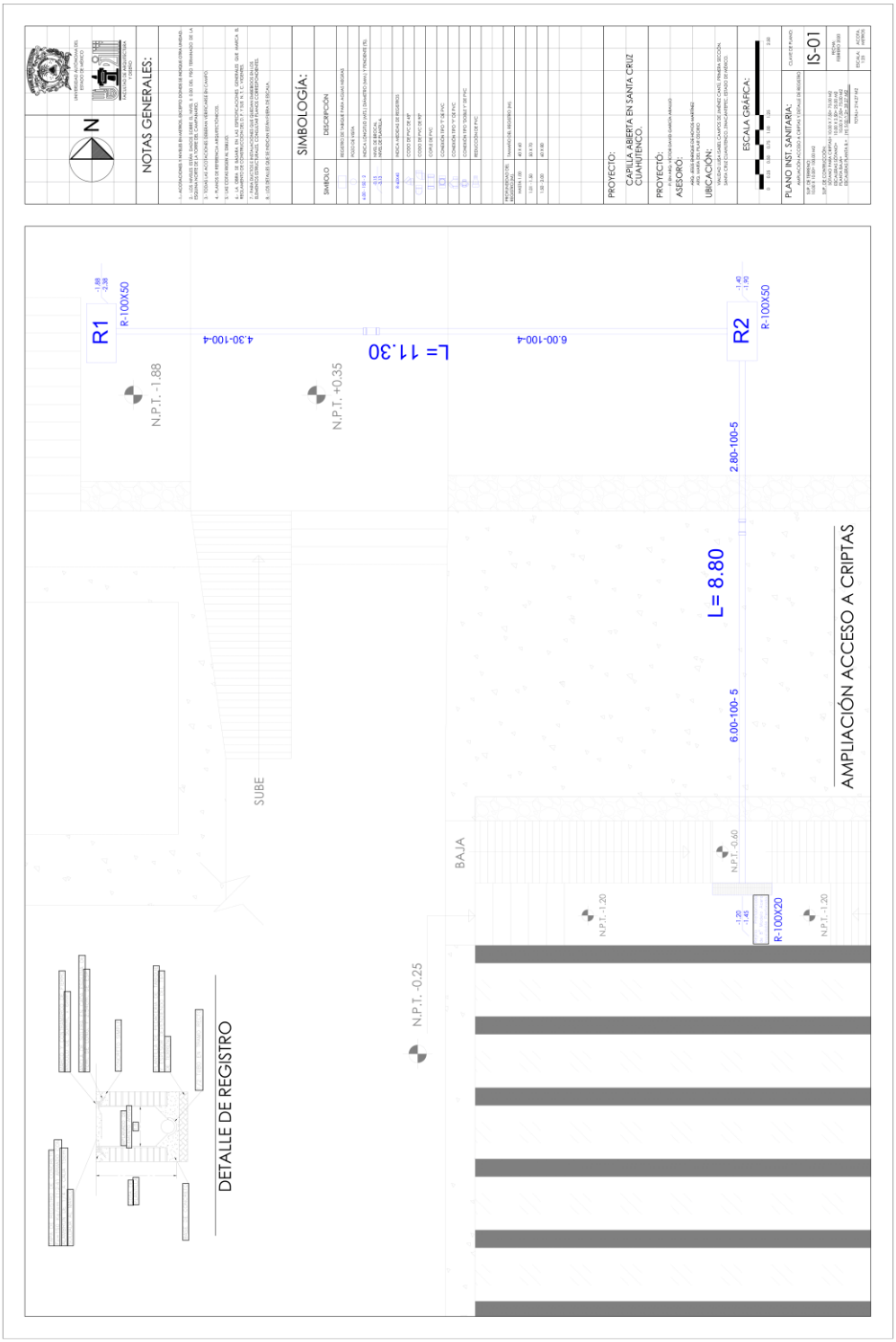

NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-01
PLANTA DE CIMENTACIÓN
DETALLE DE CIMENTACIÓN
NPT 0.00
NPT -1.15
NPT -1.90
NPT +7.20
NPT +1.40
NPT -0.20
DRENAJE
NPT -2.38


NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-02
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
TRABE T - 1
TRABE T - 2
COLUMNA C-1
COLUMNA C-2
SÓTANO (CRIPTAS)
TRABE DE ENTREPISO
TRABE DE AZOTEA


NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRAFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-03
DETALLE MURO 1
DETALLE MURO 2
DETALLE MURO 3
DETALLE MURO 4
DETALLE MURO 5
DETALLE MURO 6
DETALLE MURO 7


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. ELÉCTRICA:
IE-01
ALUMBRADO PLANTA BAJA
(CAPILLA ABIERTA)
ALUMBRADO SÓTANO (CRIPTAS)
CUADRO DE CARGAS
ALUMBRADO Y CONTACTOS
PARÁMETROS ELÉCTRICOS
CONEXION
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
1X-AMP
CIRCUITO
26W
30W
180W
E
VOLTS
I
AMP
W
WATTS
N
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
TOTALES
1X20A
3012
DIAGRAMA UNIFILAR
ACOMETIDA URBANA
1 MEDIDOR 1 FASE 2 H 127V
1X30A
TABLERO QO6
RESERVA 110-127V


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTO:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. ELÉCTRICA:
IE-02
CONTACTOS PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
CONTACTOS SÓTANO (CRIPTAS)
CODIGO DE COLORES
ROJO LINEA VIVA DE 127 V.
NEGRO LINEA VIVA DE 220 V.
BLANCO LINEA NEUTRO
VERDE TIERRA FISICA AISLADA
DESNUDO TIERRA FISICA.
APAGADORES
CONTACTO NORMAL
CONTACTO REGULADO
CAJAS DE PASO


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. SANITARIA:
IS-01
R1
R2
R-100X50
L= 11.30
4.30-100-4
6.00-100-4
N.P.T. -1.88
N.P.T. +0.35
L= 8.80
2.80-100-5
6.00-100- 5
AMPLIACIÓN ACCESO A CRIPTAS
SUBE
BAJA
N.P.T. -0.60
N.P.T. -1.20
N.P.T. -0.25
R-100X20
DETALLE DE REGISTRO

PRESUPUESTO PARAMÉTRICO:

A continuación, se presenta una tabla con precios paramétricos de los conceptos principales de esta Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico, para tener un estimado de la inversión necesaria.

PRESUPUESTO MEJORA URBANA				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LIMPIEZA Y DESASOLVE DE RÍO	ML	325.00	449.00	145,925.00
ANDADORES	M2	6,373.59	579.00	3,690,308.61
CICLOVÍA	M2	953.33	599.00	571,044.67
HABILITACIÓN DE ÁREAS VERDES Y PAISAJE	M2	4,797.89	397.00	1,904,762.33
INDEMNIZACIÓN DE EDIFICACIÓN EXISTENTE	M2	144.22	7,490.00	1,080,207.80
INDEMNIZACIÓN DE TERRENOS	M2	4,590.00	1,490.00	6,839,100.00
			TOTAL	14,231,348.41

PRESUPUESTO CAPILLA ABIERTA				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACCESO A CRIPTAS Y SÓTANO	M2	25.00	5,790.00	144,750.00
SÓTANO (CRIPTAS)	M3	75.00	8,490.00	636,750.00
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)	M4	75.00	7,490.00	561,750.00
ESCALONES DE ACCESO A CAPILLA ABIERTA	M5	39.27	2,490.00	97,782.30
			TOTAL	1,441,032.30

PRESUPUESTO CENTRO CULTURAL				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ÁREAS VERDES	M2	731.18	397.00	290,278.46
EXPLANADA CENTRAL	M2	254.47	1,190.00	302,819.30
PLAZAS DE ACCESO	M2	407.60	1,190.00	485,044.00
EDIFICIO DE TALLERES	M2	205.82	7,490.00	1,541,591.80
EDIFICIO DE LOCALES COMERCIALES	M2	205.82	7,490.00	1,541,591.80
CUBIERTA DEL CONJUNTO	M2	706.86	4,150.00	2,933,469.00
			TOTAL	7,094,794.36

TOTAL DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	22,767,175.07

Tabla 18: Presupuesto Paramétrico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO IV:

El punto de partida de este Capítulo IV, fue la información cartográfica del IGECEM del vuelo realizado en 1983-1984 sobre el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, donde se pudo observar que la ubicación del Centro Cultural propuesto corresponde con el que ha sido el punto de encuentro natural entre los sectores centro y colonia desde hace más de 40 años.

Se presentó un diagrama síntesis de los 4 puntos que se atendieron en esta propuesta de mejoramiento, así como un mapeo de la conectividad a nivel macro y micro, integrando la visión plasmada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015 en la propuesta de movilidad.

A partir de una retícula de 30.00 x 30.00 metros, generada por los ejes natural (río) y artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección) del polígono de estudio, se describió la estrategia de conectividad en la localidad, estructurada por nodos, conexiones y jerarquía.

La propuesta de Usos del Suelo planteó revitalizar el río, conectar los sectores, dotar de mayor área verde y espacios recreativos-culturales a la población y atender el deterioro de la actual plataforma (a manera de Capilla Abierta) en el Templo de Santa Elena de la Cruz.

Las categorías en las que se conforma la propuesta de mejoramiento son las siguientes:

1- Vivienda
2- Sin Uso
3- Vialidades
   - 3.1 Banquetas/Andadores
   - 3.2 Ciclovía
4- Religión
5- Educación y Cultura
6- Vivienda y Comercio
7- Recreación y Deporte
8- Comercio
9- Servicios

Para analizar específicamente cada rubro, en el mapa correspondiente al sector se describen los porcentajes actuales y propuestos del mismo, así como los metros cuadrados. A continuación, se presenta la tabla 19 como síntesis de los alcances cualitativos de esta propuesta de mejoramiento:

USOS DEL SUELO EN EL TERRITORIO					
	EXISTENTE		PROPUESTA		ESTATUS
	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	M2
SUPERFICIE TOTAL	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	
CONSTRUIDO	38224.43	32.63%	38596.02	32.94%	371.59
VIVIENDA	60983.99	52.05%	60157.27	51.35%	-826.72
SIN USO	22111.41	18.87%	9777.04	8.35%	-12334
VIALIDADES	18889.39	16.12%	17498.66	14.94%	-1390.7
BANQUETAS/ANDADORES	2443.29	2.09%	8816.88	7.53%	6373.59
CICLOVÍA	0	0.00%	953.33	0.81%	953.33
RELIGIÓN	5581.62	4.76%	5581.62	4.76%	
EDUCACIÓN Y CULTURA	2093.62	1.79%	2093.62	1.79%	
VIVIENDA Y COMERCIO	2035.78	1.74%	2035.78	1.74%	
RECREACIÓN Y DEPORTE	1377.63	1.18%	8602.53	7.34%	7224.9
COMERCIO	1056.75	0.90%	1056.75	0.90%	
SERVICIOS	584.44	0.50%	584.44	0.50%	
	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	

DESGLOSE DE LO CONSTRUIDO					
	EXISTENTE		PROPUESTA		ESTATUS
	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	M2
SUPERFICIE TOTAL	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	
LLENO	38224.43	32.63%	38566.84	32.92%	342.41
VACÍO	78933.49	67.37%	78591.08	67.08%	-342.41
VIVIENDA	32246.29	84.36%	32102.07	83.24%	-144.22
VIVIENDA Y COMERCIO	2035.78	5.33%	2035.78	5.28%	
RELIGIÓN	1492.38	3.90%	1567.38	4.06%	75
COMERCIO	1056.75	2.76%	1056.75	2.74%	
EDUCACIÓN Y CULTURA	903.72	2.36%	903.72	2.34%	
RECREACIÓN Y DEPORTE	313.52	0.82%	725.16	1.88%	411.64
SERVICIOS	175.98	0.46%	175.98	0.46%	
	38224.42	100.00%	38566.84	100.00%	342.42

Tabla 19: Comparativa de estado actual y propuesta de Usos del Suelo y Edificación.

Posteriormente, se expresó la propuesta de mejoramiento por medio de renders, desde la escala general del territorio hasta detalles de puntos específicos. Para el tratamiento del agua servida de las viviendas paralelas al río, se propone la implementación de un biodigestor en cada vivienda que desemboca al río, para reducir el grado de contaminación.

Se desarrolló conceptualmente el proyecto del Centro Cultural en el punto de encuentro natural de los sectores, así como una propuesta de las etapas de financiamiento para la construcción de este, a partir de la integración de las actividades tradicionales de la comunidad.

En cuanto al proyecto de la Capilla Abierta, se realizó el estudio general de la tipología de la edificación y en particular del conjunto religioso, para delimitar los ejes principales para el desarrollo del proyecto, como se muestra en las láminas conceptuales y en los renders presentados.

El espacio atrial es entendido a partir de la flexibilidad de usos de actualmente presenta, desde funcionar para la realización de ceremoniales litúrgicas hasta ser escenario de juegos pirotécnicos y música en vivo de las festividades tradicionales de la comunidad.

Se adjuntó la memoria de cálculo estructural de la Capilla Abierta, así como las especificaciones correspondientes y los planos Arquitectónicos, Estructurales y de Instalaciones del proyecto.

Se llegó a un costo paramétrico de cada etapa de la propuesta, dividida en 3 etapas: la mejora urbana (relacionada con la revitalización del río, los andadores, la ciclovía, las áreas verdes y las indemnizaciones respectivas), la Capilla Abierta (constituida por el acceso a las criptas, el sótano, la planta baja y el acceso a la Capilla) y el Centro Cultural (conformado por áreas verdes, la explanada central, las plazas de acceso, el edificio de talleres, los locales comerciales y la cubierta del conjunto).

Finalmente, se estimó un costo total de $ 22,767,175.07 (veintidós millones setecientos sesenta y siete mil ciento setenta y cinco pesos 07/100 m.n.), el cual fue concebido para realizarse en 3 etapas principales.

CONCLUSIÓN GENERAL:

1. **RESPUESTA GENERAL AL PROBLEMA:**

1.1- Revitalización de Río: Se realizó la limpieza y el desazolve del río que fluye por la comunidad, en una longitud de 325 metros (desde la Vialidad Luisa Isabel Segunda Sección hasta la calle Álvaro Obregón), para su integración con los andadores y la ciclovía de esta propuesta de mejoramiento. Se adjuntó el detalle técnico de un biodigestor, como medida de tratamiento del agua servida en cada una de las viviendas que desembocan actualmente al río.

1.2- Conectividad de Sectores: Se diseñó una red de andadores, que comunican peatonalmente a la población, en particular el andador que conecta oriente-poniente los sectores centro y colonia, acortando la distancia actual de cruce del río de 325 metros.

Cabe destacar que en el proceso de diseño se adjuntó la visión plasmada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, para atender 2 puntos ahí señalados: la contaminación del "río chiquito" y la "red de ciclovía" proyectada al Sur de Santa Cruz.

1.3- Diseño de espacios recreativos y culturales: Se aumentó un 6.16% (7,224.90 m2) el Uso del Suelo existente de recreación y deporte, a través de espacios como: la cancha deportiva, el área de juegos infantiles, el gimnasio al aire libre y el centro cultural (ubicado en el punto de encuentro natural entre los sectores).

1.4- Diseño de Capilla Abierta: Se diseñó la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz, como respuesta ante el actual deterioro de la plataforma existente (a manera de Capilla Abierta).

2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS:

Objetivo General:

A partir de un estudio multidisciplinario, se extrapolaron conceptos de la Geometría Fractal para el desarrollo de la Propuesta de Mejoramiento Urbano Arquitectónico en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, con la finalidad de mejorar sus condiciones de habitabilidad.

El patrón local de diseño se ajustó a las necesidades específicas de la localidad, tanto objetivas (ausencia de espacios recreativos y culturales) como subjetivas (al integrar actividades cívicas y religiosas de la población).

Objetivos Particulares:

En el modelo del triángulo de Sierpinski, se representa la Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco: una visión desde la Geometría Fractal, como la aplicación de este conjunto de conocimientos en la Arquitectura y el Urbanismo.

A través de un estudio por capas del territorio, se realizó el diagnóstico y el análisis de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, para detectar las necesidades y mapearlas en un sistema de coordenadas estructurado por el eje natural norte-sur (del río) y el eje artificial oriente-poniente (de la vialidad Luisa Isabel Segunda Sección) de la misma comunidad.

En el capítulo IV se presentó el desarrollo de las 4 necesidades detectadas en la comunidad: la contaminación del río, la desconectividad de sectores, la ausencia de espacios recreativos y culturales y el escenario deteriorado en el templo de Santa Elena de la Cruz.

3. RELACIÓN DEL PROBLEMA CON LA GEOMETRÍA FRACTAL:

A partir de "Connecting the Fractal City" y la "*Teoría de la Red Urbana*" propuestas por el Polímata Nikos A. Salíngaros, se establece una analogía entre el equipamiento existente en la comunidad de Santa Cruz y los 3 principios que plantea para la estructura de una red urbana: nodos (de actividad humana), conexiones (caminos) y jerarquía (orden de vialidades).

Bajo esta premisa, se retoman estos 3 puntos para su aplicación en el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, por medio de nodos (que son cada una de las 4 necesidades detectadas), que se conectan por medio de vías (peatonales y vehiculares) en una estructura troncal (a partir de la afluencia de personas) para configurar la Red Urbana.

4. RELACIÓN DE SANTA CRUZ CON LA GEOMETRÍA FRACTAL:

Después de estudiar las teorías relacionadas a la Geometría Fractal y al Diseño Urbano-Arquitectónico, se planteó el **Patrón Regional de Revitalización Urbana**, como estrategia de implementación, a través de dos niveles: el encuadre macro y el encuadre micro.

En el primer nivel, el umbral de alcance es **Regional.** A escala macro, se planteó la mejora Urbano-Arquitectónica del sistema a partir de la Revitalización del Río, desde Santa Cruz Cuahutenco hasta el entronque con el Río Lerma, para generar una aportación ecológica al medio ambiente.

En el segundo nivel, el umbral de alcance es **Local.** A escala micro, se desarrolló la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico, acorde a las necesidades objetivas y subjetivas de la población de Santa Cruz Cuahutenco, constituyendo así el primer paso para Revitalizar el Río.

Cabe destacar que la localidad de Santa Cruz es la primera por la que fluye el río (proveniente de las escorrentías del Nevado de Toluca), por lo que su intervención es un punto clave para generar una mejora en el sistema.

En cuanto a un patrón de temporalidad, en el patrón local de diseño en Santa Cruz, se retomó como antecedente el Plan Piloto de 1980, el cual consistió en la mejora Urbana y de Infraestructura en la comunidad. Esta Propuesta de Mejoramiento, es un Patrón Temporal que se repite 40 años después, que comparte el mismo ímpetu de mejorar las condiciones de habitabilidad de la población.

5. APORTACIÓN PERSONAL DE LA GEOMETRÍA FRACTAL A LA ARQUITECTURA Y A SANTA CRUZ CUAHUTENCO:

"Creo que es imposible conocer las partes, sin conocer el todo, como conocer el todo sin conocer específicamente las partes." Blaise Pascal (1623-1662). Pensées, capítulo I.

La Arquitectura es una disciplina multidisciplinaria, que integra el conocimiento de diversas materias, con la finalidad de materializar espacios que cumplan con las necesidades objetivas (factores técnicos-constructivos) y subjetivas (gustos personales) del habitante.

Esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, extrapola conceptos de la Física (el espacio, el tiempo y la materia), la Matemática (la recursividad) y la Geometría Fractal (patrones e iteraciones), para explorar una nueva visión que mejore las condiciones de habitabilidad de una población y del sistema de ríos.

La curiosidad de explorar esta nueva visión surgió de la observación de la naturaleza y de los elementos que tiene en común con la Arquitectura, como el principio de fractalidad o la analogía del bosque y la ciudad, descrita en la imagen 31, donde en ambos casos, se estructuran sistemas.

Si bien el proceso de diseño de este patrón urbano ha sido complejo, se responde a esta complejidad con una expresión de sencillez (espacial y conceptual), para que de forma clara y con la mínima expresión material, se resuelvan las necesidades detectadas.

Hoy en día, la ciudad no debe ser estructurada a partir de la noción de zonificación (como en su momento fue planteada por Le-Corbusier), sino que debe conceptualizarse como un sistema caótico, flexible, dinámico, que se ajuste a las nuevas necesidades espacio-temporales de cada lugar.

"Todo queda conformado dentro del sistema; el todo con las partes y las partes con el todo, es un sistema caótico, pero en completa armonía.

"Víctor David García Araujo".

En la siguiente página, se describe gráfica y textualmente, la teoría desarrollada en esta tesis para explorar una visión en la Arquitectura y el Urbanismo, a partir de la Geometría Fractal y de su aplicación por medio del Patrón Regional de Revitalización Urbana (a escala macro) y el Patrón Local de Diseño (a escala micro), planteados en el Capítulo IV.

A partir de los nodos indicados en la imagen 167, es como se representan los puntos clave en el sistema de ríos, iniciando en la comunidad de Santa Cruz con las escorrentías provenientes del Nevado de Toluca, continuando con el entronque de este flujo en el río Lerma y finalizando en la desembocadura de la presa Tepuxtepec, Michoacán.

El camino para generar grandes cambios inicia por la acción en pequeñas fracciones, pero que contribuyen a la misma causa colectiva: ser un agente de cambio que mejore las condiciones del medio ambiente.

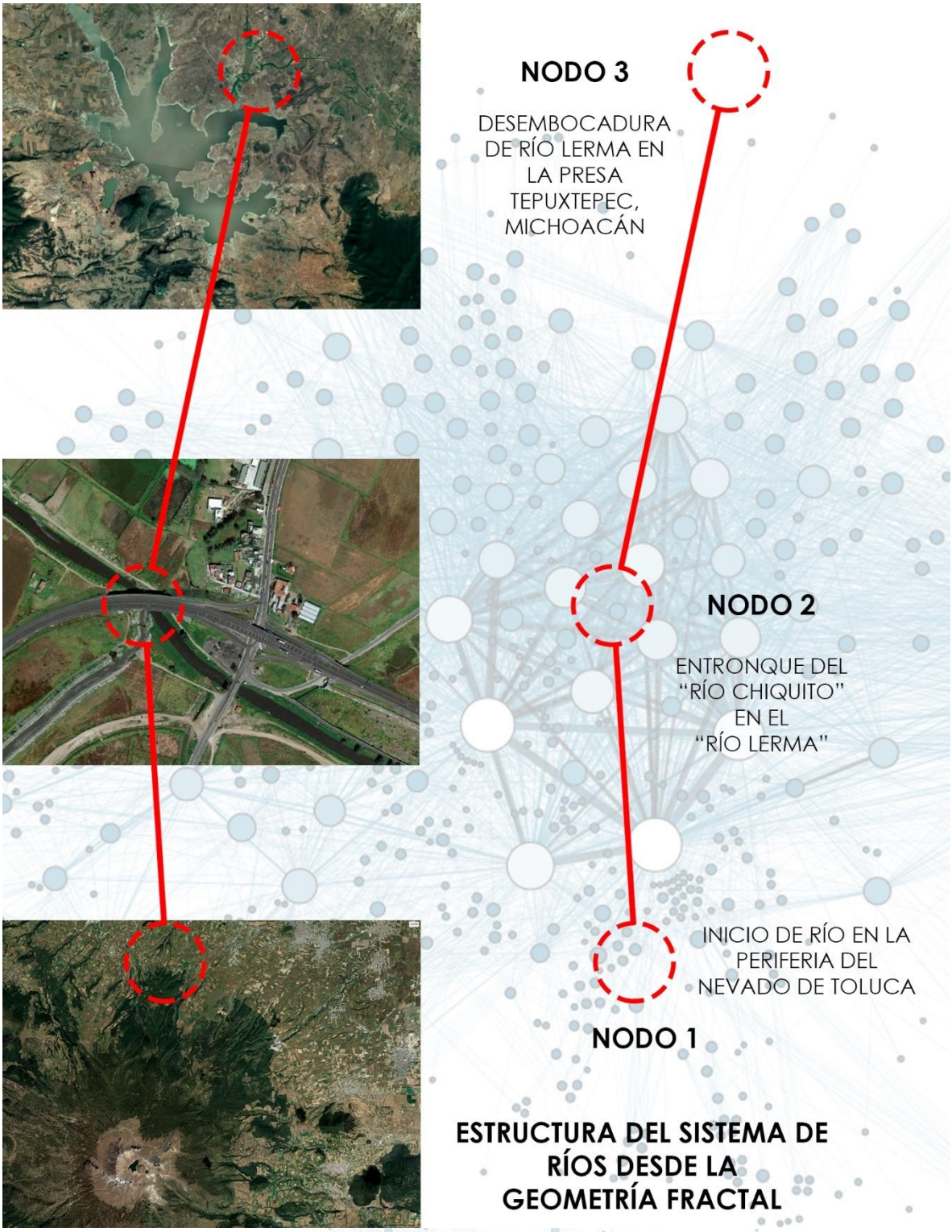


Imagen 167- Estructura del Sistema de Ríos desde la Geometría Fractal. Fuente de imágenes base: Google Earth, 2017.

REFERENCIAS:

2013-2015, H. A. (25 de diciembre de 2019). *Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano* . Obtenido de Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Zinacantepec/D7.pdf

Bernal, O. (2012). *Vorticidad Urbana. Sistema geométrico conceptual para la interpretación simbólica en el diseño de la ciudad compleja.* México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Bernal, O., & De Hoyos, J. (2012). El mito fundacional de la ciudad. Una visión desde la geometría sagrada. *Nova Scientia*, 109.

Borondo, F. (27 de Diciembre de 2019). *Teoría del caos y los sistemas complejos.* . Obtenido de http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan°7/Seminario%20Teoría%20del%20Caos%201.pdf

Braña, J. (2003). *Resumen del curso de "Introducción a la Geometría Fractal".* Obtenido de http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf

Briceño, M., & Gómez, L. (23 de Septiembre de 2011). Proceso de Diseño Urbano - Arquitectónico. *Provincia*, 93-116. Obtenido de Fundamentación teórico conceptual del proceso de diseño propuesto.: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/33959/articulo5.pdf;jsessionid=28BBC576C35DE70B20FF0E8679DC2FEB?sequence=1

Camacho, M. (2007). *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo.* México: Trillas.

Camagni, R. (23 de Septiembre de 2004). *Economía Urbana.* . Barcelona: Antoni Bosch Editor. Obtenido de http://www.antonibosch.com/system/downloads/247/original/EC_CAMAGNI_Capitulo1.pdf?1297264348

Camargo, L., & Acosta, M. (2012). La geometría, su enseñanza y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 4-8.

Césarman, E. (1986). Orden y Caos. El complejo orden de la naturaleza. México: Gernika.

Coppola, P. (2004). *Análisis y diseño de los espacios que habitamos.* México: Pax México.

De Hoyos, J., Jiménez, J., & Álvarez, A. (2012). *Un estudio de Arquitectura, Urbanismo y Medio: una conceptualización desde la geometría no lineal.* Obtenido de http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3734/1/Un%20estudio%20de%20arquitectura%20urbanismo%20y%20medio%2C%20una%20conceptualización.pdf

De Hoyos, J., Macías, Y., & Jiménez, J. (2015). Habitabilidad: desafío en diseño arquitectónico. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 62-76.

Escobar, J. (13 de Septiembre de 2018). *Elementos de Geometría.* Obtenido de http://matematicas.udea.edu.co/~jescobar/Geometria/pdf/elementos%20de%20geometria1.pdf

Fernández, E. (2018). La geometría para la vida y su enseñanza. *Revista de investigación en administración e ingeniería*, 33-61.

Gausa, G. M. (2001). *Diccionario metápolis arquitectura avanzada.* Barcelona: Gustavo Gili.

Hawking, S., & Mlodinow, L. (2016). *El gran diseño.* México: Crítica.

INEGI. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=19.250811280559148,-99.72986712593825&z=16

Ivanov, B. (27 de Diciembre de 2019). *Teoría del caos.* Obtenido de http://disi.unal.edu.co/~lctorress/PSist/PenSis53.pdf

Macías, Y. Y., & De Hoyos, J. E. (2015). El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social. En J. d. Jiménez Jiménez, J. E. De Hoyos Martínez, L. Romero Guzmán, A. Álvarez Vallejo, & J. A. Ocaña Ponce, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable.* (pág. 338). Toluca.

Macías, Y., & De Hoyos, J. (2015). El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social. En J. Jiménez, J. De Hoyos, L. Romero, A. Álvarez, & A. Ocaña, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable.* (págs. 263-283). Toluca.

Mandelbrot, B. (2003). La geometría fractal de la naturaleza. España: TusQuets Editores.

Moreno, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Palapa*, 47-54.

Moreno, S. (2011). *Análisis teórico y aproximación práctica a las relaciones entre ciudad y comercio: el caso de la producción, venta y consumo de libros en Barcelona.* Obtenido de Capítulo 6. La localización como eje central de la Geografía comercial.

Negrin, C., & Fornari, T. (1987). *El mensaje arquitectónico.* México: Universidad Autónoma Metropolitana. Ediciones Gernika.

Ortiz, V. (1984). *La casa, una aproximación.* México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Palma, Á. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* Zinacantepec, Estado de México.

Páramo, P., Burbano, A., & Fernández, D. (2016). Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas. *Revista de Arquitectura, Vol. 18, Número 2*, 6-26.

Paredes, F. (2015). *Edo Mex al día.* Obtenido de Mantienen viva tradición de pan artesanal: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/

RAE. (27 de Diciembre de 2019). *Diccionario de la Real Academia Española*. Obtenido de https://dle.rae.es/fractal?m=form

Sáenz, E. (3 de Diciembre de 2015). *Los Principios de Euclides.* Obtenido de Derivando: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8

Saint-Julien, T. (7 de Mayo de 2011). *Hyperge*. Obtenido de Isotropía/Anisotropía: http://www.hypergeo.eu/spip.php?article503

Salingaros, N. (2003). Connecting the Fractal City. *Keynote speech, 5th Biennial of towns and town planners in Europe.* Barcelona. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html

Salíngaros, N. (3 de Abril de 2004). *La Teoría de la Red Urbana.* Obtenido de Traducción y Resumen: Nuria Hernández A., Guadalupe Ledesma B., Fernando Carbajal P.: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-spanish.html

Sanz, E. (10 de Octubre de 2019). *Benoit Mandelbrot, el padre de la Geometría Fractal.* Obtenido de Muy Interesante: https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/fallece-benoit-mandelbrot-el-padre-de-la-geometria-fractal

Trismegisto, H. (2010). *El Kybalión.* India: Editores Mexicanos Unidos.

Van Ausdal, S. (09 de Septiembre de 2006). Medio siglo de geografía histórica en Norteamérica. *Scielo Bogotá. Historia Crítica No. 32*, 198-234. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n32/n32a09.pdf

Proyecto de Investigación: 4600/2018/E Evaluación de aglomeraciones urbanas financiadas por el INFONAVIT en el Estado de México. Con indicadores de sustentabilidad urbana de la morfología que los configura.

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Según el INEGI, del año 2005 al año 2010, se presentó un incremento poblacional de 2,162 habitantes. Fuente: SEDESOL, Catálogo de Localidades, consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151 31
Tabla 2: Los Postulados de Euclides. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Sáenz, 2015). Obtenido el 13 de septiembre de 2018 desde: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8 41
Tabla 3: Desglose de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016), Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas, Bogotá, Revista de Arquitectura, págs. 6-26. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278 59
Tabla 4: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, op. cit. 60
Tabla 5: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, op. cit. 61
Tabla 6: Gráfica de temperatura y precipitación pluvial en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 46). 81
Tabla 7: Previsión meteorológica en Santa Cruz Cuahutenco. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: https://weather.com/es-MX/tiempo/10dias/l/2ad62bfa98c5c256f237aa6460f79bdcdb1efe860b0f274cd8a7841c3008e53b 81
Tabla 8: Evolución de la Población 1900-2010. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018. 92
Tabla 9: Cifras de incremento poblacional en Santa Cruz. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018. 92
Tabla 10: Indicadores de Edad en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 93
Tabla 11: Porcentajes de Características de las Viviendas. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 94
Tabla 12: Promedio de Habitantes por Vivienda. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 95
Tabla 13: Población Total por Localidad. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 95
Tabla 14: Celebraciones Civiles y Religiosas de Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Palma, Á. (2018). Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social. México: DR © Ángel Francisco Palma Lujano. págs. 114-115. 96
Tabla 15: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.138
Tabla 16: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.139
Tabla 17: Consideraciones de análisis social cuantitativo. 140
Tabla 18: Presupuesto Paramétrico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 200
Tabla 19: Comparativa de estado actual y propuesta de Usos del Suelo y Edificación. ... 202

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Imagen 1- Mapa de necesidades detectadas en el territorio de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 15
Imagen 2- Contaminación actual de Río. Fuente: Archivo personal, diciembre 2019. 16
Imagen 3- Dispositivo de conectividad implementado por los habitantes de la comunidad. Fuente: Archivo personal, marzo 2019. 16
Imagen 4- Adaptación del espacio para realización de jaripeo. Fuente: Archivo personal, agosto 2017. 17
Imagen 5- Escenario de Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019. 17
Imagen 6- Delimitación espacial de objetivos. Fuente de mapa base: Google Earth, mayo 2018. 19
Imagen 7- Crecimiento poblacional 2003-2017. Fuente de mapa base: Google Earth 2003 y 2017. 23
Imagen 8- Ubicación de puentes en el área de estudio. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 24
Imagen 9- Análisis del uso del suelo con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III". 25
Imagen 10- Análisis de lo construido con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III". 25
Imagen 11- Detalle fotográfico de las patologías del escenario del templo. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019. 26
Imagen 12- Ubicación de Santa Cruz Cuahutenco (encuadre rojo) en relación con el Nevado de Toluca y ampliación de la comunidad. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 30
Imagen 13- Teatro al aire libre Ángela Peralta, Polanco. Obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: http://polancoayeryhoy.blogspot.com/2011/03/el-teatro-angela-peralta.html. 34
Imagen 14- Conexión de conceptos, capítulo I. Fuente de imagen: Elaboración propia, diciembre 2019. Fuente de imágenes base, obtenidas en junio de 2018: https://fractalesmat.blogspot.com/2016/05/geometria-fractal.html, C-CIFV-253 L-2 y C-CIFV-253 L-238
Imagen 15- La Geometría Fractal en la naturaleza. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.gizmodo.com/diez-bellisimos-ejemplos-de-fractales-en-la-naturaleza-1677114869. 43
Imagen 16- Representación matemática del conjunto de Mandelbrot. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_Mandelbrot#/media/Archivo:Mandelset_hires.png. 44
Imagen 17- Construcción del Triángulo de Sierpinski. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: http://personales.unican.es/alvareze/estalmat/Fractales2010/page_16.htm. 46
Imagen 18- Teorías de la organización espacial. 49
Imagen 19- Esquemas de los lugares centrales y las áreas de mercado según los 3 modelos de Christaller. Fuente: A partir de Berry, 1967. Citado en (Moreno S. , 2011, pág. 272). 51
Imagen 20- Jerarquía de los centros en Alemania Meridional. Fuente: Christaller (1933). Citado en (Camagni, 2004, pág. 102) 52
Imagen 21- Plan of unrealistically ordered fractal city. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html el 4 de enero de 2020. 53
Imagen 22- Crossover requires capillary structure at the lowest levels. Idem. 53
Imagen 23- Distribution and connectivity of urban and green spaces. Idem. 53
Imagen 24- Patrón Regional de Revitalización Urbana. Fuente de Imagen base: Google Earth noviembre 2017. Obtenida el 3 de enero de 2020. 55
Imagen 25- Propuesta de categorización para la clasificación de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016). Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278. 58
Imagen 26- Conceptos Esenciales. Fuente: Elaboración propia 2018. 63
Imagen 27- Red Urbana. Fuente: Elaboración propia 2018. 63
Imagen 28- Estructura del Territorio. Fuente: Elaboración propia 2018. 64

Imagen 29- Unidad del Proyecto. Fuente: Elaboración propia 2018. A partir de apuntes personales de la U.A. Diseño de Espacios Complejos Interconectados y su Entorno, impartida por el Arq. Edwin García, el Arq. Fernando Helgueros y el Arq. Sergio Botello, febrero-junio 2018. 64
Imagen 30- Lectura de patrones a través de los sentidos. Fuente: Elaboración propia 2018. 65
Imagen 31- Analogía entre la naturaleza y la arquitectura como configuradores de sistemas. Fuente: Elaboración propia 2018. 66
Imagen 32- Curva de Koch. Perspectivas de los fractales como iteraciones/hábitos, sistemas estructurales y proceso iterativo de diseño. Fuente: Elaboración propia 2018. Imagen base obtenida de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-18-El-Copo-de-Nieve-de-Koch-El-resultado-final-como-limite-de-este-proceso_fig10_267982220 67
Imagen 33- La Fractalidad en los Sistemas. Fuente: Elaboración propia 2020. Imagenes base obtenidas de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_localización_de_von_Thünen, http://urban-networks.blogspot.com/2015/08/revoluciones-urbanas-en-la-decada-de_22.html, http://geografiaeconomicaprincipalesautores.blogspot.com/2016/10/v-behaviorurldefaultvmlo_16.html, ... 69
Imagen 34- Jeroglífico de Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 22) 72
Imagen 35- Información periodística sobre la visita y recorrido de la señora Luisa Isabel Campos a Santa Cruz. Fuente: (Palma, 2018, pág. 192). 73
Imagen 36- Conexiones con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017. 75
Imagen 37- Distancias con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017. 75
Imagen 38- Morfología territorial de Santa Cruz. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 76
Imagen 39- Perímetros de contención urbana. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 76
Imagen 40- Esquema del territorio de estudio, con curvas de nivel a cada 5 metros y traza urbana. Fuente: Elaboración propia 2018. 77
Imagen 41- Pendientes del terreno. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 77
Imagen 42- Soleamiento y Vientos Dominantes. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 78
Imagen 43- Hidrografía de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. Imagen 1, archivo personal 2018. Imagen 2 y 3, Google Maps 2018. 79
Imagen 44- Sección I: Santa Cruz Cuahutenco-Nevado de Toluca. Fuente: Google Earth 2017. 80
Imagen 45- Sección II: Ampliación de Altimetría en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth 2017. 80
Imagen 46- Delimitación de estructura de cuadrantes en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 82
Imagen 47- Ampliación del Cuadrante I en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 83
Imagen 48- Estructura de ejes natural, artificial y social en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 84
Imagen 49- Localización de Tanque de Agua que dota del suministro a la comunidad de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 85
Imagen 50- Espacios Educativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 86
Imagen 51- Espacios Culturales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 86
Imagen 52- Espacios Recreativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 87
Imagen 53- Espacios Deportivos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 87
Imagen 54- Espacios Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 88
Imagen 55- Espacios Religiosos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 88
Imagen 56- Espacios de Transporte. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 89
Imagen 57- Espacios de Salud. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 89
Imagen 58- Espacios Políticos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 90
Imagen 59- Espacios de Programas Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 90

Imagen 60- Espacios de Extracción de materiales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 91
Imagen 61- Espacios Industriales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 91
Imagen 62- Celebración Patronal en Atrio de Templo. Fuente: Archivo personal, agosto 2019. 97
Imagen 63- Ofrenda de Ruta de las Ánimas 2019. Fuente: Archivo personal, noviembre 2019. 97
Imagen 64- Elaboración de Pan Artesanal. Fuente: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/ 98
Imagen 65- Analogía bidimensional de la deformación del espacio-tiempo tetradimensional por acción de la materia-energía. Publicado por Nicolás Fabelo en: http://www.rtve.es/noticias/20151124/siglo-mano-albert-einstein/1259800.shtml. Consultado en noviembre de 2018. 102
Imagen 66- Representación gráfica de los patrones de espacialidad, temporalidad y materialidad como los conceptos esenciales que constituyen la Arquitectura y la realidad. Fuente de imágenes base: Edificio: https://www.flaticon.es/icono-premium/edificio_24736 Montaña: https://es.pngtree.com/freepng/mountains-icon_3566031.html Escala Humana: http://www.doyoucity.com/proyectos/entrada/14202 103
Imagen 67- Mapa de Referencia: Zinacantepec - Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Archivo del Municipio de Zinacantepec 2018. 104
Imagen 68- Mapa de Referencia: Santa Cruz Cuahutenco – Polígono de estudio. Fuente: Elaboración propia 2019. 104
Imagen 69- Mapa de Curvas de Nivel a cada dos metros en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Elaboración propia 2019. 105
Imagen 70- Mapa de Sector Centro y Sector Colonia. Fuente: Elaboración propia 2019. 105
Imagen 71- Mapa de cuadrantes. Fuente: Elaboración propia 2019. 106
Imagen 72- Mapa de traza reticular. Fuente: Elaboración propia 2019. 106
Imagen 73- Mapa de sistema de coordenadas. Fuente: Elaboración propia 2019. 107
Imagen 74- Plano Nolli. Fuente: Elaboración propia 2019. 107
Imagen 75- Mapa de espacios llenos. Fuente: Elaboración propia 2019. 108
Imagen 76- Mapa de espacios vacíos. Fuente: Elaboración propia 2019. 108
Imagen 77- Mapa de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019. 109
Imagen 78- Mapa Síntesis de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019. 109
Imagen 79- Desglose de Sector Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2019. 110
Imagen 80- Desglose de Áreas sin Uso. Fuente: Elaboración propia 2019. 110
Imagen 81- Desglose de Vialidades. Fuente: Elaboración propia 2019. 111
Imagen 82- Desglose de Banquetas y Andadores. Fuente: Elaboración propia 2019. 111
Imagen 83- Desglose de Religión. Fuente: Elaboración propia 2019. 112
Imagen 84- Desglose de Educación y Cultura. Fuente: Elaboración propia 2019. 112
Imagen 85- Desglose de Sector Vivienda y Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019. 113
Imagen 86- Desglose de Sector Recreación y Deporte. Fuente: Elaboración propia 2019. 113
Imagen 87- Desglose de Sector Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019. 114
Imagen 88- Desglose de Servicios. Fuente: Elaboración propia 2019. 114
Imagen 89- Mapa por sectores de lo construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 115
Imagen 90- Mapa Síntesis de lo construido Fuente: Elaboración propia 2019. 115
Imagen 91- Desglose de Vivienda construida. Fuente: Elaboración propia 2019. 116
Imagen 92- Desglose de Vivienda y Comercio construidos. Fuente: Elaboración propia 2019. 116
Imagen 93- Desglose Religión construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 117
Imagen 94- Desglose de Comercio construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 117
Imagen 95- Desglose de Educación y Cultura construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 118
Imagen 96- Desglose de Recreación y Deporte construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 118
Imagen 97- Desglose Servicios construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 119

Imagen 98- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "DB1 Plano Base" y "D6B Vialidad". 120
Imagen 99- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E2A Usos del suelo" y "E2B Usos del suelo". 121
Imagen 100- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E1 Clasificación del Territorio" y "E3A Vialidades y Restricciones". 122
Imagen 101- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D6 Infraestructura y Equipamiento Actual" y "D3 Estructura Urbana Actual". 123
Imagen 102- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E5A Centro Histórico" y "D4 Crecimiento". 124
Imagen 103- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D7 Síntesis de la Problemática" y "E4 Principales Proyectos, Obras y Acciones". 125
Imagen 104- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, plano "D5 Zonas vulnerables a riesgos". 126
Imagen 105- Estructura de AGEBS y Análisis por Manzanas. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 127
Imagen 106- Delimitación y Análisis de Polígono de Estudio. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 128
Imagen 107- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 129
Imagen 108- Análisis de Indicadores de Economía. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 130
Imagen 109- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 131
Imagen 110- Análisis de Indicadores de derechohabientes a servicios de salud. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 132
Imagen 111- Análisis de Indicadores de Discapacidad. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 133
Imagen 112- Análisis de Indicadores de Migración. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 134
Imagen 113- Análisis de Indicadores de Religión. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016..... 135
Imagen 114- Análisis de Indicadores de Situación Conyugal. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 136
Imagen 115- Análisis de Indicadores de Jefatura en el Hogar. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016..... 137
Imagen 116- Naturaleza del Territorio. Fuente de Plano Base: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Hoja No. 1210. Fecha de Vuelo: 1983-1984. 142
Imagen 117- Mapa de Conectividad Urbana en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth, 2017 y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, 2015, Plano E4, Principales Proyectos, Obras y Acciones..... 144
Imagen 118- Mapa de Conectividad Local en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de plano base: Google Earth, 2017. 145
Imagen 119- Sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 146
Imagen 120- Ubicación de Nodos de actividad humana. Fuente: Elaboración propia 2020. 147
Imagen 121- Conectividad de Nodos. Fuente: Elaboración propia 2020. 147
Imagen 122- Propuesta de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 148
Imagen 123- Uso del Suelo "Vivienda". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 149
Imagen 124- Uso del Suelo "Sin Uso". Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 150
Imagen 125- Uso del Suelo "Vialidades". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 151
Imagen 126- Uso del Suelo "Banquetas y Andadores". Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 152
Imagen 127- Uso del Suelo "Ciclovía". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 153
Imagen 128- Uso del Suelo "Religión". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 154
Imagen 129- Uso del Suelo "Educación y Cultura". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 155
Imagen 130- Uso del Suelo "Vivienda y Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 156

Imagen 131- Uso del Suelo "Recreación y Deporte". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 157
Imagen 132- Uso del Suelo "Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 158
Imagen 133- Uso del Suelo "Servicios". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 159
Imagen 134- Total de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 160
Imagen 135- Total Edificado en el Territorio. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 161
Imagen 136- Plano Nolli Propuesto. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 162
Imagen 137- Actualización del espacio lleno en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 163
Imagen 138- Actualización del espacio vacío en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 163
Imagen 139- Síntesis de Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 164
Imagen 140- Acceso Sur desde Vialidad Luisa Isabel Campos de Jiménez Cantú Segunda Sección. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 165
Imagen 141- Acceso Norte desde calle Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 165
Imagen 142- Vista de Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 166
Imagen 143- Vista de Andador hacia Acceso Poniente de Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 166
Imagen 144- Vista Aérea de Río, Andador y Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 167
Imagen 145- Vista de Área Deportiva-Recreativa. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 167
Imagen 146- Detalle de Andador. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 168
Imagen 147- Detalle de Biodigestor en Viviendas. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 168
Imagen 148- Vista de Acceso Oriente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.. 169
Imagen 149- Vista de Acceso Poniente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 169
Imagen 150- Sistema de Financiamiento para Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 170
Imagen 151- Festividades de agosto en el escenario del Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, tomada el 19 de agosto de 2019. 172
Imagen 152- Exterior del Templo a mediados del siglo XVIII. Fuente: Palma, A. (2018). Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social. México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.164. 173
Imagen 153- Etapas de Construcción del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 174
Imagen 154- Sectores del Conjunto Religioso y Organización del Espacio en Ceremonia Litúrgica. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 175
Imagen 155- Ejes compositivos del Templo Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 176
Imagen 156- Flujos humanos y patrones lleno/vacío. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 176
Imagen 157- Analogías de la Densidad Espacio-Temporal. Moscú: https://ru-travel.livejournal.com/17160697.html Tlatelolco: https://homesecurity.press/quotes/mexico-city-earthquake-1985-before.html Santa Cruz Cuahutenco: Google Maps, octubre de 2018 177
Imagen 158- Referentes históricos de Capilla Abierta. Fuente de imágenes base: Zinacantepec: https://www.turimexico.com/convento-de-san-miguel-zinacantepec/ Oaxaca: https://www.viveoaxaca.org/2010/11/templo-de-santo-domingo-de-guzman_29.html Tlaxcala: http://zacatelcoradio.com/wp/tlaxcalleando-experiencia-sensitiva-vivela-este-viernes-17-de-marzo/ 178
Imagen 159- Estado actual del templo de Santa Elena. Fuente: Archivo personal, 3 de septiembre de 2019. 179
Imagen 160- Proceso de Diseño de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 180
Imagen 161- Alineación frontal y lateral a Templo existente. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 181
Imagen 162- Lámina Conceptual de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 183
Imagen 163- Vista Poniente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 184

Imagen 164- Vista Oriente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 184
Imagen 165- Vista hacia Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 185
Imagen 166- Vista desde Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 185
Imagen 167- Estructura del Sistema de Ríos desde la Geometría Fractal. Fuente de imágenes base: Google Earth, 2017. 209

IMÁGENES DE PORTADA DE CAPÍTULOS:

Portada de documento: Imagen obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: https://blogs.iadb.org/administracion-publica/es/escuchame-cuando-te-hablo-big-data-para-gobiernos-mas-abiertos/

Logo Universidad Autónoma del Estado de México: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://criterionoticias.wordpress.com/2014/10/05/historia-y-significado-del-escudo-de-la-uaem/

Logo Facultad de Arquitectura y Diseño: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://pngimage.net/logo-facultad-de-arquitectura-png-7/

Letras UAEMex: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://sites.google.com/site/cuuaemregionpacifico/

Carátula de Introducción: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: http://sylvain21eugenie.s.y.pic.centerblog.net/o/d4327a2a.jpg

Carátula del Capítulo I: Obtenido el 31 de diciembre de 2019 desde: https://www.elasterisco.es/la-vida-tiene-geometria-fractal/#.XgvuB25FyHk

Carátula del Capítulo II: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/hector-garrido-el-fotografo-que-amaba-la-geometria-fractal-y-donana-2_9873/24

Carátula del Capítulo III: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://steemit.com/cervantes-curaciones/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-ii-copos-de-nieve

Carátula del Capítulo IV: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/hector-garrido-el-fotografo-que-amaba-la-geometria-fractal-y-donana-2_9873/24

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El que suscribe **Víctor David García Araujo**, autor del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de **Tesis** con el título ***Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco: una visión desde la Geometría Fractal***, por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en **Toluca, Estado de México**, para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de **Arquitecto**.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

Se firma presente en la ciudad de Toluca, a los 12 días del mes de febrero de 2020.

Víctor David García Araujo

Nombre y firma de conformidad

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a la vida por el regalo más grande que me ha dado que es vivir y por permitir la construcción de este proyecto, para el beneficio de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

A mis padres Amado e Isabel y a mi familia, por el apoyo incondicional que me han otorgado en mi formación.

Al Dr. Jesús Enrique De Hoyos Martínez, por su guía durante las diversas etapas en las que se desarrolló este proyecto.

A Javier Flores, Pedro Bobadilla, Nadia Cid y al Arq. Edwin García por las experiencias compartidos en el concurso para INFONAVIT titulado "DES-Territorializando el IN-Habitar" 2018.

A mis amigos, que aportaron comentarios valiosos que complementaron este trabajo y a las personas que contribuyeron a la materialización de esta idea…

¡GRACIAS!

PRÓLOGO:

Desde un enfoque transdisciplinario, el presente trabajo invita al lector a descubrir el proceso de diseño que hizo posible partir de conceptos e ideas, hasta llegar a la aplicabilidad de dichas ideas en una propuesta urbano-arquitectónica, en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

A través de un lenguaje de patrones espaciales, temporales y materiales, es como se estudia el estado actual del territorio para identificar su modo operativo de funcionamiento y sus necesidades, para posteriormente traducirlo en una solución espacial.

A nivel macro, se conceptualiza esta propuesta Urbano-Arquitectónica como un *patrón regional de revitalización urbana*, que se puede implementar a lo largo del río en las comunidades posteriores, con los ajustes necesarios, según sus usos, costumbres y tradiciones.

A nivel micro, se desarrolla esta propuesta teniendo como premisa el plan piloto puesto en marcha en el año de 1980, por lo que este proyecto retoma ese ideal de mejora y lo transforma en una propuesta espacial, 40 años después de su ejecución en la población.

De manera creativa, a lo largo de los apartados van surgiendo conceptos, que se entrelazan con conceptos anteriores y a su vez, adquieren en conjunto un nuevo significado y hacen posible encaminar esta investigación a su aplicabilidad.

A lo largo de este diálogo, se motiva al lector a ser un agente de cambio en su población, con la finalidad de brindar mejores condiciones de habitabilidad y concientizar a la población de la importancia del cuidado de los recursos naturales y la convivencia respetuosa con ellos.

ÍNDICE:

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR 4
AGRADECIMIENTOS: 5
PRÓLOGO: 6
INTRODUCCIÓN 10
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: 11
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO: 14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 15
NECESIDADES DEL TERRITORIO: 15
OBJETIVO GENERAL: 19
OBJETIVOS PARTICULARES: 19
PROCESO METODOLÓGICO: 20
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO: 22
BENEFICIOS QUE OFRECE EL PROYECTO: 28
DELIMITACIÓN ESPACIAL: 30
DELIMITACIÓN TEMPORAL: 31
DELIMITACIÓN TÓPICA: 32
DELIMITACIÓN SEMÁNTICA: 33
CAPÍTULO I: **ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO.** 37
EL ORIGEN DE LA GEOMETRÍA: 39
LA SIGNIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA: 39
LA IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA: 40
GEOMETRÍA EUCLIDIANA: 40
GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA: 42
GEOMETRÍA FRACTAL: 43
FRACTALES: 44
DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO: 47
TEORÍAS DE LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL: 49
LOS 3 MODELOS DE CHRISTALLER PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CIUDADES: 51
CONNECTING THE FRACTAL CITY (NIKOS A. SALINGAROS): 53
PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA: 54

HABITABILIDAD: 56

INDICADORES DE HABITABILIDAD: 58

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: UNA VISIÓN DESDE LA GEOMETRÍA FRACTAL. 62

LECTURA DE PATRONES A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS: 65

FRACTALES COMO CONFIGURADORES DE UN SISTEMA: 66

ENFOQUES DE LOS FRACTALES: 67

CONCLUSIÓN CAPÍTULO I: 68

CAPÍTULO II: **DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.** 71

ANTECEDENTES DE LA COMUNIDAD: 72

PLAN PILOTO DE 1980 EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: 73

MEDIO FÍSICO NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL: 74

MEDIO FÍSICO NATURAL (GEOMETRÍA Y GEOGRAFÍA): 75

SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES: 78

HIDROGRAFÍA: 79

ALTIMETRÍA: 80

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL: 81

VIENTO: 81

MEDIO FÍSICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UN SISTEMA CARTESIANO: 82

AMPLIACIÓN DEL CUADRANTE I: 83

CONFORMACIÓN DE EJES: NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL 84

DIAGNÓSTICO URBANO A PARTIR DE ITERACIONES: 85

ESPACIOS EDUCATIVOS Y CULTURALES: 86

ESPACIOS RECREATIVOS Y DEPORTIVOS: 87

ESPACIOS SOCIALES Y RELIGIOSOS: 88

ESPACIOS DE TRANSPORTE Y SALUD: 89

ESPACIOS POLÍTICOS Y DE PROGRAMAS SOCIALES: 90

ESPACIOS DE EXTRACCIÓN E INDUSTRIALES: 91

MEDIO SOCIAL: COSTUMBRES, TRADICIONES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL 92

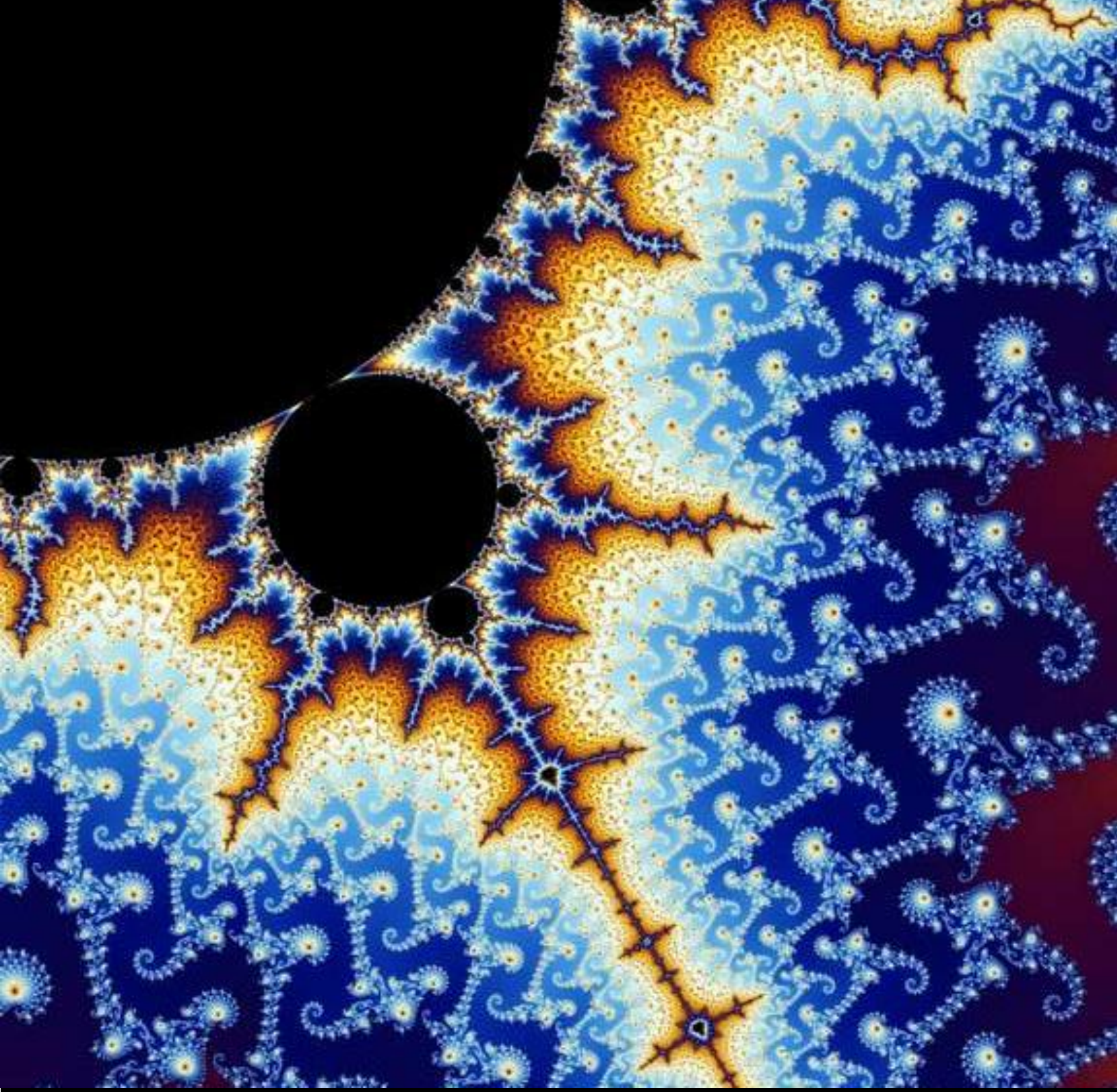
CELEBRACIONES CIVILES Y RELIGIOSAS: 96

COSTUMBRES Y TRADICIONES: 97

ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL: 98

CONCLUSIÓN CAPÍTULO II: 99

CAPÍTULO III: **ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO Y SU APLICACIÓN.** 101
CONCEPTOS ESENCIALES: 103
ITERACIONES EN EL TERRITORIO: 104
DESGLOCE POR CAPAS DE USOS DEL SUELO: 109
DESGLOCE POR CAPAS DE LO CONSTRUIDO: 115
ANÁLIIS NORMATIVO: 120
DELIMITACIÓN DE AGEBS: 127
INDICADORES SOCIALES DE SANTA CRUZ CUAHUTENCO: 128
INDICADORES DE LA POBLACIÓN: 129
INDICADORES ECONÓMICOS: 130
INDICADORES EDUCATIVOS: 131
INDICADORES DE SERVICIOS DE SALUD: 132
INDICADORES DE DISCAPACIDAD: 133
INDICADORES DE MIGRACIÓN: 134
INDICADORES DE RELIGIÓN: 135
INDICADORES DE SITUACIÓN CONYUGAL: 136
INDICADORES DE JEFATURA EN EL HOGAR: 137
CONCLUSIÓN CAPÍTULO III: 138
CAPÍTULO IV: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO.** 141
PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO: 142
CONECTIVIDAD MACRO: 144
CONECTIVIDAD MICRO: 145
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO: USOS DEL SUELO: 146
ESTRATEGIA DE CONECTIVIDAD: 147
PROYECTO CAPILLA ABIERTA: 171
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL CAPILLA ABIERTA: 186
PLANOS CAPILLA ABIERTA: 192
PRESUPUESTO PARAMÉTRICO: 200
CONCLUSIÓN CAPÍTULO IV: 201
CONCLUSIÓN GENERAL: 204
REFERENCIAS: 210
ÍNDICE DE TABLAS: 213
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES: 214



INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

"En la Arquitectura encontré una manera de observar la realidad a partir de un lenguaje de patrones; todo está conformado por patrones"

Víctor David García Araujo

¿Qué relación existe entre un árbol y un bosque, entre una vivienda y una ciudad? Estas son algunas de las preguntas que tenía en mente al comenzar a esbozar las ideas primigenias que dieron como fruto esta investigación, las cuales surgieron mientras se desarrollaba una propuesta Urbano-Arquitectónica titulada "DES-Territorializando el IN-Habitar", para el sexto concurso de INFONAVIT en verano de 2018.

Así como un bosque se compone de un conjunto de árboles, la ciudad se constituye de la agrupación de viviendas, por lo que ambos sistemas comparten un patrón en común: la fractalidad. Cada elemento del sistema (ya sea en el bosque o en la ciudad) es una fracción de un todo.

Tanto en el bosque como en la ciudad, se pueden hacer encuadres, desde niveles macro hasta niveles micro, lo que corresponde a un principio extrapolado de la geometría fractal: la autosimilitud. Sin importar la escala que se esté observando, hay un patrón que se repite.

Estos encuadres forman parte de un todo, lo que conlleva a la concepción de la realidad, como un sistema complejo que tiene múltiples interrelaciones, dependiendo del grado de observación.

Vivimos en un mundo que funciona mediante sistemas complejos, en donde hay fuerzas (aparentemente invisibles) que determinan los fenómenos socio-culturales de la cotidianeidad, por lo que, al desarrollar la investigación a partir de patrones, permite hacer visibles dichos fenómenos en mapas o diagramas con mayor claridad.

Las reflexiones que dieron pauta a considerar a la Geometría Fractal como el eje conceptual de esta investigación, fueron las siguientes:

- La ciudad está conformada por sistemas complejos, que a su vez están constituidos por subsistemas (iteraciones), que ayuda a explicar por qué la ciudad funciona de determinada manera en diferentes capas.

- Entender las relaciones de los sistemas, a través de su *escalaridad*, permite interpretar y aplicar esos patrones a distintas dimensiones de proyectos,

> "*que van desde partes de edificios (como puede ser una fachada o aún sectores de ella) hasta conjuntos edilicios íntegros (lo que para algunos podría implicar un salirse de la "arquitectura" para adentrarse en el "urbanismo").*" (Negrin & Fornari, 1987, pág. 14)[1]

- Los *patrones geométricos* que imperan en el territorio, moldean la habitabilidad de las personas, debido a los umbrales de proximidad/lejanía.

- Los seres humanos responden a *patrones de comportamiento,* que realizan en su cotidianeidad, a través de su repetición en un espacio-tiempo definido en determinados lapsos.

- La fractalidad…

> "*… permite la explicación del espacio urbano, no de una manera lineal o euclidiana, o como un espacio zonificado como se generó con los planteamientos de Le Corbusier en la Carta de Atenas, sino como un conjunto de espacios que la población define en lo cotidiano y que se entretejen generando áreas compartidas y mezclas en los usos de las zonas que componen la ciudad.* (Bernal, 2012, pág. 5)[2]

[1] Chel Negrin y Tulio Fornari, *El mensaje arquitectónico,* México, Gernika, 1987, pág. 14.
[2] Oscar Bernal, *Vorticidad Urbana,* México, Universidad Autónoma del Estado de México, 2012, pág. 5.

Los objetivos principales que incentivaron este trabajo son los siguientes:

- Realizar una aportación a la arquitectura al entender la realidad a partir de un estado de cosas, que integran sistemas, conformados por una espacialidad, temporalidad y materialidad definidos.
- Proponer ideas innovadoras, que puedan despertar el interés en estudiantes o profesionistas por experimentar conceptos y alternativas de solución transdisciplinarios, ante las nuevas dinámicas sociales y la ciudad compleja de la que somos partícipes.
- Desarrollar un proyecto integral, que, de pauta a la investigación, discusión y divulgación de temas relacionados con el diseño urbano-arquitectónico, a partir de una visión desde la Geometría Fractal.
- Aplicar los conceptos extrapolados de disciplinas como la física, la geometría y las matemáticas en un proyecto urbano-arquitectónico real, que pueda beneficiar a la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y mejorar sus condiciones de habitabilidad, aprovechando sus recursos naturales, artificiales y sociales existentes.
- Fomentar el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

> *"En esencia, la geometría fractal ha permitido analizar y comprender la complejidad del espacio urbano en sus múltiples escalas y en la minuciosidad de detalles que son autosemejantes entre sí y con la totalidad en el conjunto."* (Bernal, 2012, pág. 5)[3]

Es de esta manera, como la geometría fractal permite explicar la complejidad del espacio urbano, a través de la utilización del triángulo de Sierpinski y de estudiar al territorio, a través de diferentes capas, que permitan esclarecer información concreta.

[3] Oscar Bernal, *op. cit.*, pág. 5.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO:

El presente trabajo ha sido desarrollado, a partir de una visión transdisciplinaria, con la finalidad de integrar a la investigación conceptos extrapolados de disciplinas como la física, la geometría y las matemáticas, que permitan visualizar los fenómenos urbano-arquitectónicos de la *ciudad compleja* del siglo XXI desde otro ángulo de visión.

En el capítulo I, se estudian conceptos relacionados con el *diseño urbano-arquitectónico* y la *geometría fractal,* para determinar los *patrones* en común que permitan abordar metodológicamente el territorio.

En el capítulo II, se realiza un diagnóstico general del medio físico natural, artificial y social, de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, según los conceptos definidos en el capítulo uno, para detectar las áreas de oportunidad en las que se puede intervenir.

En el capítulo III, se analiza el territorio, tanto del uso de suelo existente como del área construida, la normatividad vigente y sus indicadores sociales. Se conceptualiza un proyecto urbano-arquitectónico a partir de iteraciones y se determina la estrategia urbana a implementar.

En el capítulo IV, se desarrolla la propuesta urbano-arquitectónica para la localidad de Santa Cruz Cuahutenco, la cual contempla un eje oriente-poniente (que articula 4 puntos clave de la comunidad) y un eje norte-sur (que revitaliza una sección del Río que atraviesa la población). De esta manera es como se genera un plano cartesiano.

La metodología que se establece en esta investigación consiste en entender los sistemas como conjuntos compuestos de 3 elementos: *patrones de espacialidad, patrones de temporalidad y patrones de materialidad*, que son necesarios e inseparables para que pueda acontecer algo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Como punto de partida, se llevó a cabo un diagnóstico Urbano-Arquitectónico en el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, para detectar las principales necesidades de la comunidad. En el siguiente mapa (ver imagen 1) se sintetizan las 4 necesidades principales que se requiere atender.

NECESIDADES DEL TERRITORIO:

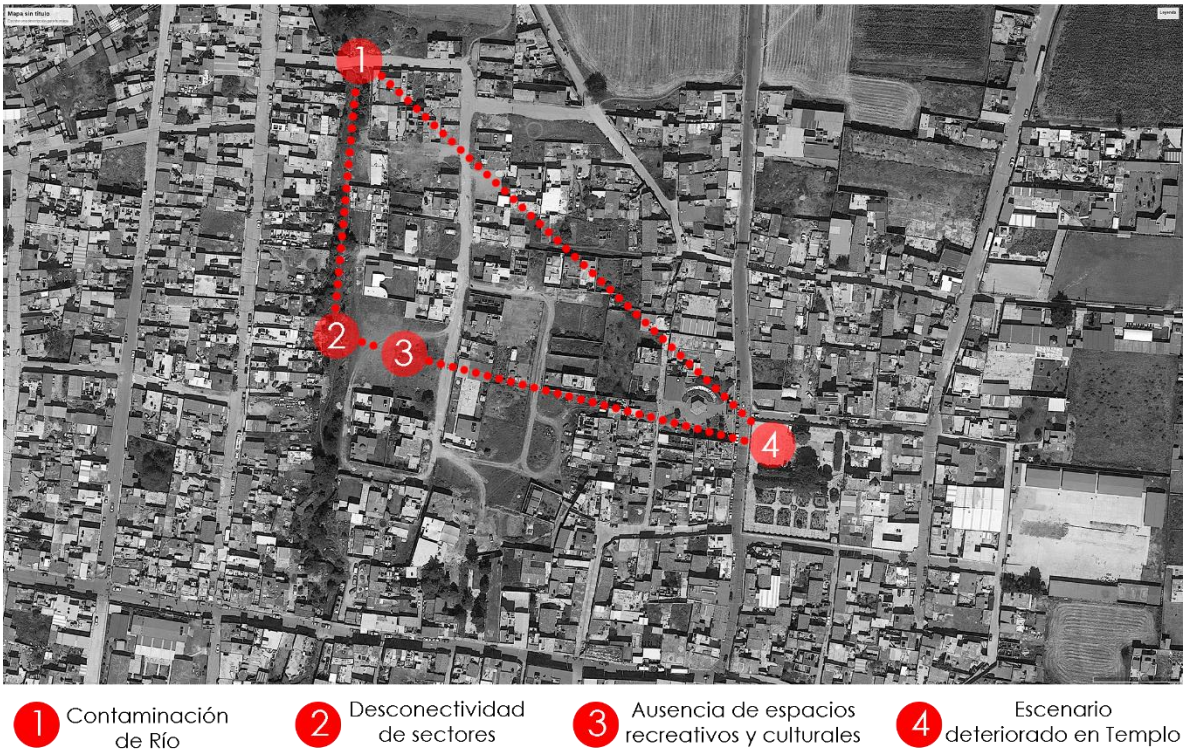


Imagen 1- Mapa de necesidades detectadas en el territorio de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

En las siguientes páginas, se explica de manera general en qué consiste cada una de estas necesidades y se anexan las fotografías pertinentes, para complementar la presente investigación. Estas necesidades engloban los sectores ecológico, urbanístico, recreativo, cultural, social y religioso.

1.- CONTAMINACIÓN DE RÍO:

Uno de los ríos que atraviesa la localidad de Santa Cruz Cuahutenco (proveniente de las escorrentías del Nevado de Toluca), se encuentra contaminado (ver imagen 2), debido a la urbanización sin una supervisión constante y a la falta de conciencia ecológica. Al ser la primera comunidad por la que fluye este río es de suma importancia atender esta necesidad.

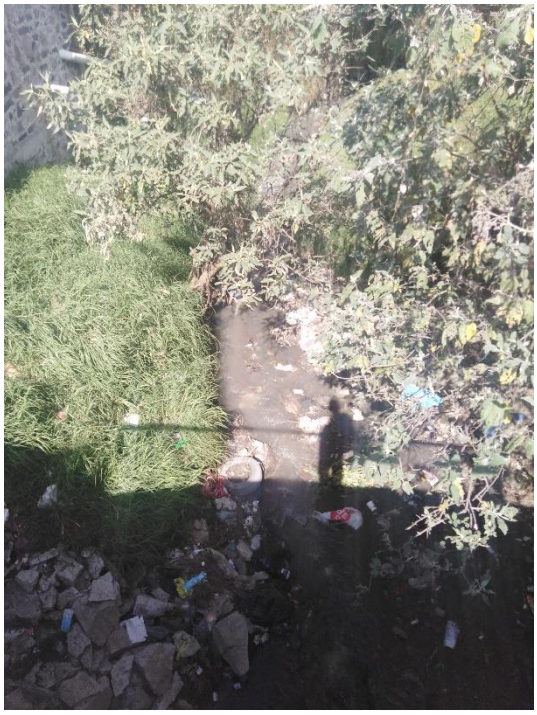


Imagen 2- Contaminación actual de Río. Fuente: Archivo personal, diciembre 2019.

2.- DESCONECTIVIDAD DE SECTORES:

Ante una necesidad de conectividad entre los sectores (llamados coloquialmente "centro" y "colonia"), los pobladores han implementado dispositivos a base de madera (ver imagen 3), que permiten entrelazar ambos sectores. Esto porque los puentes existentes se encuentran a una distancia de 325 metros, lo que genera largos recorridos para poder cruzar de un lado al otro del río.

Imagen 3- Dispositivo de conectividad implementado por los habitantes de la comunidad. Fuente: Archivo personal, marzo 2019.

3.- AUSENCIA DE ESPACIOS RECREATIVOS Y CULTURALES:

A falta de espacios recreativos y culturales, los habitantes de la comunidad tienden a ocupar por temporadas terrenos sin edificación, que adaptan con elementos como lonas, gradas, escenarios e iluminación, para llevar a cabo sus actividades tradicionales, como bailes, jaripeos (ver imagen 4) y las celebraciones alusivas al 16 de septiembre y al 20 de noviembre, entre otras.

Imagen 4- Adaptación del espacio para realización de jaripeo. Fuente: Archivo personal, agosto 2017.

4.- ESCENARIO DETERIORADO EN TEMPLO DE SANTA ELENA DE LA CRUZ:

Anualmente, en este escenario se lleva a cabo la representación tradicional de semana santa y las celebraciones alusivas a Santa Elena de la Cruz. Actualmente, este espacio no ha recibido un mantenimiento estructural, por lo que se encuentra deteriorado (ver imagen 5). Es pertinente la inclusión de este espacio en la propuesta urbano-arquitectónica por la influencia social que tiene en la población.

Imagen 5- Escenario de Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019.

Una vez detectadas las principales necesidades de la comunidad, se formula la pregunta inicial de la investigación:

- ¿Cómo un *proyecto urbano-arquitectónico* (a partir de la geometría fractal) puede mejorar las condiciones de habitabilidad en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco?

Del planteamiento anterior, es como se derivan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo la *revitalización del río* que divide la comunidad, puede ser un agente de cambio que mejore las condiciones de habitabilidad?
- ¿Cómo se puede *mejorar la conectividad* entre los sectores centro y colonia?
- ¿Por qué es pertinente *diseñar un centro cultural,* en la intersección del eje oriente-poniente y el eje norte-sur de la comunidad?
- ¿Por qué el *diseño de la capilla abierta,* en el templo de Santa Elena de la Cruz, es un punto clave en el proyecto urbano-arquitectónico?
- ¿Cómo promover la cultura, las tradiciones propias de Santa Cruz Cuahutenco y hacer conciencia en la población de su importancia?
- ¿Cuál es el aporte de la geometría fractal en el diseño urbano-arquitectónico?

Con las preguntas anteriores, se pretenden hacer más nítidas las principales necesidades de la comunidad, para solventarlas con una propuesta urbano-arquitectónica, desde una visión de la geometría fractal.

En el transcurso las siguientes páginas, irán surgiendo conceptos extrapolados de la geometría fractal, que permiten tener un enfoque diferente, tanto para el diagnóstico del territorio como para su análisis, hasta concretar una propuesta espacial para Santa Cruz Cuahutenco.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un proyecto urbano-arquitectónico para la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, a partir de la extrapolación de conceptos de la geometría fractal, para mejorar sus condiciones de habitabilidad.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Investigar los fundamentos de la geometría fractal y definir su aplicabilidad en este proyecto.
- Realizar el diagnóstico y análisis urbano-arquitectónico de la comunidad, a partir de estudiar en su multi-escalaridad el territorio (teniendo como modelo análogo el triángulo de Sierpinski).[4]
- Diseñar el proyecto urbano-arquitectónico en el área delimitada de la comunidad (ver imagen 6), para solventar las principales necesidades detectadas: la contaminación del río, la desconectividad de sectores, la ausencia de espacios recreativos y culturales y el escenario deteriorado en el templo de Santa Elena.

Imagen 6- Delimitación espacial de objetivos. Fuente de mapa base: Google Earth, mayo 2018.

[4] El triángulo de Sierpinski es el modelo analógico que se retomó para la conceptualización de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico y para el análisis por fracciones del territorio.

PROCESO METODOLÓGICO:

La estrategia metodológica en este proyecto urbano-arquitectónico se compone de dos partes:

I. **Teoría:** En este primer apartado, se plantean teorías y conceptos relacionados con la geometría fractal, para explicar los fenómenos urbano-arquitectónicos que acontecen en el territorio.

II. **Práctica:** Esta segunda parte, consiste en el desarrollo de la propuesta urbano-arquitectónica, para mejorar las condiciones de habitabilidad de la localidad.

La parte teórica, comienza con la descripción de la geometría como el medio de expresión del ser humano, para pasar a la geometría fractal, planteada por el matemático **Benoit Mandelbrot**, donde se descubre uno de los principios del diseño de la naturaleza: *la fractalidad*.

Paulatinamente, se estudian teorías relacionadas con la distribución de las ciudades, como lo es la "Teoría del Lugar Central" del geógrafo Walter Christaller y "The Fractal City", del matemático y polímata Nikos A. Salíngaros, las cuales se explican mediante polígonos urbano-geométricos.

Posteriormente, se sintetizan los conceptos expuestos mediante el triángulo de Sierpinski, al representar de manera gráfica una característica de los fractales (las iteraciones) y de manera conceptual los 3 elementos que hacen posible que pueda acontecer algo: espacio, tiempo y materia.

Finalmente, se plantean los principios de la conceptualización urbano-arquitectónica, para el diagnóstico y análisis de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, hasta llegar a la realización de los mapas e imágenes pertinentes, que evidencian las principales necesidades de la comunidad.

La parte práctica, inicia con el diagnóstico y análisis urbano-arquitectónico, mediante un estudio por capas, donde se analizan los usos de suelo existentes en el territorio, así como la tipología de sus edificaciones, ya sea vivienda, comercio, cultura, educación, recreación, deporte, religión, etc.)

Una vez que se ha realizado el estudio por capas y se han detectado las principales necesidades de la comunidad, se plantea la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, desde lo general (a nivel regional) hasta lo particular (a nivel local).

Desde una visión de la geometría fractal, a nivel regional se plantea la intervención en el río como el *patrón urbano* inicial que se puede expandir (como los líquenes) a lo largo del río, ajustando el patrón a las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de cada comunidad.

A nivel local, se consideran las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de Santa Cruz, y se retoma un antecedente del año de 1980, cuando se llevó a cabo el Plan Piloto en Santa Cruz Cuahutenco, por lo que este proyecto se concibe como una continuación de ese ideal de mejora.

El primer proyecto arquitectónico que se desarrolla es la capilla abierta en el templo de Santa Elena de la Cruz, en donde se presentan los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones necesarios para su construcción, así como el presupuesto y programación de la obra.

El segundo proyecto arquitectónico, corresponde al centro cultural, ubicado en la intersección del eje oriente-poniente y el eje norte-sur de la comunidad, el cual se diseña a nivel conceptual, estableciendo los ejes rectores del proyecto, así como sus etapas de realización.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Desde el año de 1980, cuando se desarrolló el Plan Piloto en Santa Cruz Cuahutenco, no se ha realizado ninguna intervención urbana en la comunidad; 40 años después, es necesaria una propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico que solvente las nuevas necesidades espaciales de la población y se ajuste a sus costumbres y tradiciones específicas.

A continuación, se describe cada uno de los puntos expuestos en el apartado de planteamiento del problema, para complementar la información proporcionada y explicar la pertinencia del desarrollo de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico para Santa Cruz.

1.-CONTAMINACIÓN DE RÍO:

Se realizó un mapeo del crecimiento poblacional en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, teniendo como base un mapa de Google Earth del año 2003 y un mapa del año 2017, en donde se marcó de color amarillo las áreas en donde se edificó durante este lapso de 14 años (ver imagen 7).

Esta urbanización enmarcada en el recuadro rojo se desarrolló justo en la periferia de los sectores centro y colonia, por lo que esa área es un punto clave de la investigación, además de ser considerada el corazón de la comunidad por su ubicación geográfica y los desplazamientos actuales.

Esta necesidad también se encuentra señalada en el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2015, con el punto número 3, referida a la "Contaminación del Río Chiquito". (2019)[5]

[5] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec, 2015*, Plano Diagnóstico D-7 Síntesis de la Problemática.

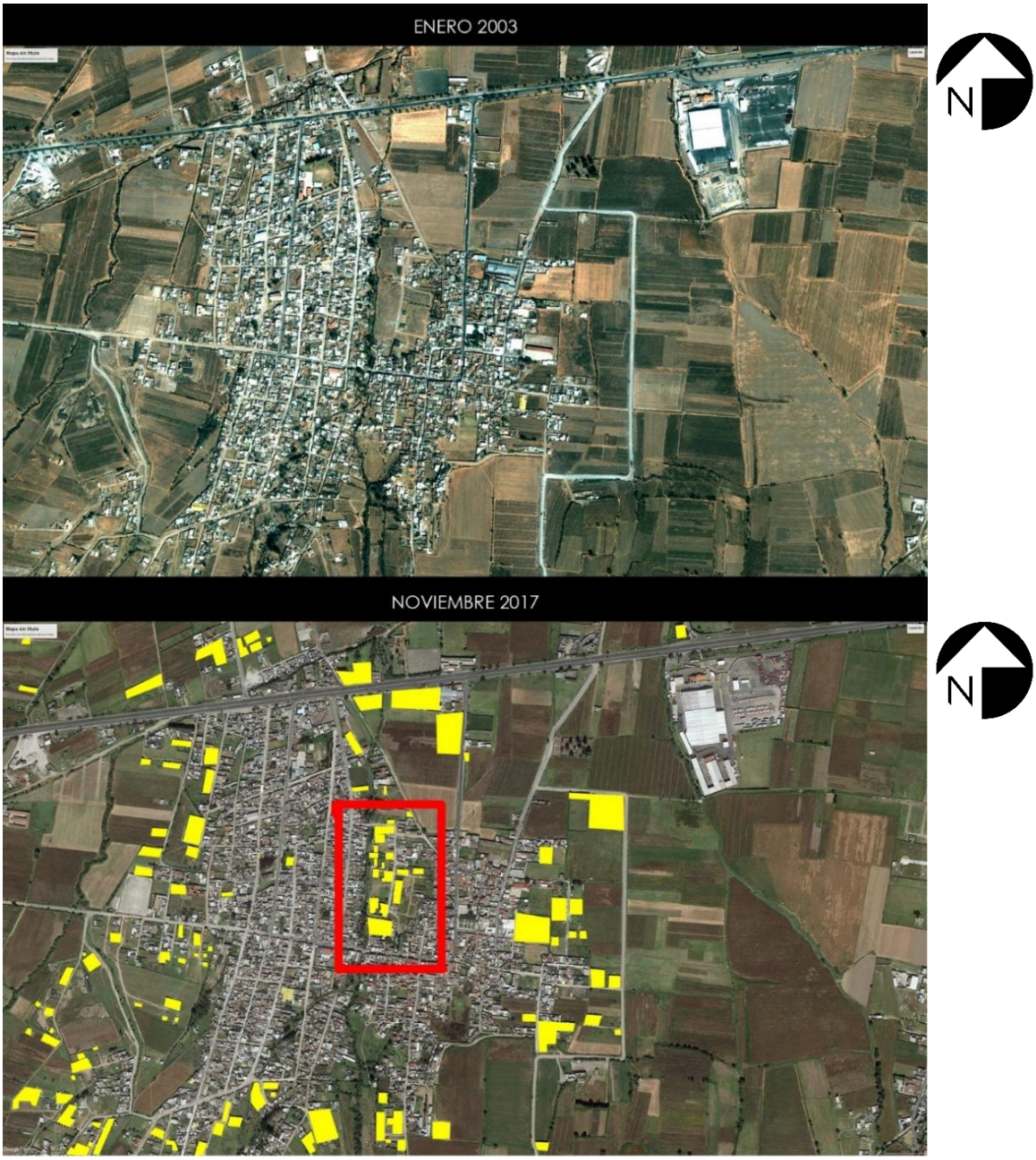


Imagen 7- Crecimiento poblacional 2003-2017. Fuente de mapa base: Google Earth 2003 y 2017.

En la imagen 7, se observa un crecimiento en el primer cuadrante del territorio (enmarcado con el recuadro rojo). Dadas las condiciones actuales del río, se llega a la conclusión que dicha urbanización se llevó a cabo sin una supervisión contante, que garantizara las condiciones de higiene y salubridad de la población, así como el cuidado y mantenimiento del río.

2.- DESCONECTIVIDAD DE SECTORES:

Se realizó un mapeo del territorio, a partir del área de estudio delimitada y se ubicaron los puntos de conexión (puentes) existentes entre el sector centro y el sector colonia (ver imagen 8). Al haber únicamente esos dos puntos de conexión, se genera un aislamiento interno de los sectores y se dificulta la permeabilidad de los flujos (personas) sobre los fijos (lo edificado).

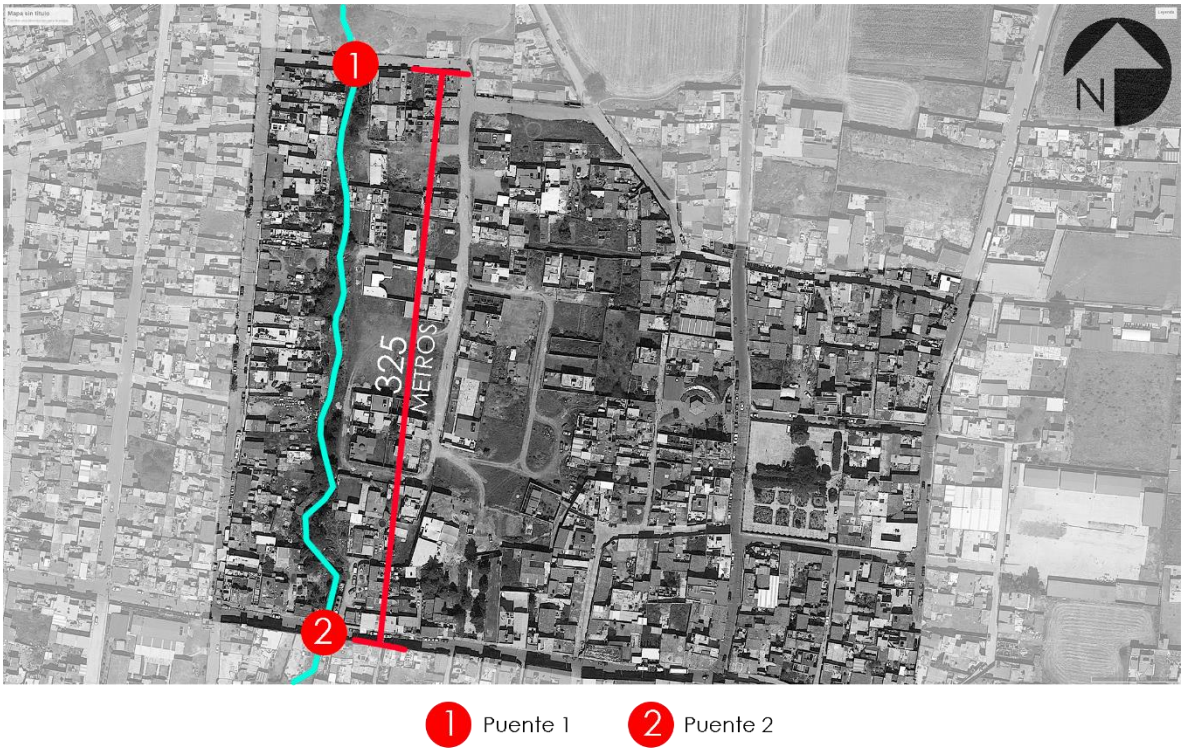


Imagen 8- Ubicación de puentes en el área de estudio. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

Se detectó que, en el área de estudio, los puentes existentes se encuentran a una distancia de 325 metros, lo que genera largos recorridos y por esta razón, los habitantes tienden a recurrir a dispositivos que acorten estos recorridos, como puentes provisionales hechos a base de polines, que les permitan cruzar de un lado al otro del río.

3.- AUSENCIA DE ESPACIOS RECREATIVOS Y CULTURALES:

En la actualidad, sólo el 1.18% del uso de suelo en el área de estudio, está destinada al sector recreativo (ver imagen 9). Ante la demanda de espacios de esta índole, la población regularmente utiliza terrenos baldíos para solventar esta necesidad, colocando una lona que proteja temporalmente el espacio, mientras se realiza el evento planeado.

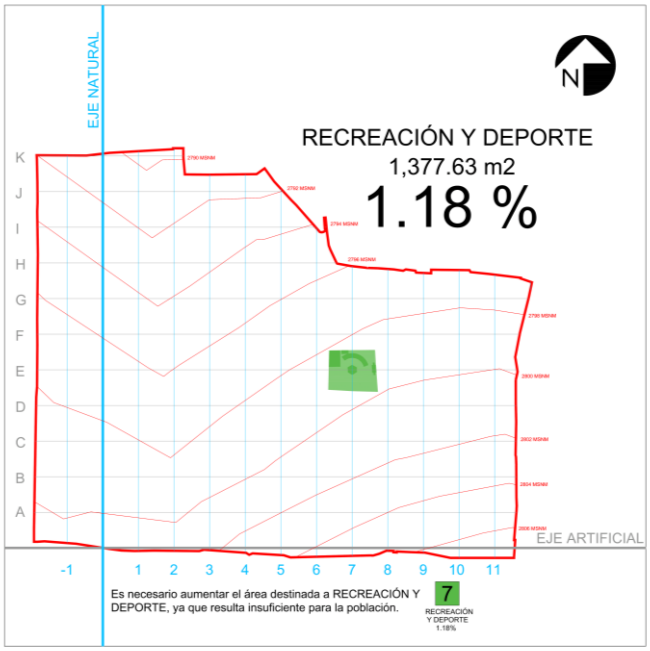


Imagen 9- Análisis del uso del suelo con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III".

De los espacios construidos, destinados al sector recreativo y deportivo, solo el 0.82% de lo edificado pertenece a este sector (ver imagen 10), correspondiente únicamente a la plaza comunitaria de Santa Cruz Cuahutenco, pero existen áreas que tienen el potencial de contribuir a esta necesidad, como las franjas de área verde paralelas al río.

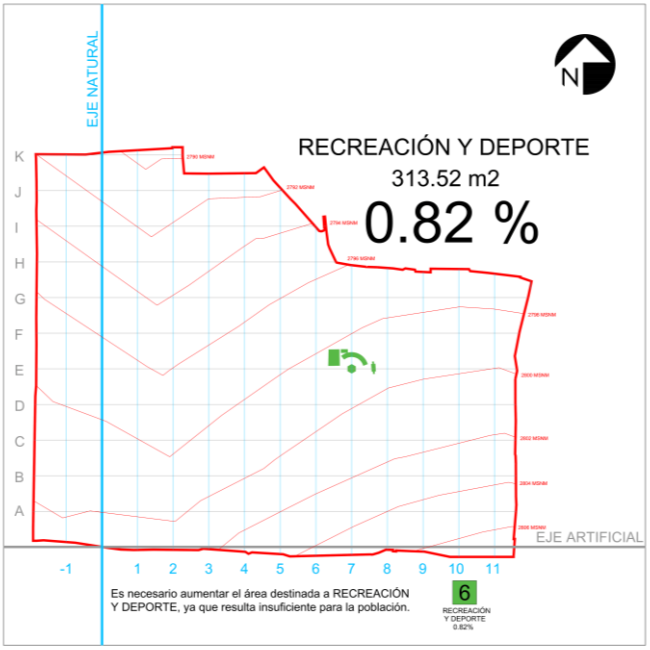


Imagen 10- Análisis de lo construido con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III".

4.- ESCENARIO DETERIORADO EN EL TEMPLO DE SANTA ELENA DE LA CRUZ:

Como se observa en la imagen 11, el actual escenario del templo de Santa Elena de la Cruz presenta diversas patologías, como grietas en la base, desprendimiento del firme de concreto y crecimiento de vegetación.

Esto como resultado del uso del espacio y de su proceso constructivo, ya que en su construcción se utilizó relleno que no estaba totalmente libre de materia orgánica y con el paso del tiempo, se fue asentando, permeando la humedad y creciendo la vegetación.

Imagen 11- Detalle fotográfico de las patologías del escenario del templo. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019.

La intervención en este espacio es un punto clave en la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico, ya que una importante afluencia de personas[6] tiene el hábito de asistir semanalmente a las celebraciones litúrgicas, por lo que las actividades del programa urbano-arquitectónico se sincronizan con este fenómeno de desplazamiento.

De esta manera, el **punto de encuentro** en el templo de Santa Elena de la Cruz se despliega a lo largo del eje cultural oriente-poniente, hasta llegar al centro cultural y posteriormente en el eje recreativo norte-sur.

[6] Según el Dr. Ángel Palma, el 98% de los credos religiosos en Santa Cruz Cuahutenco pertenece a la religión católica. Véase en: Palma, A. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.110

Recientemente, se han conformado asociaciones civiles, que tienen la finalidad de promover las tradiciones de la comunidad y la cultura, como "Colectivo Santa Cruz", que organiza entre otras actividades, el evento denominado "Ruta de las Animas" el 1° de noviembre de cada año, en donde se exponen ofrendas que son diseñadas por los grupos sociales de la localidad, como los panaderos, músicos, grupos religiosos, jóvenes, etc.

Este proyecto, está encauzado a la misma dirección, al diseñar un centro cultural, donde se pueden exhibir elementos identitarios de la comunidad, como fotografías, elementos históricos o creaciones de los mismos habitantes, ya sean de los talleres ofertados del centro cultural o de los centros educativos, como el preescolar, la primaria y la secundaria.

La estrategia para promover la cultura y la recreación en la comunidad es a través de la creación del **eje cultural oriente-poniente** y del **eje recreativo norte-sur,** así como la ubicación de las áreas de exposición, en lugares que son transitados cotidianamente por los habitantes, para que su acercamiento a la cultura sea de una manera amigable y sutil.

¿Por qué es importante mantener una identidad y el vínculo con la cultura? Porque el ser humano es sociable por naturaleza y la identidad, le permite sentirse perteneciente a un grupo social, lo que contribuye a su correcto desarrollo biológico, psicológico y social.

En síntesis, esta propuesta de mejoramiento desarrolla el lenguaje de patrones que permite tejer las conexiones urbano-arquitectónicas de la localidad, mientras se integra el medio físico natural, artificial y social con las costumbres y tradiciones propias de la comunidad, para mejorar las condiciones de habitabilidad y la calidad de vida de la población.

BENEFICIOS QUE OFRECE EL PROYECTO:

A continuación, se anexa una breve descripción de los beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, culturales-recreativos, deportivos y de salud que ofrece esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico.

- **Sociales:** Fomentar las costumbres y tradiciones de la comunidad a las nuevas generaciones, por medio de espacios culturales que permitan su difusión, así como actividades donde participe la ciudadanía y se promueva la unidad y las relaciones sociales, como en el evento denominado "Ruta de las Ánimas" en noviembre o en la "Feria de Pan Artesanal" en mayo, llevados a cabo anualmente.
- **Económicos y laborales:** Mediante la revitalización del río que atraviesa el centro de la comunidad, se ofrece una nueva fachada a las viviendas que actualmente dan la espalda al río, para que puedan abrir un local comercial que ofrezca productos o servicios a la nueva afluencia peatonal y de esta manera tener otra fuente de ingresos.

  En el caso del centro cultural, se plantea la apertura de talleres, que entre semana puedan tener un bajo costo, para que puedan asistir niños, jóvenes, adultos y adultos mayores, además de generar empleos en el mismo centro cultural y en la periferia del río.
- **Ecológicos:** En vez de conceptualizar el río como un espacio para el desagüe, se interpreta como un espacio de oportunidad, que mejora las condiciones de habitabilidad de la población (al extender el espacio público y las áreas verdes) y contribuye al cuidado del medio ambiente, tanto para la primer localidad por la que fluye el río (Santa Cruz Cuahutenco) como para las comunidades posteriores por las que circula, como Barbabosa, Bosques ICA, Calixtlahuaca, San Pablo Autopan y San Diego Linares, hasta su entronque con el río Lerma.

- **Políticos:** Se fomenta una comunicación asertiva entre las autoridades de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y las autoridades del H. Ayuntamiento de Zinacantepec 2019-2021, estableciendo un trabajo colaborativo no solo para la realización de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico, sino para la realización de proyectos posteriores que beneficien tanto al Municipio de Zinacantepec como a la ciudadanía de Santa Cruz Cuahutenco.
- **Culturales y recreativos:** Se promueven espacios que permiten a la población acercarse a la cultura de una manera amigable, mediante espacios abiertos como la plaza central del centro cultural, donde la población pueda observar un evento o una exposición temporal mientras camina habitualmente. Además de espacios de recreación, como los talleres del centro cultural, donde las personas puedan aprender un oficio como la elaboración de pan artesanal, carpintería o electricidad e inscribirse a talleres de ritmos latinos, danza, zumba, música, pintura, dibujo, escultura, entre otros.
- **Deportivos:** Por medio de la apertura de los senderos propuestos (los cuales ya existen, solo que no están en condiciones de ser transitables) y el andador del río, se promueve la movilidad peatonal y se incentiva a las personas a caminar, trotar, correr o usar su bicicleta, promoviendo su bienestar físico y disminuyendo el uso del automóvil.
- **Salud:** Al fomentar la movilidad sustentable (peatonal y no vehicular), se fomenta el cuidado de la población por su salud, física (mediante el ejercicio), mental (por medio de la cultura y el conocimiento) y espiritual (al conectarse el ser humano con la naturaleza, con el río, la flora y la fauna del territorio).

DELIMITACIÓN ESPACIAL:

El desarrollo de la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico se lleva a cabo en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, Municipio de Zinacantepec, Estado de México, coordenadas 19.2492, -99.7266,[7] debido a que es la primera comunidad por la que fluye una de las escorrentías provenientes del Nevado de Toluca, como se observa en la imagen 12.

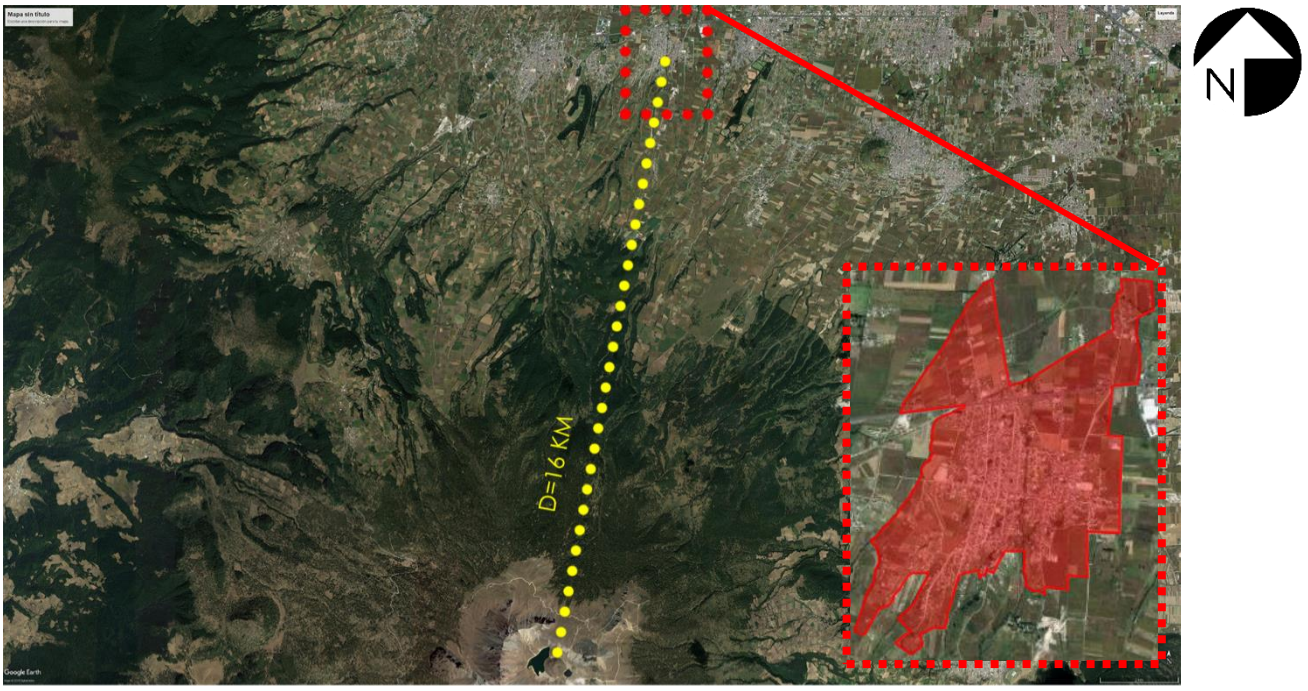


Imagen 12- Ubicación de Santa Cruz Cuahutenco (encuadre rojo) en relación con el Nevado de Toluca y ampliación de la comunidad. Fuente de mapa base: Google Earth 2017.

La comunidad de Santa Cruz se encuentra a una distancia de 16 km del Nevado de Toluca, como lo muestra la línea punteada amarilla. La ampliación con el recuadro puntuado rojo delimita el polígono de la localidad, la cual tiene un área de 2,588,006 m2 y un perímetro de 11,948.00 metros, según la medida realizada con el navegador interactivo de INEGI.[8]

[7] INEGI 2019. Consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=151180064
[8] *Idem*

DELIMITACIÓN TEMPORAL:

Esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico se desarrolla a inicios de la tercera década del siglo XXI (01/01/2020 - 31/12/2029), debido a que en los últimos 40 años no se ha realizado una intervención urbana en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco (desde el Plan Piloto de 1980) y es necesario solventar las nuevas necesidades espaciales, como lo es el crecimiento poblacional[9] (ver tabla 1) y cuidar el medio ambiente.

Información de localidad

Datos actuales						
Clave INEGI	151180064					
Clave de la entidad	15					
Nombre de la Entidad	México					
Clave del municipio	118					
Nombre del Municipio	Zinacantepec					
Grado de marginación municipal 2010	Bajo					
Clave de la localidad	0064					
Nombre de la localidad	Santa Cruz Cuauhtenco					
Estatus al mes de Octubre 2015	Activa					
Año		**2005**			**2010**	
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Total de población en la localidad	2,565	2,733	5,298	3,640	3,820	7,460
Viviendas particulares habitadas		1,087			1,606	
Grado de marginación de la localidad *(Ver indicadores)*		Bajo			Medio	
Grado de rezago social localidad *(Ver indicadores)*		1 muy bajo			Muy bajo	
Indicadores de carencia en vivienda *(Ver indicadores)*						

Tabla 1: Según el INEGI, del año 2005 al año 2010, se presentó un incremento poblacional de 2,162 habitantes. Fuente: SEDESOL, Catálogo de Localidades, consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151

Como se explica en la tabla 1, se ha detectado un crecimiento poblacional importante, al pasar de ser 5,298 habitantes en el año 2005 a ser 7,460 habitantes en el año 2010. Lo que significa que en tan solo 5 años la población aumentó un 40%, en relación con los habitantes en el año 2005.

La solución arquitectónica, ante el crecimiento poblacional queda abierta para un proyecto posterior. Por el momento, estas cifras sólo se consideran para explicar la necesidad de revitalizar el río de la comunidad, ante la urbanización asentada en los últimos 14 años (ver imagen 7).

[9] Para más información, consultar el Catálogo de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social, desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151180064

DELIMITACIÓN TÓPICA:

¿Qué relación existe entre el crecimiento poblacional a lo largo del río con el estado actual de su contaminación?

¿Qué acciones se pueden realizar para revitalizar el río que fluye por la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco?

¿Cómo se puede concientizar a la población de la importancia del cuidado de los recursos naturales?

¿Cómo se puede solventar la necesidad de conectividad entre los sectores centro y colonia de una manera eficiente?

¿De qué manera el diseño de espacios culturales-recreativos contribuye a mejorar las condiciones de habitabilidad de la comunidad?

¿Cómo se pueden difundir las costumbres y tradiciones de la comunidad a las nuevas generaciones?

¿Por qué la inclusión del sector religioso en este proyecto es un punto clave para sincronizar las actividades del programa urbano-arquitectónico?

¿Cómo integrar el medio físico natural, artificial y social con las costumbres y tradiciones de la localidad y con la propuesta de mejoramiento?

¿Qué beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, políticos, culturales-recreativos, deportivos y de salud ofrece el desarrollo de esta propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico?

¿Cómo se puede conectar la geometría fractal en el diseño de la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco?

DELIMITACIÓN SEMÁNTICA:

El concepto de fractales en este proyecto es extrapolado de uno de los principios de diseño de la naturaleza: la fractalidad. Esta propiedad se encuentra presente en todo lo que existe, ya sean las nubes, las montañas, los copos de nieve, los árboles, el macrocosmos y el microcosmos, en todo.

A partir de este concepto, es como se crea el *patrón regional* (que tiene que ver con la revitalización del río a nivel macro) y el *patrón local* (que ajusta la propuesta de mejoramiento urbano-arquitectónico a las costumbres y tradiciones propias de la comunidad).

Esto con la finalidad de mejorar las condiciones de habitabilidad en la población, a partir del término "buen vivir", es decir, de garantizar las condiciones que permiten que el ser humano se desarrolle plenamente en los aspectos biológico, psicológico y socio-cultural.

Ambiente: Resultado de la interrelación del hábitat y los seres vivos, incluyéndose las diferentes actuaciones de éstos y sus variaciones. Es un contexto que se produce en el actuar y obrar de los seres vivos dentro de un hábitat. (Camacho, 2007, pág. 33)[10]

Atrio: En la nueva España, era el espacio exterior, anterior a la entrada de una iglesia, que se delimitaba por medio de tapias… en el centro del atrio, se ubicaba una cruz atrial.

Gracias a estos espacios abiertos, los frailes pudieron convertir a los naturales americanos, acostumbrados a realizar sus ritos religiosos al aire libre, por lo que tales espacios fueron una zona abierta que permitía la *concentración de personas* que participaban en los ritos religiosos.

[10] Mario Camacho, *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*, Trillas, México, pág. 33.

El atrio se empleó como zona de actividades religiosas, como el catecismo, las bodas, etc. Este espacio abierto también permitió la realización de actividades didácticas, de ciclo enseñanza-aprendizaje, para la aculturación hispánica de los pueblos americanos. En épocas posteriores al siglo XVI, se llegó a tener cerca de él, o en él, lugares de panteones. (Camacho, 2007, pág. 64)[11]

Comunidad: Estructura organizativo-funcional de distintos tipos de organismos. Grupo de seres cuya unión es de vida o destino y se manifiesta en la posesión compartida de bienes y servicios. La comunidad se basa en la "voluntad de elegir" y la "voluntad de ser". (Camacho, 2007, pág. 204)[12]

Comunidad social: Unidad estructurada e integrada por grupos humanos que comparten bienes y servicios, para hacer posible la vida dentro de ella. Se relaciona a un hábitat, y con la fusión de ambos se produce el ambiente. (Camacho, 2007, pág. 204)[13]

Concha: Bóveda de cuarto de esfera en forma de concha, ya sea con estrías o un hinchamiento con segmentos tipo concha. Concha acústica, cascarón que permite un *sentido de ondas sonoras* para difundirlas en *espacios abiertos.* (Camacho, 2007, pág. 209)[14]

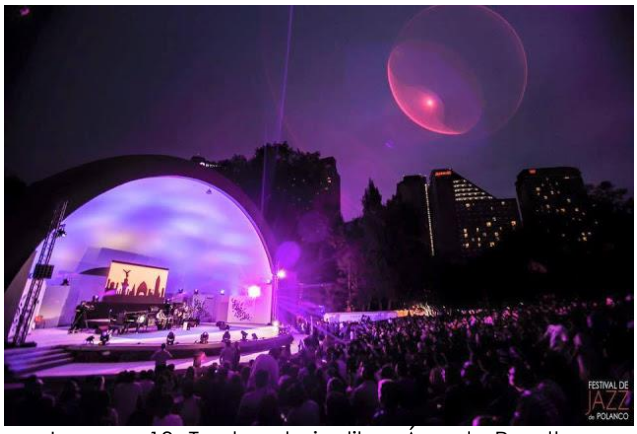


Imagen 13- Teatro al aire libre Ángela Peralta, Polanco. Obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: http://polancoayeryhoy.blogspot.com/2011/03/el-teatro-angela-peralta.html.

[11] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 64.
[12] *Ibidem*, pág. 204.
[13] *Idem.*
[14] *Ibidem*, pág. 209.

Espacio vital: Extensión espacial-temporal de tipo psicológico. Concepto de Kurt Lewin. Esta extensión se relaciona con las experiencias aprendidas, relacionadas a su vez con un espacio perceptual estimado por medio de vivencias intencionales. (Camacho, 2007, pág. 343)[15]

Fractal: (Del francés *fractal*, voz inventada por el matemático francés B. Mandelbrot en 1975 y este del latín *fractus* "quebrado"). Estructura iterativa que tiene la propiedad de que su aspecto y distribución estadística no cambian cualquiera que sea la escala con que se observe. (RAE, 2019)[16]

Geometría: Ciencia que estudia el espacio, matemática y gráficamente. Existen dos concepciones de geometría, la euclidiana y la no euclidiana. (Camacho, 2007, pág. 397)[17]

Geometría fractal: Es un nuevo lenguaje, ya que los puntos, rectas, esferas, elipses y demás objetos de la geometría tradicional, son reemplazados por algoritmos iterativos computacionales, que permiten describir sistemas naturales, caóticos y dinámicos. (Braña, 2003)[18]

Habitabilidad: La estética de la habitabilidad está contenida en los modos de ocupar el espacio, en su cultura y su lenguaje, condición clave que permite inferir el sentido de apropiación, ocupación, identidad y significación del espacio – modos de habitar-. (Macías & De Hoyos, 2015, pág. 274)[19]

---

[15] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 343.
[16] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://dle.rae.es/fractal?m=form
[17] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 397.
[18] Juan Braña, *Resumen del Curso de "Introducción a la Geometría Fractal*, 2003, pág. 5, Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf
[19] Yatzin Macías y Jesús De Hoyos, *El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social*, pág. 274. Véase en José Jiménez, Jesús De Hoyos, Liliana Romero, Alberto Álvarez y Juan Ocaña, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, 338 pp.

Hábitat: Sitio geográfico, desde un punto de vista fisicoquímico, en donde se determinan los factores condicionantes, que permiten las adaptaciones de las actividades vitales de los organismos, así como su modo de sobrevivencia, no se presentan aislados, coexisten en forma simbiótica en un espacio determinado. (Camacho, 2007, pág. 418)[20]

Patrón: Modelo que sirve de muestra para sacar otra cosa igual. (RAE, 2019)[21]

Sistemas no lineales: En los sistemas no lineales, hay propiedades emergentes, que aparecen como resultado de la interacción entre sus partes y que no pueden explicarse, a partir de las propiedades de sus elementos componentes. La complejidad no es, necesariamente, sinónimo de complicación. Sólo habría que enfocar el mundo, desde una visión basada en la no linealidad. Tanto la geometría, como la dinámica de muchos sistemas naturales se pueden abordar desde enfoques simples. (Ivanov, 2019)[22]

Teoría del caos: Cuando se habla en ciencia de caos, nos referimos a caos determinista. Es decir, una conducta compleja e impredecible, pero que se deriva de ecuaciones o algoritmos bien definidos matemáticamente; que incluso no necesitan ser muy complicados. El caos es la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales. Es decir, existe caos, cuando en un sistema dos sucesos que empiezan en condiciones iniciales muy próximas evolucionan de manera diferente, de forma que se separan exponencialmente en el espacio de las fases. (Borondo, 2019)[23]

[20] Mario Camacho, *op. cit*., pág. 418.
[21] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://dle.rae.es/patrón?m=form
[22] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: https://disi.unal.edu.co/~lctorress/PSist/PenSis53.pdf pág.10.
[23] Consultado el 27 de diciembre de 2019 desde: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan°7/Seminario%20Teoría%20del%20Caos%201.pdf pág. 3.

CAPÍTULO I:

ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO.

ANÁLISIS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL EN EL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO:

"Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, la corteza del árbol no es suave y el rayo tampoco viaja en línea recta."

Benoit Mandelbrot

En este primer capítulo, se van a abordar de manera general los conceptos clave, para el análisis y desarrollo de la investigación, a partir del estudio de la Geometría Fractal y su aplicación, en la lectura de los fenómenos urbano-arquitectónicos y la mejora de la habitabilidad (ver imagen 14).

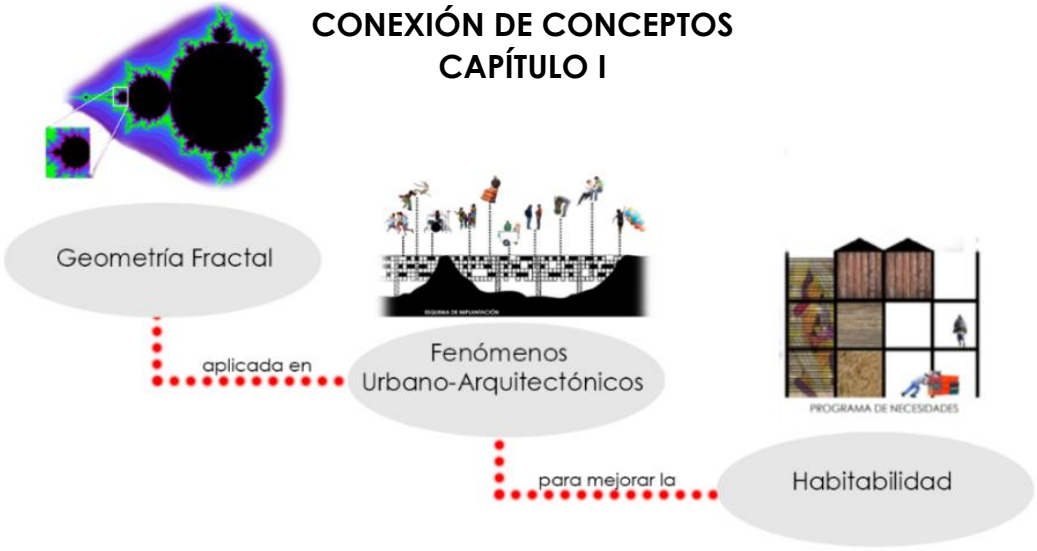


Imagen 14- Conexión de conceptos, capítulo I. Fuente de imagen: Elaboración propia, diciembre 2019. Fuente de imágenes base, obtenidas en junio de 2018: https://fractalesmat.blogspot.com/2016/05/geometria-fractal.html, C-CIFV-253 L-2 y C-CIFV-253 L-2

Se inicia con la reflexión acerca de los orígenes de la geometría (como herramienta y lenguaje sagrado), el significado que tiene para el ser humano (como un lenguaje de expresión de lo simbólico) y la importancia de plasmar un legado (a través de una materialidad y temporalidad definidas). Posteriormente, se estudia la geometría Euclidiana y la no Euclidiana, hasta el surgimiento de la geometría fractal.

EL ORIGEN DE LA GEOMETRÍA:

El origen de la palabra proviene de los vocablos griegos *geo* (tierra) y *metría* (medir), la "medición de la tierra." (Fernández, 2018, pág. 30)[24] Según Herodoto, se remonta a solucionar la necesidad de delimitar parcelas de terreno en Egipto y según Aristóteles, fue una casta sacerdotal la que promovió la investigación geométrica.

Por esta razón, se concibe a la Geometría, por un lado, como una *herramienta* para la solución de problemas prácticos (en cuanto a la delimitación de los terrenos) y por otro, como un *lenguaje sagrado* y con fines rituales. (Bernal & De Hoyos, 2012, pág. 95)[25]

LA SIGNIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA:

En las culturas de la antigüedad, la Geometría no fue concebida, únicamente como un *instrumento* de medición sino, además, como una *forma simbólica* de delimitación espacial, que le permitió al hombre la apropiación de espacios geográficos para convertirlos, por medio de ciertos ritos, en un espacio sacro. (Bernal & De Hoyos, 2012, pág. 100)[26]

Según Víctor Manuel Ortiz (Ortiz, 1984, pág. 60),[27] "el proceso de apropiación convierte el entorno en un *lugar con sentido*, en un sistema de significación", por lo que no se trata, únicamente de concebir espacios útiles y lógicos, sino que debe considerarse un sistema abierto, dinámico y flexible, donde el habitante pueda apropiarse del espacio y darle su propio sentido.

[24] Ever Fernández, *La geometría para la vida y su enseñanza*, Revista de investigación en administración e ingeniería no. 17, 2018, pág. 30.
[25] Oscar Bernal y Jesús De Hoyos, *El mito fundacional de la ciudad, una visión desde la geometría sagrada*, Revista Nova Scientia, 2012, pág. 95.
[26] *Ibidem*, pág. 100.
[27] Víctor Ortiz, *La casa, una aproximación*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1984, pág. 60.

LA IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA:

A través de los años, el hombre siempre ha buscado la manera de solucionar sus necesidades espaciales y materializar sus ideales, en el periodo histórico en el que habitó, siendo la geometría el lenguaje, que le ha permitido plasmar esa búsqueda, en un espacio-tiempo definidos y con una materialidad específica, permitiéndole así construir su l*egado*.

La geometría ha sido y sigue siendo, el lenguaje que permite al ser humano solucionar sus necesidades espaciales, tanto de manera práctica (por la *técnica* empleada para delimitar el espacio) como de manera simbólica (por la parte *artística* o simbólica) y en última instancia, hace posible la construcción de su *legado* y con ello su continuidad en el mundo.

GEOMETRÍA EUCLIDIANA:

Con los griegos, la geometría avanza, hacia la constitución de una disciplina científica, por el interés de fundamentar teórica y deductivamente el conocimiento geométrico, por lo que comienza a ser vista como un sistema axiomático de carácter deductivo. (Camargo & Acosta, 2012)[28] Tiempo después, esos axiomas son conocidos como los postulados de Euclides.

Elementos es la obra cumbre escrita por Euclides, hacia el año 300 a.C. que sistematiza estos desarrollos que continúan con los trabajos de Apolonio, Arquímedes y Tolomeo. Por casi dos mil años, el conocimiento geométrico se subordina al esquema Euclidiano, hasta que tiempo después, surge la geometría no euclidiana, como una respuesta a interrogantes que la geometría euclidiana no había podido demostrar bajo sus postulados.

[28] Leonor Camargo y Martín Acosta, *La geometría, su enseñanza y aprendizaje*, Revista Tecné, Episteme y Didaxis, 2012, pág. 4-8.

La geometría euclidiana imperó como el medio, para explicar la realidad, a través de axiomas, que pudieran ser comprobables y construir un conocimiento científico. Uno de los postulados, por ejemplo, dice que la suma de los ángulos de cualquier triángulo suma 180° (Fernández, 2018, pág. 17).[29] A continuación, se enuncian los 5 postulados formulados por Euclides:

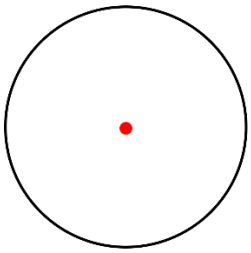
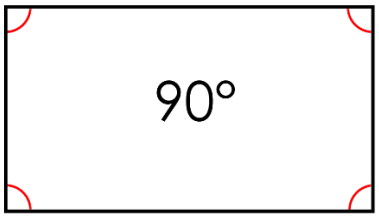
#	DESCRIPCIÓN DEL POSTULADO	REPRESENTACIÓN
1	Desde cualquier punto, se puede trazar una recta, a cualquier otro punto.	
2	Toda recta se puede prolongar indefinidamente.	
3	Con cualquier centro y cualquier distancia, se puede trazar un círculo.	
4	Todos los ángulos rectos son iguales.	
5	Por un punto exterior a una recta, se puede trazar una, y solo una paralela a dicha recta.	

Tabla 2: *Los Postulados de Euclides*. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Sáenz, 2015). Obtenido el 13 de septiembre de 2018 desde: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8

[29] Ever Fernández, *op. cit.*, pág. 17.

GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA:

Dentro del desarrollo que experimentó la geometría durante la última mitad del siglo XVIII y primera mitad del siglo XIX, tuvo lugar el nacimiento de una nueva geometría: la geometría no euclidiana. Esta nueva geometría, fue el fruto de la serie de trabajos que fueron surgiendo con la finalidad de demostrar el quinto postulado de Euclides. (Fernández, 2018, pág. 12)[30]

Cualquier geometría cuyos axiomas contradicen alguno de los de Euclides, es llamada no Euclidiana. La primera de ellas que se inventó es la llamada Geometría Lobachevsquiana. Gauss (1777 - 1855) en Alemania, Bolyai (1802-1860) en Hungría y Lobachevsky (1793-1856) en Rusia, plantearon independientemente la forma de Playfair (1748-1819) del postulado. (Escobar, 2018, pág. 96)[31]

Según Jaime Escobar, "*el descubrimiento de las geometrías no euclidianas liberó a la geometría de su molde tradicional y modificó los conceptos de las matemáticas en general*",[32] lo que significó una ruptura y la transformación del pensamiento.

Al estudiar los antecedentes de la geometría no euclidiana, se llega a los siguientes incisos:

I. A partir de la geometría no euclidiana, es como se deriva la geometría fractal (eje de análisis de esta investigación).
II. En esta propuesta de mejoramiento, se conceptualiza el proyecto urbano-arquitectónico desde la geometría fractal (lo que implica un ángulo de visión diferente).

[30] Ever Fernández, *op. cit*., pág. 12.
[31] Jaime Escobar, *Elementos de Geometría*, pág. 96, Consultado el 13 de septiembre de 2018 desde: http://matematicas.udea.edu.co/~jescobar/Geometria/pdf/elementos%20de%20geometria1.pdf
[32] *Ibidem*, pág. 97.

GEOMETRÍA FRACTAL:

La geometría fractal, es un principio del diseño de la naturaleza, que se encuentra presente en todo, desde una pequeña grieta en la tierra, hasta una nube de gran tamaño en el cielo. Como se observa en la imagen 15, en cada caso, existe una estructura geométrica en particular.

Imagen 15- La Geometría Fractal en la naturaleza. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.gizmodo.com/diez-bellisimos-ejemplos-de-fractales-en-la-naturaleza-1677114869.

Según Elena Sanz (2019)[33], el matemático Polaco Benoit Mandelbrot, es considerado el padre de la Geometría Fractal, por ser pionero en ese campo de las matemáticas y haber "*dejado su legado en múltiples ámbitos, desde el arte hasta la medicina*".

> La geometría fractal… "*estudia los aspectos geométricos que son invariantes con el cambio de escala. Ofrece un modelo alternativo que busca una regularidad en las relaciones, entre un objeto y sus partes a diferentes escalas.*" (Fernández, 2018, pág. 18)[34]

Fernández menciona conceptos como cambio de escala y regularidad, que son los fundamentos que rigen a la geometría fractal. Aunque haya un cambio de escala, seguirá existiendo un patrón de regularidad en el sistema, desde el patrón regional hasta el local.

[33] Elena Sanz, *Benoit Mandelbrot, el padre de la Geometría Fractal*. Revista Muy Interesante, 2019, Consultada el 1 de enero de 2020 desde: https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/fallece-benoit-mandelbrot-el-padre-de-la-geometria-fractal
[34] Ever Fernández, *op. cit.*, pág. 18.

FRACTALES:

El término fractal fue acuñado por primera vez, por el matemático Benoit Mandelbrot en su libro *La geometría fractal de la naturaleza* (1977), a partir del adjetivo latino *fractus* y el verbo *frangere* que significa "romper en pedazos". *Fractus* significa también "irregular", por lo que confluyen ambos significados en el término *fragmento*.[35] (Mandelbrot, 2003, pág. 19)

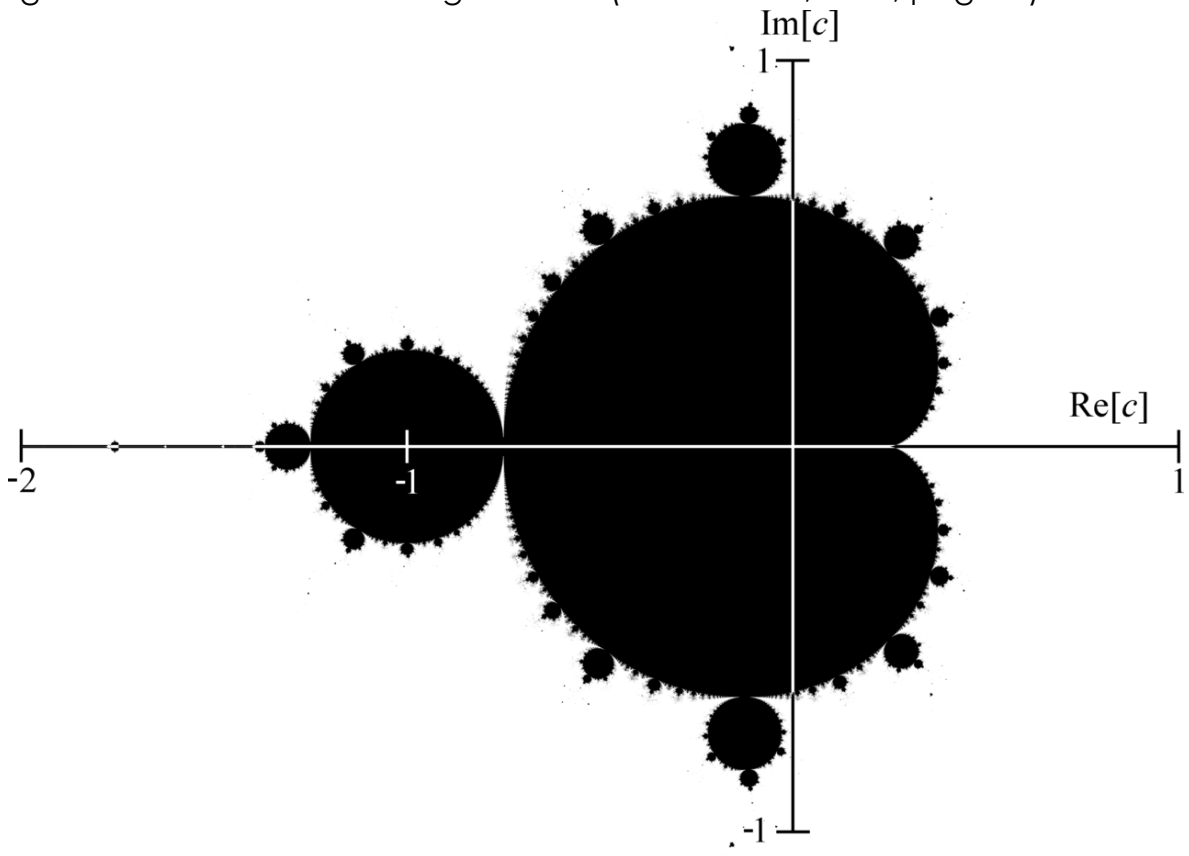


Imagen 16- Representación matemática del conjunto de Mandelbrot. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_Mandelbrot#/media/Archivo:Mandelset_hires.png.

Como se observa en la imagen 16 del conjunto de Mandelbrot, un fractal está constituido por una sucesión de patrones, que se repiten una y otra vez, conservando las mismas propiedades de *autosimilitud* (misma apariencia) y *dimensión fractal* (a través de un punto, una línea, un plano o el espacio).

[35] Benoit Mandelbrot, *La Geometría Fractal de la Naturaleza*, España, TusQuets, 2003, pág. 19.

Los fractales son fragmentos, que pertenecen a un conjunto, que a su vez forma parte de un sistema de mayor escala. Según Juan Pablo Braña,[36] un objeto fractal es aquel que posee las siguientes dos características: la autosimilitud y la dimensión fractal.

I. **La autosimilitud:** Cada porción de un objeto tiene las mismas características del objeto completo. También se puede decir que cada área de un fractal conserva, de manera estadísticamente similar, sus características globales.

II. **La dimensión fractal:** En matemáticas se trabaja regularmente con 4 dimensiones, que son las siguientes:

    Dimensión 0= Un punto

    Dimensión 1= Una línea recta

    Dimensión 2= Un plano

    Dimensión 3= El espacio

En cuanto a la dimensión fractal, cada una de las dimensiones está relacionada con el grado de particiones del fractal, ya sea que se realicen sólo en una línea, en un plano o en el espacio, según el tipo de fractal.

En esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se extrapolan de la Geometría Fractal estos dos conceptos clave, la *autosimilitud* (aplicada en la relación entre el patrón regional y el patrón local) y la *dimensión fractal* (que, en este caso, las iteraciones se realizan en la dimensión 3, que es el espacio. Este *proceso iterativo de diseño* permite crear condiciones que mejoran la habitabilidad de la comunidad, desde un encuadre regional (río) hasta un encuadre local (necesidades específicas).

[36] Juan Braña, *op. cit.*, pág. 5-8, Consultado el 1 de enero de 2020 desde: http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf

Para sintetizar la conceptualización de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, se incorpora el modelo del triángulo de Sierpinski a la explicación (ver imagen 17), ya que representa gráficamente tanto las propiedades de los fractales (autosimilitud y dimensión fractal), como los 3 conceptos necesarios para que pueda acontecer algo en el sistema: el espacio, el tiempo y la materia.

Imagen 17- Construcción del Triángulo de Sierpinski. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: http://personales.unican.es/alvareze/estalmat/Fractales2010/page_16.htm.

Este fractal, postulado por el matemático polaco Maclaw Sierpinski (1882 - 1969) en el año de 1916, permite representar en el triángulo 1, el encuadre regional, constituido por 4 triángulos principales, de los cuales uno de ellos, corresponde al patrón local, es decir a Santa Cruz Cuahutenco.

En el apartado titulado: "Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco", al final de este capítulo I, se describe con claridad este proceso de diseño, donde se abarca la parte conceptual y de aplicabilidad.

Posteriormente, los encuadres regional y local se desglosan en el apartado de diagnóstico de la comunidad (capítulo II) y análisis de la comunidad (capítulo III), a través del estudio por capas del territorio y en el apartado de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico (capítulo IV) con el desarrollo del proyecto.

DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO:

El puente de enlace entre la parte teórica-conceptual de la Geometría Fractal y su aplicación en la mejora de la habitabilidad en Santa Cruz Cuahutenco, es precisamente el diseño urbano-arquitectónico, ya que permite tejer el estado de cosas actual con el potencial.

> El arquitecto, "…*puede con sus diseños, crear espacios urbanos y arquitectónicos, con una mayor sensibilidad y preocupación por la condición del ser humano, desde lo individual a lo social, cultural, histórico y natural*".[37] (Briceño & Gómez, 2011, pág. 114)

El diseño Urbano-Arquitectónico se entiende, como el sistema que integra los componentes del diseño urbano (a escala macro) y del diseño arquitectónico (a escala micro) para garantizar una calidad de vida en la población, de acuerdo con su modo de habitar y sus necesidades.

> Para Briceño y Gómez, se entiende "… *la arquitectura como conformadora del lugar en el que se desarrolla la actividad del hombre. Este lugar no es más que la ciudad, definida, física y espacialmente, por los objetos arquitectónicos y sus interrelaciones*".[38] (Briceño & Gómez, 2011, pág. 96)

La arquitectura se compone de espacios arquitectónicos que están directamente relacionados entre sí, donde el cambio de uno modifica el estado del otro, como sucede por ejemplo en un experimento realizado en la mecánica cuántica, conocido como el experimento de la doble rendija[39] (Hawking & Mlodinow, 2016, pág. 77), donde se demuestra la correlación que existe en la naturaleza y en la arquitectura.

---

[37] Morella Briceño y Luz Gómez, *Proceso de diseño Urbano-Arquitectónico*, Venezuela, Revista Provincia, 2011, pág. 114, Consultado el 1 de enero de 2020 desde: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/33959/articulo5.pdf?sequence=1
[38] *Ibidem*, pág. 96.
[39] Stephen Hawking y Leonard Mlodinow, *El gran diseño*, México, Crítica, 2016, pág. 77.

En las siguientes páginas se estudian teorías relacionadas a la organización espacial del territorio, propuestas por Geógrafos y Economistas, para analizar la distribución espacial con la que se han planeado las ciudades a través del tiempo. Cabe destacar que estas teorías se concibieron en condiciones espaciales homogéneas, en espacios isótropos…

> *"Un medio es denominado isótropo si sus propiedades físicas son idénticas en todas las direcciones… En el caso en que una sola de sus propiedades sea direccional, el sistema cesa de ser isótropo; es anisótropo. …El espacio geográfico es heterogéneo y anisótropo."*[40] (Saint-Julien, 2011)

A través de los años, la conceptualización de la distribución de las ciudades ha ido cambiando, como se observa en la imagen 18. En 1826 el economista alemán Johann Heinrich Von Thünen escribió *"El estado aislado"*, donde consideró importante *"la relación que se establece entre territorio, ciudad y actividades terciarias."*[41] (Moreno S. , 2011, pág. 265)

> *"Las actividades terciarias son eminentemente urbanas, y la localización de estas ha condicionado, condiciona y condicionará no sólo el desarrollo de muchas otras actividades, sino también el de la organización urbana y la importancia de la ciudad en la economía mundial"*[42]. (Moreno S. , 2011, pág. 263)

En 1933 se publicó la *"Teoría de los lugares centrales"* del geógrafo alemán Walter Christaller, en la que se plantea la ciudad, como centro (geométrico y funcional) y se concentran servicios y bienes que proporciona ésta sobre y para su región circundante.[43] (Moreno S. , 2011, pág. 269)

[40] Thérèse Saint-Julien, *Isotropía/Anisotropía*, 2011, Consultado el 3 de enero de 2020 desde: http://www.hypergeo.eu/spip.php?article503
[41] Sergio Moreno, *Análisis teórico y aproximación práctica a las relaciones entre ciudad y comercio*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2011, pág. 265, Consultado el 2 de enero de 2020, desde: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/51718/07.SMR_7de11.pdf?sequence=7&isAllowed=y
[42] *Ibidem*, pág. 263.
[43] *Ibidem*, pág. 269.

TEORÍAS DE LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL:[44]

1826

Von Thünen
Escribió *El estado aislado; acerca de la localización de las actividades económicas.*

1933

Christaller
Publicó
Teoría de los lugares centrales.

1940

Lösch
Elaboró una extensión del modelo Christalleriano, titulada *La ordenación espacial de la economía.*

1970

Vance
Dió a conocer el *Modelo Mercantil,* fundamentado en el estudio histórico del territorio.

Imagen 18- Teorías de la organización espacial.

Imágenes base consultadas el 2 de enero de 2020 desde: Von Thünen: https://fineartamerica.com/featured/johann-heinrich-von-thunen-1783-1850-granger.html
Christaller: https://www.jpost.com/Magazine/Features/Hitlers-geographer-Walter-Christaller-and-Nazi-Academics
Lösch: http://3planoengineering.blogspot.com/2016/01/teori-kerucut-pertumbuhan-oleh-august.html
Vance: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/0004-5608.t01-1-00222?journalCode=raag20

[44] Sergio Moreno, *op. cit.*, Capítulo 6.

En 1940 se desarrolla una extensión del modelo Christalleriano por el economista alemán August Lösch, titulada "*La ordenación espacial de la economía*", donde "*juntó todas las áreas centradas en un lugar central común y haciéndolas coincidir el máximo número de centros de orden superior entre todas*".[45] (Moreno S. , 2011, pág. 273)

Finalmente, en el año de 1970, aparece una alternativa al modelo de la teoría de los lugares centrales, para establecer la localización de las ciudades. "*El modelo Mercantil*" (Merchant's World) del geógrafo americano James Vance, fundamentado en el *estudio histórico del territorio*.

> "*En la década de 1970 geógrafos económicos con una inclinación fuerte por la historia, tales como Vance y Allan Pred, trataron de hacer una geografía histórica más rigurosa y conceptual, y también buscaron incorporar una dimensión histórica, a la geografía económica*"[46] (Van Ausdal, 2006, pág. 217).

Es importante retomar la visión propuesta por Vance y Allan Pred: *la dimensión histórica a la geografía económica*. Se han mencionado teorías de organización espacial a partir del punto de vista de geógrafos y economistas, pero el diseño urbano-arquitectónico no solo se trata de la función, sino también de la *dimensión simbólica*, para que los habitantes puedan significar el entorno que los rodea y del que son parte.

Hoy en día no es posible considerar una teoría de organización espacial Universal, que satisfaga la habitabilidad de todas las poblaciones; cada localización es diferente, lo que implica respuestas diferentes.

[45] Sergio Moreno, *op. cit.*, pág. 273.
[46] Shawn Van Ausdal, *Medio siglo de geografía histórica en Norteamérica*, Bogotá, Revista Scielo Bogotá, Historia Crítica No. 32, 2006, pág. 217, Consultada el 3 de enero de 2020 desde: http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n32/n32a09.pdf

LOS 3 MODELOS DE CHRISTALLER PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CIUDADES:

I. **Principio de aprovisionamiento o de mercado:** Los consumidores se aprovisionan de bienes y servicios, en el lugar central más próximo.

II. **Principio de tráfico o transporte:** Este principio determina que el sistema se organiza, para que el tráfico sea lo más eficaz posible.

III. **Principio Administrativo:** Estipula que un lugar central de jerarquía superior servirá a 6 de orden inferior.[47] (Moreno S. , 2011, pág. 272)

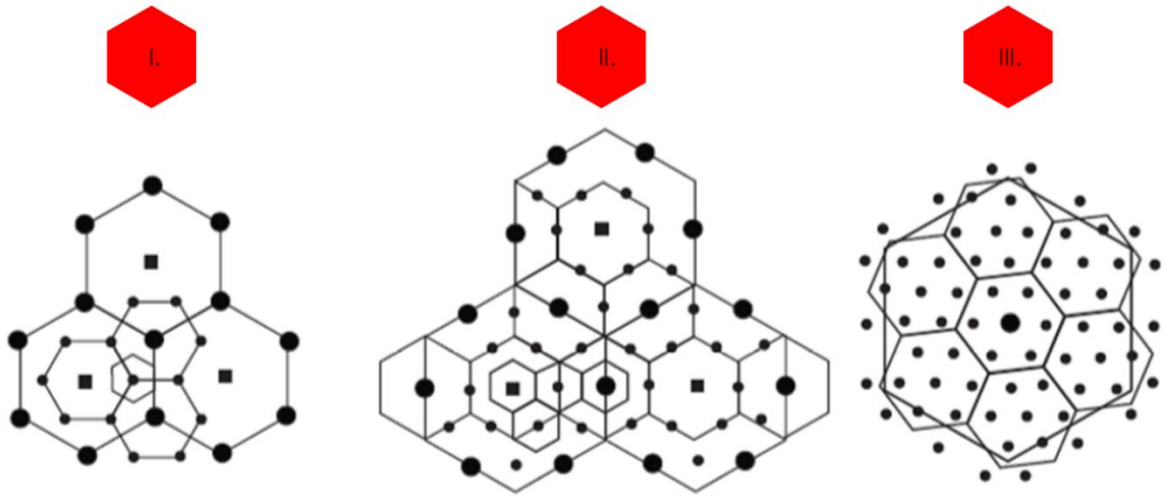


Imagen 19- Esquemas de los lugares centrales y las áreas de mercado según los 3 modelos de Christaller. Fuente: A partir de Berry, 1967. Citado en *(Moreno S. , 2011, pág. 272)*.

Estos principios están concebidos a partir de un:

> *"espacio isótropo, homogéneo en todas las direcciones, tanto en términos de densidad demográfica, como de características físicas y de infraestructuras… Christaller se propone examinar cómo productos y funciones diferentes, en particular funciones de servicios, se articulan en el territorio dando origen a una jerarquía urbana".*[48] (Camagni, 2004, pág. 98).

[47] Sergio Moreno, *op. cit.*, pág. 272.
[48] Roberto Camagni, Economía Urbana, Barcelona, Antoni Bosch Editor, 2004, pág. 98.

Los tres modelos anteriores propuestos por el Geógrafo Alemán Walter Christaller (1893-1969), se desarrollaron originalmente en Alemania, en un espacio isótropo, por lo que, al trasladarlos a un espacio anisotrópico, el funcionamiento ya no es el mismo y es necesario ajustar los modelos.

Los modelos geométricos, además de definir el desarrollo de la ciudad a partir de factores como: El mercado, el transporte y la administración, comparten un elemento en común: el *principio iterativo* (ver imagen 20).

Este principio se implementa en la configuración de las redes que articulan la ciudad, en sistemas y subsistemas, donde todo está relacionado y el centro de una región, es la periferia de una región de mayor dimensión.

En la imagen 20 se observan la conexiones existentes en las ciudades de Alemania Meridional, determinadas por el diámetro de los anillos (según su clasificación jerárquica) y por su relación geométrica.

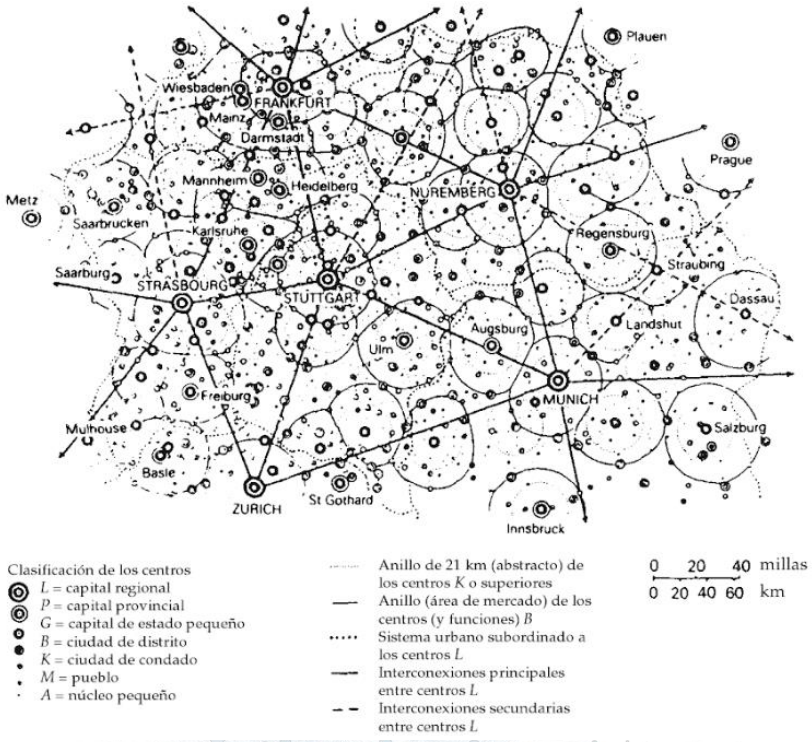


Imagen 20- Jerarquía de los centros en Alemania Meridional. Fuente: Christaller (1933). Citado en *(Camagni, 2004, pág. 102)*.

CONNECTING THE FRACTAL CITY (NIKOS A. SALINGAROS):

"*Connecting The Fractal City*", es una teoría descrita por el matemático y polímata Nikos A. Salingaros, presentado por primera vez en abril del 2003, en Barcelona, en la 5° Bienal de Ciudades y Urbanistas en Europa.[49] (Salingaros, 2003)

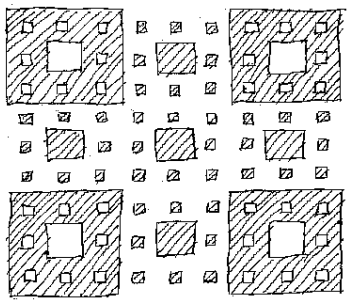


Imagen 21- Plan of unrealistically ordered fractal city. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html el 4 de enero de 2020.

Entre los puntos más importantes, Salingaros considera a la ciudad como un *sistema iterativo* (como sucede en el cubo de Menger y la alfombra de Sierpinski), el cual se estructura a partir de sistemas y subsistemas (ver imagen 21).

En "*Connecting The Fractal City*", se presenta el término "Capillarity and Fractal Structure" (ver imagen 22), donde se observa la repetición iterativa de un patrón en forma de "Y", que se ramifica hacia los extremos formando un tejido de redes.

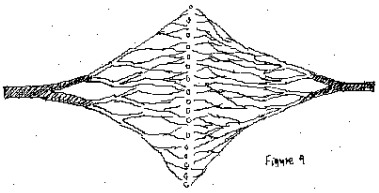


Imagen 22- Crossover requires capillary structure at the lowest levels. *Idem.*

La ciudad debe diseñarse a partir de la distribución y la conectividad de los espacios urbanos (ver imagen 23).

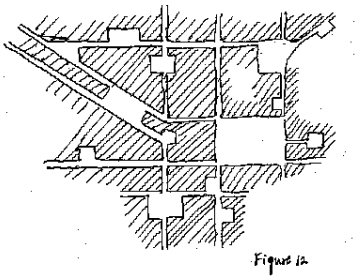


Imagen 23- Distribution and connectivity of urban and green spaces. *Idem.*

La manera de aplicar estos principios en Santa Cruz Cuahutenco, es mediante el tejido de la traza existente con los andadores propuestos, para dotar de áreas verdes y espacios públicos a la población.

[49] Salingaros, Nikos, *Connecting the Fractal City*, Keynote speech, 5th Biennial of towns and town planners in Europe, Barcelona, Consultado el 4 de enero de 2020 desde: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html

PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA:

Una vez descritas las teorías de la organización espacial del territorio, se plantea el *Patrón Regional de Revitalización Urbana*, como la propuesta de mejoramiento Urbano en una parte del territorio del Estado de México, en el caso específico del Nevado de Toluca y su relación con una de las escorrentías provenientes del mismo, desde la primera comunidad por la que fluye (Santa Cruz Cuahutenco) hasta su entronque con el Río Lerma.

Este *Patrón Regional de Revitalización Urbana*, tiene la finalidad de aplicarse en cada una de las localidades posteriores por las que circula el río, ajustando la propuesta de mejoramiento a las costumbres, tradiciones y necesidades específicas de cada población.

Una vez que los patrones sean ajustados a cada localidad, se va a generar un eje troncal de revitalización urbana, que va a traer consigo beneficios sociales, económicos-laborales, ecológicos, políticos, culturales-recreativos, deportivos y de salud, a cada comunidad.

En esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, serán intervenidos 4 puntos clave, para potencializar la mejora de las condiciones de habitabilidad en la comunidad, como la revitalización del río, la conectividad de los sectores, el diseño de espacios recreativos y el diseño de la capilla abierta en el templo de Santa Elena.

De esta manera, se retoma el concepto de *iteratividad*, extrapolado de la Geometría Fractal y de los *sistemas iterativos* de las teorías presentadas, para aplicarlo en una escala macro, en el patrón de diseño regional (ver imagen 24) y en una escala micro en el patrón de diseño local.

PATRÓN REGIONAL DE REVITALIZACIÓN URBANA

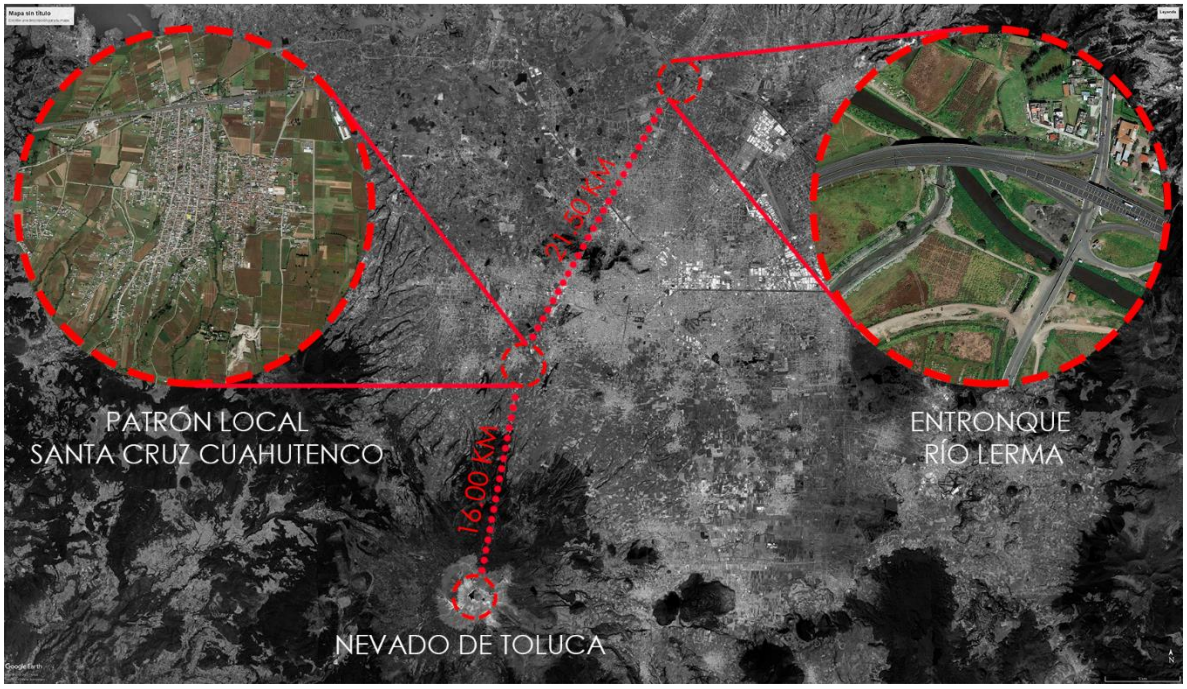


Imagen 24- Patrón Regional de Revitalización Urbana. Fuente de Imagen base: Google Earth noviembre 2017. Obtenida el 3 de enero de 2020.

Como se observa en la imagen 24, en el fondo del mapa se enmarcan 3 puntos clave del "*Patrón Regional de Revitalización Urbana*", el primero de ellos corresponde al Nevado de Toluca, al ser la fuente de la que emanan las escorrentías que fluyen hacia su periferia.

Una de estas escorrentías, atraviesa la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, la cual es el segundo punto señalado en el mapa (a 16.00 km. del Nevado de Toluca), donde se va a realizar el "Patrón Local de Diseño", para revitalizar el recurso natural y no idealizarlo como un drenaje.

El tercer punto marcado (a 21.50 km. de Santa Cruz), es el entronque del Río intervenido (proveniente del Nevado de Toluca) con el Río Lerma, con el objetivo de que esta revitalización se realice en cada una de las escorrentías, para generar un mejoramiento Urbano a Nivel Regional.

HABITABILIDAD:

Según la Real Academia Española, la habitabilidad es definida como "*Cualidad de habitable y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda*".[50] (RAE, 2019) En este documento, el concepto de habitabilidad es complementado con reflexiones, que contemplan la subjetividad, en cuanto a la manera en que cada ser humano se apropia del espacio y le da su sentido.

> "… *la habitabilidad está determinada por la relación y adecuación entre el hombre y su entorno y se refiere a cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas*".[51] (Moreno S. , 2008, pág. 51)

Silvia Moreno menciona dos ideas importantes, por una parte, la habitabilidad está relacionada con la subjetividad, en cuanto a la manera en la que el hombre se relaciona con su entorno y, por otra parte, con la objetividad, la cual está determinada a partir de evaluaciones.

> "… *sin habitabilidad no hay calidad de vida o, mejor dicho, la habitabilidad constituye una condicionante para el desarrollo de calidad de vida dentro del espacio urbano.*"[52] (Moreno S. , 2008, pág. 53)

La habitabilidad es el eslabón que enlaza las necesidades humanas con la calidad de vida, mientras las condiciones ofertadas a la población sean suficientes y satisfagan las necesidades humanas, entonces se garantiza el correcto desarrollo de la calidad de vida.

---

[50] Real Academia Española, "*Habitabilidad*", 2019, consultado el 5 de enero de 2020 desde: https://dle.rae.es/habitabilidad

[51] Silvia Moreno, *La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida*, México, Revista Palapa, Volumen III, Número II, julio-diciembre, 2008, p.51. Consultada el 5 de enero de 2020 desde: https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf

[52] Silvia Moreno, *Ibidem*, pág. 53.

> "… *la forma de habitar no sólo implica ocupar un lugar construido físicamente, sino mirar la manera de ocuparlo. Es decir, la estética de la habitabilidad está contenida en la mirada de cada individuo dentro de una sociedad, en su cultura y su lenguaje;*"[53] (Macías & De Hoyos, 2015, pág. 273)

Existe una diferenciación entre el habitar y el vivir. El habitar se caracteriza por estar integrado en un contexto socio-cultural y haber aprehendido el espacio habitable, mientras que el vivir está asociado a cumplir con las funciones biológicas necesarias para subsistir, pero sin que ello necesariamente implique disfrutar de estar y ser en el espacio.

> "… *el habitar humano tiene referente físico espacial enlazado con lo social en un marco cultural y con una vida espiritual propia. Los espacios que ocupa son depositarios de una fuerte carga sensitiva, afectiva, emotiva y simbólica, a partir de vivencias ahí experimentadas.*"[54] (De Hoyos, Macías, & Jiménez, pág. 66)

En síntesis, la habitabilidad es un conjunto de características objetivas y subjetivas, evaluadas a partir de indicadores, que sirven para garantizar la satisfacción de las necesidades del ser humano y así asegurar su correcto desarrollo físico, mental y espiritual.

La apropiación del espacio es necesaria para decir que es lugar es habitable, según las costumbres, tradiciones y la manera de habitar de cada ser humano. Con el paso del tiempo y con la vivencia de experiencias, es como se generan momentos que construyen una carga sensitiva en los habitantes y así el espacio adquiere su propio significado.

[53] Yatzin Macías, Jesús De Hoyos, *El diseño del espacio público…*, *op. cit.*, pág. 273.
[54] Jesús De Hoyos, Yatzin Macías y José Jiménez, *Habitabilidad: desafío en diseño arquitectónico*, Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 2015, pág. 66.

INDICADORES DE HABITABILIDAD:

Los indicadores que a continuación se presentan, son una recopilación documental del Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández, "…*para evaluar la calidad de los espacios públicos de varias ciudades del mundo*…"[55]. (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016, pág. 6)

Como punto de partida, se establecen 9 categorías para la clasificación de los indicadores de habitabilidad del espacio público (ver imagen 25), que posteriormente se dividen en indicadores objetivos y subjetivos. A continuación, se mencionan las categorías y los indicadores.

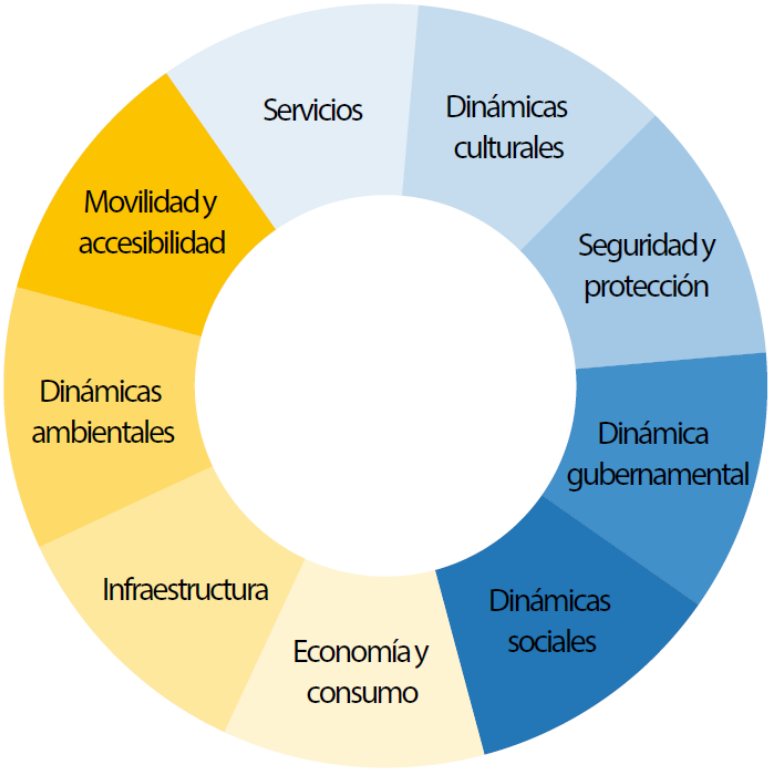


Imagen 25- Propuesta de categorización para la clasificación de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: *(Páramo, Burbano, & Fernández, 2016)*. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278.

[55] Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas, Revista de Arquitectura, Vol. 18, Número 2, 2016, pág. 6.

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
I. Dinámicas Ambientales	Objetivos (10)	1- Calidad del agua en ríos urbanos. 2- Reciclaje. 3- Árboles por hectárea. 4- Árboles por habitante. 5- Áreas de suelo de protección. 6- Espacios verdes públicos por habitante. 7- Confort acústico. 8- Índice de calidad del aire. 9- Estructura ecológica principal restaurada, recuperada o rehabilitada. 10- Áreas de jardines verticales.
	Subjetivos (11)	1- Residuos sólidos urbanos reciclados. 2- Elementos naturales. 3- Cambios climáticos. 4- El clima predominante de la ciudad. 5- Esmog. 6- La publicidad visual exterior. 7- Mantenimiento de las zonas verdes. 8- La publicidad auditiva exterior. 9- Que esté libre del humo de fumadores. 10- Presencia de vectores animales. 11- Libre de malos olores.
II. Movilidad y Accesibilidad	Objetivos (5)	1- Lugares disponibles en parque de estacionamiento. 2- Libre de obstáculos al peatón. 3- Distancia promedio para acceder al transporte público. 4- Ciclorrutas existentes. 5- Accesibilidad a los espacios públicos desde mi lugar de vivienda.
	Subjetivos (5)	1- El estado de la malla vial. 2- Accesibilidad a los espacios públicos desde los medios de transporte. 3- Ciclovía los domingos y días festivos. 4- Rampas. 5- Zonas peatonales que existen actualmente.
III. Servicios	Objetivos (3)	1- Espacios deportivos existentes. 2- Cobertura en la recolección de residuos sólidos. 3- Cantidad de baños públicos.
	Subjetivos (10)	1- Cajeros automáticos de las corporaciones bancarias. 2- Señalización. 3- Que sea para todos. 4- Calidad y ubicación de los baños públicos. 5- Múltiples actividades. 6- Disponibilidad de lugares de recreación para niños. 7- Disponibilidad de lugares de encuentro para los jóvenes. 8- Mascotas. 9- Disponibilidad de agua potable. 10- Estado de aseo en que se encuentra el espacio público.

Tabla 3: Desglose de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016), *Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas*, Bogotá, Revista de Arquitectura, págs. 6-26. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
IV. Dinámica Cultural	Objetivos (1)	1- Áreas clasificadas como "patrimonio mundial de la humanidad".
	Subjetivos (5)	1- Elementos culturales. 2- Actividades culturales gratuitas. 3- Identidad de los espacios públicos. 4- Monumentos declarados de interés público. 5- Funciones espectáculos culturales.
V. Seguridad	Objetivos (4)	1- Hurtos a personas, residencias, vehículos. 2- Homicidios en el espacio público. 3- Muertes accidentales. 4- Lesiones y envenenamientos.
	Subjetivos (4)	1- Inversión en prevención del delito. 2- Presencia de policías o personal de seguridad. 3- Delitos contra la propiedad. 4- Presencia de cámaras de seguridad.
VI. Dinámicas Gubernamentales	Objetivos (3)	1- Espacio público recuperado. 2- Aprovechamiento económico. 3- Espacio público recalificado.
	Subjetivos (1)	1- Cajeros automáticos de las corporaciones bancarias.
VII. Dinámicas Sociales	Objetivos (0)	
	Subjetivos (16)	1- Normas de tránsito. 2- Posibilidad de realizar manifestaciones religiosas/políticas/artísticas. 3- Grado de constitución de espacios formales para la participación. 4- Presencia de trabajadoras sexuales en las calles. 5- Población sin alojamiento ni medios de subsistencia. 6- Instrumentos musicales. 7- Equitativo para todos los géneros. 8- Músicos en la calle. 9- Presencia de malabaristas en los semáforos. 10- Diversidad de lo que pueda observarse o experimentarse. 11- Grafitis o pinturas en los muros de la ciudad. 12- Contacto social. 13- Reglas de convivencia. 14- Desplazados. 15- Excretas en el espacio público. 16- Población con adicciones.

Tabla 4: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, *op. cit.*

CATEGORÍA	TIPO	INDICADORES
VIII. Economía y Consumo	Objetivos (2)	1- Comercio formal. 2- Comercio o ventas informales callejeras.
	Subjetivos (1)	1- Aprovechamiento económico.
IX Infraestructura	Objetivos (6)	1- Espacio público total por habitante. 2- Espacio público efectivo por habitante. 3- Servicio de parqueo y alquiler de bicicletas. 4- Cantidad de mobiliario público. 5- Iluminación nocturna. 6- Conexión Wi Fi.
	Subjetivos (5)	1- Acceso a internet y tecnología. 2- Estética o armonía de las fachadas de las edificaciones. 3- Calidad de la iluminación nocturna. 4- Mobiliario. 5- Mantenimiento del mobiliario urbano.

Tabla 5: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, *op. cit*.

Las 9 categorías expuestas, son la base para la realización de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, ajustando los indicadores a las costumbres y tradiciones propias de la comunidad y a la infraestructura existente.

Los 92 indicadores recopilados y propuestos por el Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández visualizan las condiciones de habitabilidad del espacio público, que garantizan a la población la calidad de vida que se merece.

> "… *lo realmente importante del diseño, no sólo radica en crear espacios que respondan a características de uso y función, sino, además, crear ambientes capaces de producir significación y gozo a quienes los habitan; provocando sentido a lo edificado*"[56] (De Hoyos, Macías, & Jiménez, pág. 75)

Por lo tanto, los espacios no sólo deben de ser útiles, sino deben construir una significación e identidad social que genere una memoria en la comunidad.

[56] Jesús De Hoyos, Yatzin Macías y José Jiménez, *op. cit*., pág. 75.

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO: UNA VISIÓN DESDE LA GEOMETRÍA FRACTAL.

"Reconocer patrones que están escondidos para el observador casual es la llave para el desarrollo científico." Nikos Salíngaros

A partir del *proceso iterativo* es como se van a derivar las iteraciones pertinentes para la realización de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco. Se inicia con la explicación de los conceptos iniciales para continuar con las iteraciones número 1, 2 y 3.

En este documento, se plantean tres conceptos clave, que constituyen una estructura inseparable. El *espacio* es entendido, como el medio en el que acontece algo, el *tiempo* es el lapso durante el cual suscita un fenómeno y la *materia* es el ente físico que hace tangible la energía, ubicada en un espacio-tiempo definido.

> Para Bernard Riemann *"el espacio no es plano ni tridimensional. Es un espacio curvo en el que el tiempo constituye la cuarta dimensión; espacio y tiempo son unidad."*[57] (Césarman, 1986)

El matemático Alemán Bernard Riemann, considera que el espacio es curvo, constituido por 4 dimensiones, al igual que el profesor de matemática venezolano Ever Fernández, para quien… *"La cuarta dimensión es una dirección distinta de las otras, no está ni arriba ni abajo, ni a la derecha ni a la izquierda, ni dentro ni fuera"*.[58] (Fernández, 2018, pág. 49)

[57] Eduardo Césarman, *Orden y Caos. El complejo orden de la naturaleza*, México, Gernika, 1986.
[58] Ever Fernández, *La geometría para la vida y su enseñanza*, Revista de investigación en administración e ingeniería, Volumen 6, Número 1, 2018, pág. 49. Consultada el 6 de enero de 2020 desde: https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/475/pdf

La iteración de partida corresponde a un primer enfoque conceptual y es denominada *Conceptos Esenciales,* ya que en ella se contemplan los 3 elementos indispensables para que pueda acontecer algo. Estos componentes son el espacio, el tiempo y la materia (ver imagen 26).

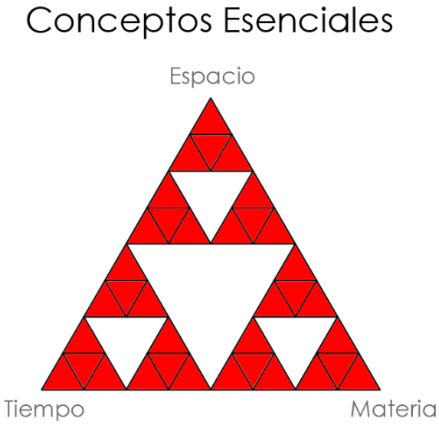


Imagen 26- Conceptos Esenciales. Fuente: Elaboración propia 2018.

La primer iteración que se realiza es denominada *Red Urbana*, ya que enfoca a nivel macro los territorios contiguos (ver imagen 27), para iniciar el estudio de sus relaciones espaciales y detectar los patrones existentes. El concepto se retoma de *"La teoría de la Red Urbana"*[59] (Salíngaros, 2004) donde se estructuran 3 principios de la red: *nodos, conexiones y jerarquía*.

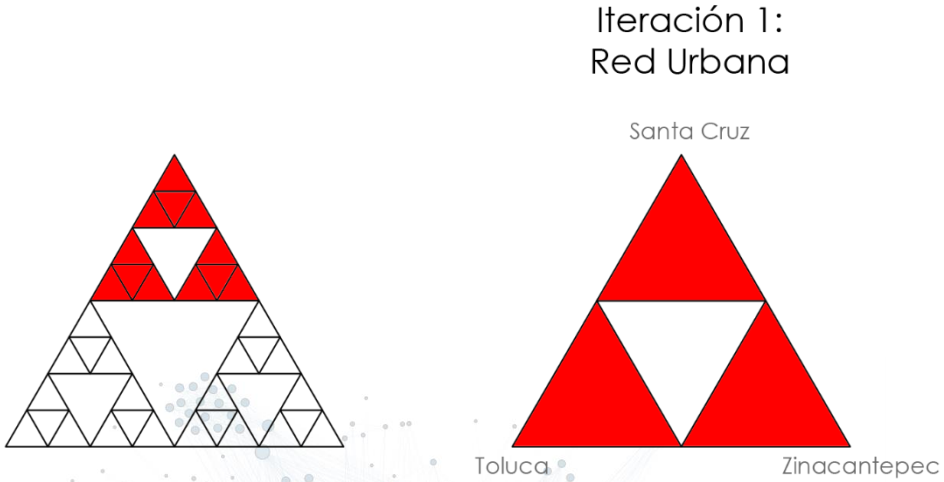


Imagen 27- Red Urbana. Fuente: Elaboración propia 2018.

[59] Nikos Salíngaros, *La Teoría de la Red Urbana*, Consultado el 7 de enero de 2020 desde: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-spanish.html

La segunda iteración es titulada *Estructura del Territorio*, donde se realiza el enfoque a nivel micro (ver imagen 28), en una de las comunidades de la iteración 1: Santa Cruz Cuahutenco. Una vez delimitado el territorio, se realiza su estudio específico del medio físico natural, artificial y social.

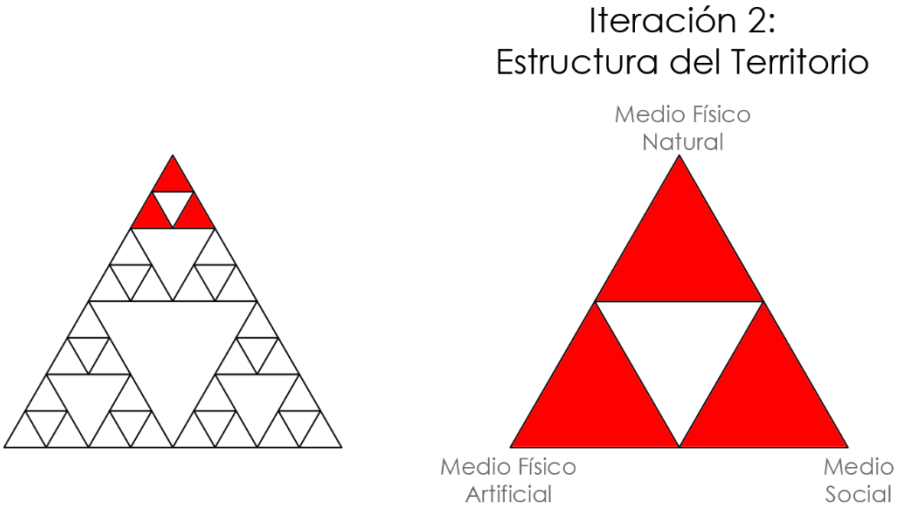


Imagen 28- Estructura del Territorio. Fuente: Elaboración propia 2018.

La tercera iteración es llamada *Unidad del Proyecto*. Este es un enfoque aún más detallado que el anterior (ver imagen 29), ya que se detectan las necesidades específicas de los habitantes.

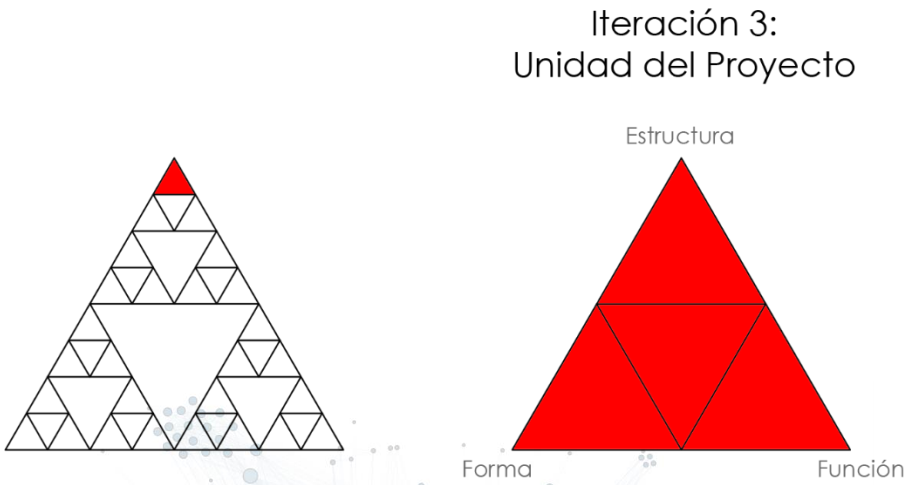


Imagen 29- Unidad del Proyecto. Fuente: Elaboración propia 2018. A partir de apuntes personales de la U.A. Diseño de Espacios Complejos Interconectados y su Entorno, impartida por el Arq. Edwin García, el Arq. Fernando Helgueros y el Arq. Sergio Botello, febrero-junio 2018.

LECTURA DE PATRONES A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS:

Imagen 30- Lectura de patrones a través de los sentidos. Fuente: Elaboración propia 2018.

Durante el desarrollo de la investigación conceptual, se llegó a la conclusión de que los fractales, conformados a su vez por patrones, se encuentran presentes en todo, ya sean materiales o inmateriales.

La lectura de los patrones, que se realiza el ser humano a través de sus sentidos (ver imagen 30), se rige bajo el principio de polaridad,[60] es decir, contrasta dos elementos, para definir su nivel de agrado o desagrado.

Bajo esta premisa, en medio de un mundo de posibilidades entre ambos polos, el diseño matiza cada uno de los elementos que componen una obra y en el caso específico de la Arquitectura, soluciona necesidades espaciales para el ser humano, como ente Antropo-fisico-biologico.

[60] Para más información, consultar: Hermes Trismegisto, *El Kybalión*, India, Editores Mexicanos Unidos, 2010, págs. 105-111.

FRACTALES COMO CONFIGURADORES DE UN SISTEMA:

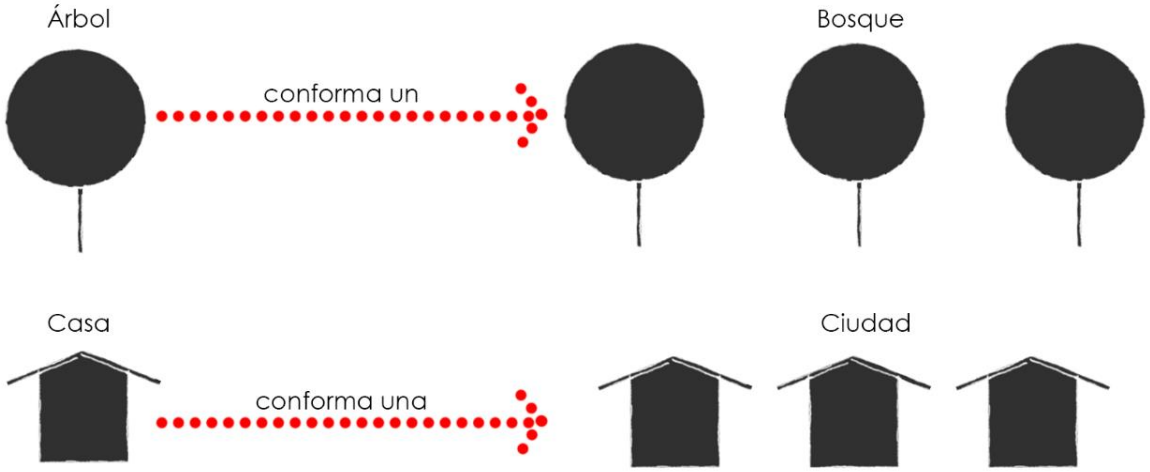


Imagen 31- Analogía entre la naturaleza y la arquitectura como configuradores de sistemas.
Fuente: Elaboración propia 2018.

En la imagen anterior, se explica una analogía que sintetiza parte del contenido de este capítulo, ya que el principio del diseño de la naturaleza (la fractalidad) también se encuentra presente en la Arquitectura. Mientras que el bosque se constituye de la agrupación de árboles, la ciudad se conforma del conjunto de viviendas y edificios.

A partir de esta comparativa, es como se aborda el estudio del territorio, desde una escala macro (una ciudad) hasta una escala micro (una casa), para vincular cada uno de los enfoques en unidad.

> *"Una estructura está formada por elementos, pero éstos están subordinados a leyes que caracterizan el sistema como tal; y tales leyes, llamadas de "composición", no se reducen a asociaciones cumulativas, sino que confieren al todo propiedad de conjunto, distintas de las de los elementos".*
> J. Piaget citado en (Coppola, 2004, pág. 13)[61]

[61] Paola Coppola, *Análisis y diseño de los espacios que habitamos*, México, Pax México, 2004, pág. 13.

ENFOQUES DE LOS FRACTALES:

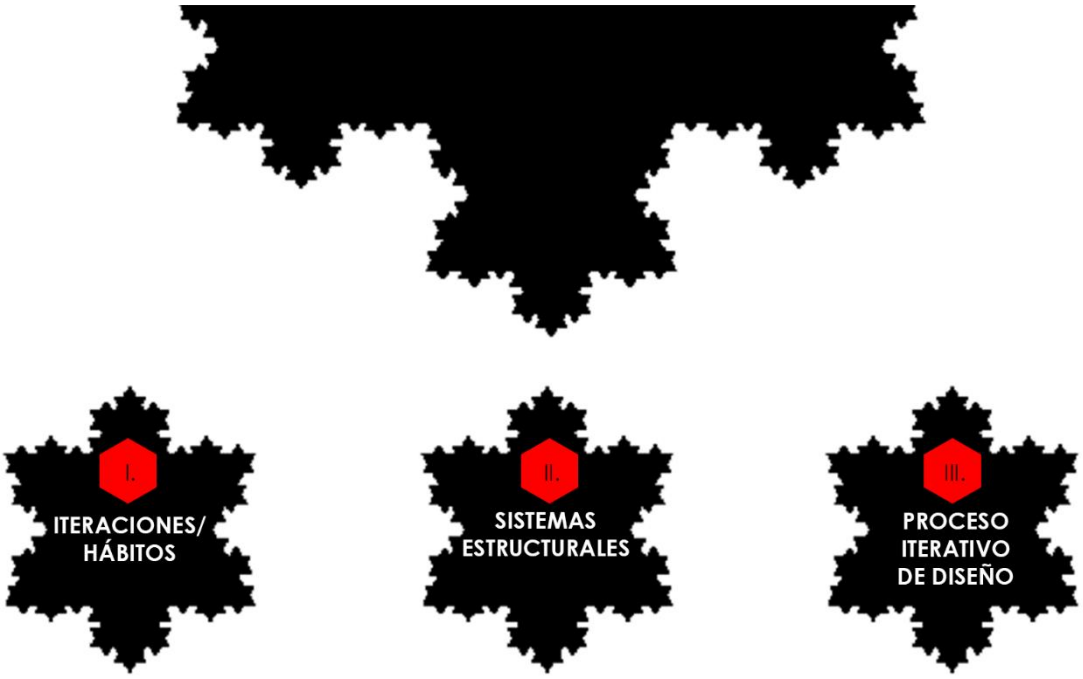


Imagen 32- Curva de Koch. Perspectivas de los fractales como iteraciones/hábitos, sistemas estructurales y proceso iterativo de diseño. Fuente: Elaboración propia 2018. Imagen base obtenida de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-18-El-Copo-de-Nieve-de-Koch-El-resultado-final-como-limite-de-este-proceso_fig10_267982220

Este capítulo, concluye con la concepción de los fractales en el diseño desde 3 enfoques diferentes (ver imagen 32): el primero es con la comprensión de los fractales (o patrones) como las rutinas que llevan a cabo las personas, el segundo consiste en entenderlos, como un sistema constructivo, que se puede articular modularmente (como una tridilosa) y el tercero es, como un sistema proyectual, que permita desarrollar el proceso de diseño a través de diferentes escalas.

En los siguientes apartados de este trabajo de investigación, se focalizará principalmente bajo una perspectiva de los fractales como "proceso iterativo de diseño", sin dejar a un lado las perspectivas de "iteraciones/hábitos" y "sistemas estructurales".

CONCLUSIÓN CAPÍTULO I:

Este capítulo I, inicia con el origen de la geometría (como herramienta práctica y como lenguaje sagrado), su significación (como forma simbólica de delimitación espacial) y la importancia que tiene para el ser humano, al ser el medio que le permite materializar sus ideales, en un espacio-tiempo determinado y así construir su legado, es decir, su continuidad en el mundo.

Se describió brevemente la historia de la Geometría, desde la Euclidiana y la no Euclidiana hasta la Fractal, de donde es extrapolado el concepto de *Fractales* (propuesto por el matemático Polaco Benoit Mandelbrot) a partir del cual, se conceptualiza el presente proyecto.

Los fractales (caracterizados por su iteratividad), permiten explicar la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico a través de los cambios de escala, desde el Patrón Regional de Revitalización Urbana hasta el Patrón Local de Diseño, en Santa Cruz Cuahutenco.

Se retomó el modelo del triángulo de Sierpinski, para explicar gráficamente tanto las propiedades de los fractales, como los 3 conceptos esenciales: el espacio, el tiempo y la materia; que posteriormente son la iteración de partida en la "Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco".

El Diseño Urbano-Arquitectónico se abordó como el sistema que integra los componentes tanto del diseño urbano como del diseño arquitectónico (donde todo está relacionado y cualquier modificación en uno de los elementos modifica el resto), cuyo fin es brindar o mejorar la calidad de vida de una población determinada.

Las teorías de la organización espacial, propuestas por el economista alemán Von Thünen (quien destacó la importancia de la relación que se establece entre territorio, ciudad y las actividades terciarias), el geógrafo alemán Walter Christaller (para quien la ciudad es un centro geométrico y funcional que concentra bienes y servicios) y el economista alemán August Lösch (quien realizó una extensión del modelo Christalleriano), comparten un patrón en común: *el principio de fractalidad* (ver imagen 33).

Imagen 33- La Fractalidad en los Sistemas. Fuente: Elaboración propia 2020. Imagenes base obtenidas de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_localización_de_von_Thünen, http://urban-networks.blogspot.com/2015/08/revoluciones-urbanas-en-la-decada-de_22.html, http://geografiaeconomicaprincipalesautores.blogspot.com/2016/10/v-behaviorurldefaultvmlo_16.html,

Si bien, cada una de estas teorías tiene características particulares, en los tres sistemas se pueden observar *anillos concéntricos* (ya sean circulares o hexagonales), que a su vez son *iterativos*, ya que se derivan del mismo patrón, que se repite una y otra vez.

Así es como funciona la naturaleza, a partir de un elemento, giran otros elementos (desde el microcosmos hasta el macrocosmos) y así es como se deben de pensar las ciudades, no a partir de una traza geométrica rígida, sino a partir de una traza flexible, de acuerdo con las nuevas dinámicas sociales y a las condiciones del medio físico natural y artificial.

Tiempo después, el polímata Nikos A. Salíngaros, publicó "*Connecting The Fractal City*", donde destacó una de las claves del diseño de la ciudad: la conectividad de los espacios urbanos. La ciudad es un sistema que debe considerar puntos principales de encuentro para el peatón.

Otra teoría publicada por el mismo autor es "*La teoría de la Red Urbana*", donde los *nodos* de actividad humana están interconectados y así es como forman la red, las *conexiones* son los caminos que conectan dos o más nodos y la *jerarquía* es la escalaridad de las conexiones, desde vialidades principales hasta caminos a pie.[62] (Salíngaros, 2004)

Después de estudiar las teorías de organización espacial, se propone el Patrón Regional de Revitalización Urbana (desde un encuadre macro) y el Patrón Local de Diseño (desde un encuadre micro), específicamente en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

Posteriormente, se explicó el concepto de habitabilidad (conformado de una parte objetiva y una parte subjetiva) y se anexó, una recopilación documental de indicadores de habitabilidad, del Psicólogo Pablo Páramo, la Arquitecta Andrea Burbano y la Arquitecta Diana Fernández, estructurada en 9 categorías y 92 indicadores.

Al final del capítulo I, se presentaron esquemas de la "*Lectura de Patrones a través de los Sentidos*", los "*Fractales como Configuradores de un Sistema*" y los 3 "*Enfoques de los Fractales*", visualizados en la investigación, como aportación propia a la Arquitectura, con base en el estudio que se ha realizado de las teorías de organización espacial y la Geometría Fractal.

[62] Nikos Salíngaros, *La Teoría…, op. cit*.

CAPÍTULO II:

DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.

ANTECEDENTES DE LA COMUNIDAD:

El nombre de Santa Cruz Cuahutenco, está compuesto por dos elementos: uno de origen prehispánico y otro hispánico. De la parte prehispánica **Cuahutenco** es un nombre náhuatl que significa: ***cuahu***, ***cuahuitl***) = árboles; ***ten***, ***tentli***) = en la orilla de; ***co*** = lugar; Al unir los tres vocablos significa ***"Lugar en la orilla del bosque"*** (Palma, 2018, pág. 346).[63]

De la parte hispánica, **Santa Cruz** es el nombre español que los franciscanos asignaron a este lugar, en honor al madero en que Jesucristo murió. La fecha de su fundación data del año 1603 (Palma, 2018, pág. 346).[64]

El Dr. Ángel Francisco Palma Lujano, originario de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco y cronista del Municipio de Zinacantepec (2013), desarrolló un jeroglífico de Cuahutenco, el cual se presenta a continuación:

Imagen 34- Jeroglífico de Cuahutenco.
Fuente: *(Palma, 2018, pág. 22)*

1° Elemento: **dos árboles**, cuyo significado es **bosque**. 2° Elemento: una **figura** en forma de **labio** en la base de los árboles que significa **a** o **en la orilla de**. Cabe destacar que el autor de este jeroglífico retomó "*el elemento central de los códices y aportaciones de Javier Romero Quiroz, mientras que el círculo surge de la portadilla de la obra El Antiguo convento y hoy parroquia de Zinacantepec del Pbro. Arnulfo Hurtado G.*", como el mismo autor lo describe (Palma, 2018, pág. 22). [65]

[63] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 346.
[64] *Idem.*
[65] *Ibidem*, pág. 22.

PLAN PILOTO DE 1980 EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO:

En el año de 1980, siendo director general del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de México, el licenciado Marco Antonio Morales, se declaró que la comunidad de "*Santa Cruz Cuahutenco será transformada*" a través del "*Plan Piloto*", el cual inició simbólicamente el 12 de julio de 1980,[66] en al arco de acceso de la localidad, donde más de mil voluntarios estatales, en conjunto con la población, trabajaron para hacer un nuevo Santa Cruz (ver imagen 35).

''Plan Piloto'' en Santa Cruz Cuahutenco

Santa Cruz Cuahutenco será transformado radicalmente gracias a la labor que desarrollarán, más de mil voluntarios estatales que en fecha próxima acudirán a dicha población para en jornadas de trabajo conjunta con la población local hacer del actual Santa Cruz, un Santa Cruz, nuevo, progresista y encaminado de lleno al desarrollo.

Lo anterior, lo expresó el licenciado Marco Antonio Morales, director general del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de México, al ser entrevistado por el reportero de 8 COLUMNAS

Indicó además el licenciado Morales que Santa Cruz Cuahutenco será la población en donde funcionara el "plan Piloto", es decir que en dicha localidad se "probará" por decirlo así el "Programa del Voluntariado" por primera ocasión y servirá de modelo, lo que ahí se aplique para llevarlo a cabo en otras localidades.

Con el plan "piloto" se busca en primer lugar, concientizar a la población para que coopere y para que los trabajos que ahí se realicen sean continuados por ellos mismos, es decir que Santa Cruz Cuahutenco será promovido a un desarrollo integro, no sólo en el aspecto exterior de la población, sino en el aspecto interior de cada una de las viviendas.

Además se busca también el desarrollo social de la población y que los habitantes de Cuahutenco vivan de una manera digna limpia, y saludable.

Por último el licenciado Marco Antonio Morales expresó que los trabajos que se desarrollarán en Santa Cruz Cuahutenco perteneciente al municipio de Zinacantepec, se llevará a cabo en otras localidades.

TOLLOCAN a 8 columnas

MARTES 4 DE MARZO DE 1980

EL PATRONATO de promotores voluntarios, visitó ayer el poblado de Santa Cruz Cuahutenco, aquí la señora de Jiménez Cantú, acompañada por el Presidente Municipal y la señora de González Gavaldón.

EL PATRONATO Estatal de Promotores Voluntarios hizo un recorrido ayer por Santa Cruz Cuahutenco, que posiblemente será el piloto del programa de desarrollo integral de pueblos.

Imagen 35- Información periodística sobre la visita y recorrido de la señora Luisa Isabel Campos a Santa Cruz. Fuente: *(Palma, 2018, pág. 192)*.

[66] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 194.

MEDIO FÍSICO NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL:

En los siguientes apartados, se realiza el estudio del medio físico natural, artificial y social en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco. Cada medio posee características que lo configuran, como se enuncia a continuación:

> "*… factores que actúan como medio en la arquitectura y que estos son de orden físico natural, físico artificial y social. El natural considera la vinculación entre la geometría y geografía, el artificial se observa desde el espacio-tiempo y la determinación del lugar y el social considera a lo público y lo privado como los elementos que le otorgan a la arquitectura y urbanismo como un proceso de apropiación del territorio, en una visión fractal.*" (De Hoyos, Jiménez, & Álvarez, 2012, pág. 1)[67]

En el medio físico natural, a través de su geometría y geografía, se estudian elementos como: estructura morfológica, topografía, soleamiento y vientos dominantes, hidrografía, altimetría, temperatura y precipitación.

En el medio físico artificial, se traza un sistema cartesiano para ubicar espacios: educativos, culturales, recreativos, deportivos, sociales, religiosos, de transporte, de salud, políticos, de programas sociales, de extracción de materiales e industriales, así como sus relaciones espaciales.

En el medio social, se considera cuantitativamente el crecimiento poblacional del último siglo, tanto en la localidad de Santa Cruz como en las comunidades de su periferia. En cuanto al especto cualitativo, se observa el modo de vida de la población, así como sus costumbres y tradiciones.

[67] Jesús De Hoyos, José Jiménez y Alberto Álvarez, Un estudio de Arquitectura, Urbanismo y Medio: una conceptualización desde la geometría no lineal. 2012, pág. 1. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3734/1/Un%20estudio%20de%20arquitectura%20urbanismo%20y%20medio%2C%20una%20conceptualización.pdf

MEDIO FÍSICO NATURAL (GEOMETRÍA Y GEOGRAFÍA):

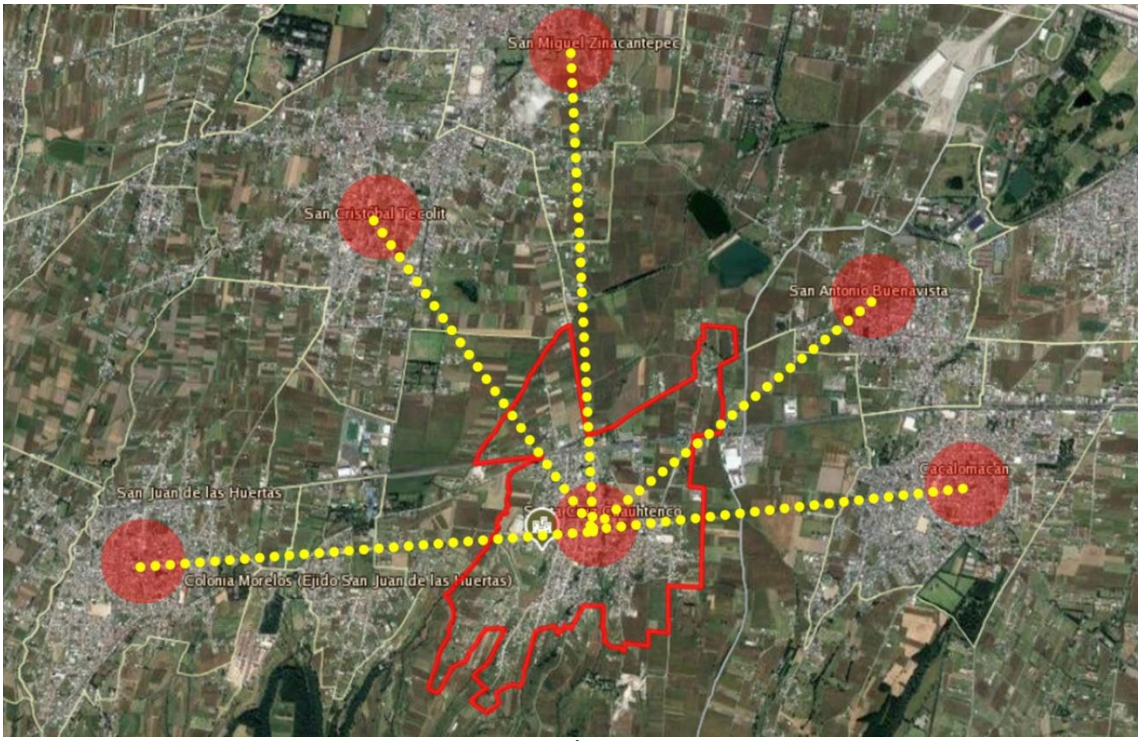


Imagen 36- Conexiones con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017.

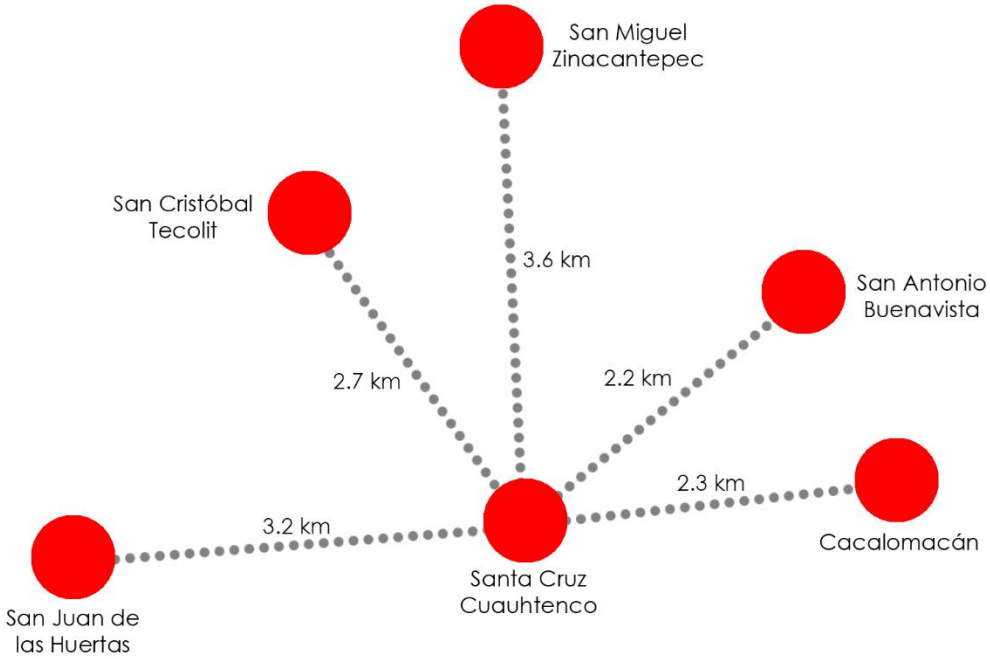


Imagen 37- Distancias con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017.

La localidad de Santa Cruz Cuauhtenco está situada en el Municipio de Zinacantepec (Estado de México). Está a 2850 msnm y sus coordenadas geográficas son Paralelo 19° 14' 49'' de Latitud Norte y Meridiano 99° 43' 44'' de Longitud Oeste (Palma, 2018, pág. 346). [68]

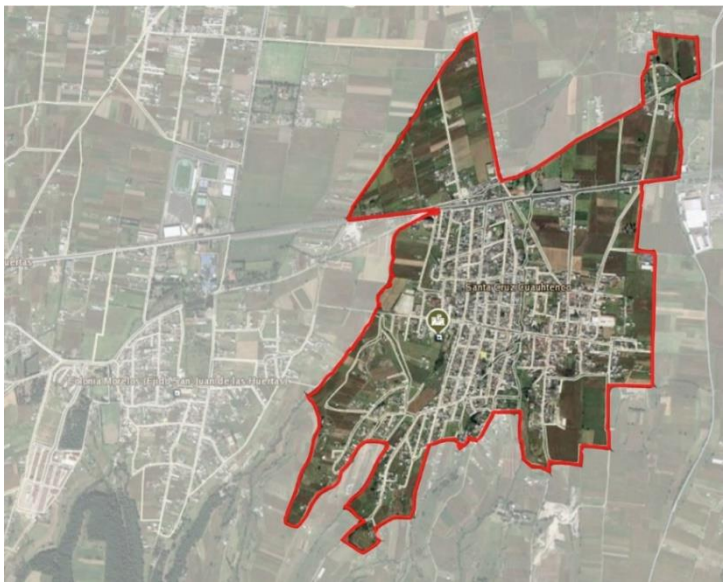


Imagen 38- Morfología territorial de Santa Cruz. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Morfología: En la imagen 38 se puede observar la morfología de la comunidad, según el Inventario Nacional de Vivienda 2016. El área aproximada es de 2,621,039.18 m2 = 2.62km2 y el polígono (señalado de color rojo) tiene una longitud de 11,705 m.

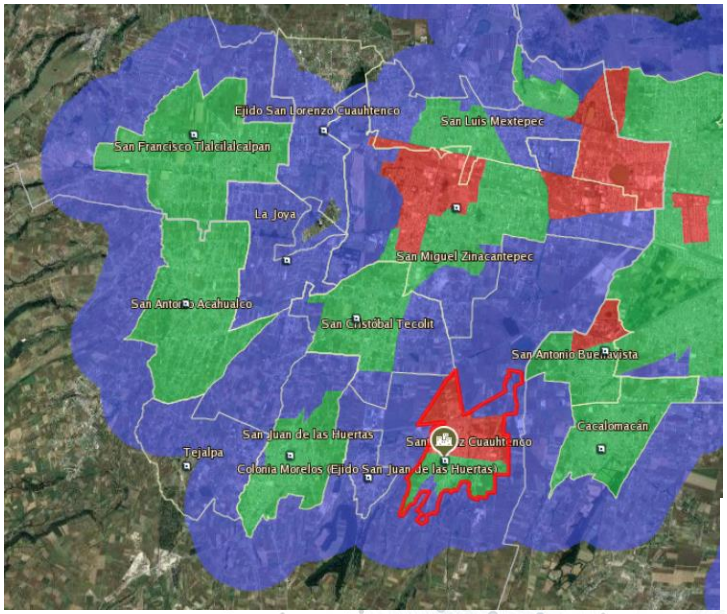


Imagen 39- Perímetros de contención urbana. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Perímetros de contención urbana: En la imagen 39 se puede observar los perímetros de contención urbana, delimitados por CONAVI 2017, donde Santa Cruz está ubicado en la parte inferior central.

[68] Ángel Palma, *op. cit.*, pág. 346.

Imagen 40- Esquema del territorio de estudio, con curvas de nivel a cada 5 metros y traza urbana. Fuente: Elaboración propia 2018.

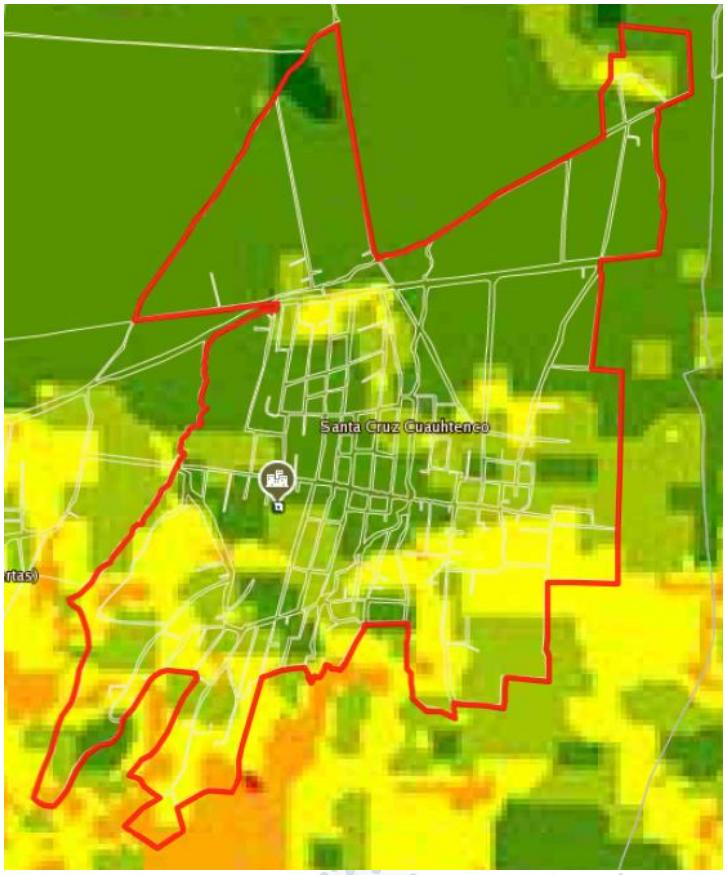


Imagen 41- Pendientes del terreno. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Pendientes del territorio: Según el Inventario Nacional de Vivienda 2016, las pendientes del territorio de Santa Cruz Cuahutenco, en general oscilan del 0% al 6%, como se muestra en la imagen 41.

SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES:

En el siguiente mapa, se puede observar el recorrido solar sobre la comunidad de Santa Cruz y la dirección de los vientos dominantes (según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015),[69] provenientes del Sureste, los cuales oscilan entre una velocidad de 7 a 11 km/hr.

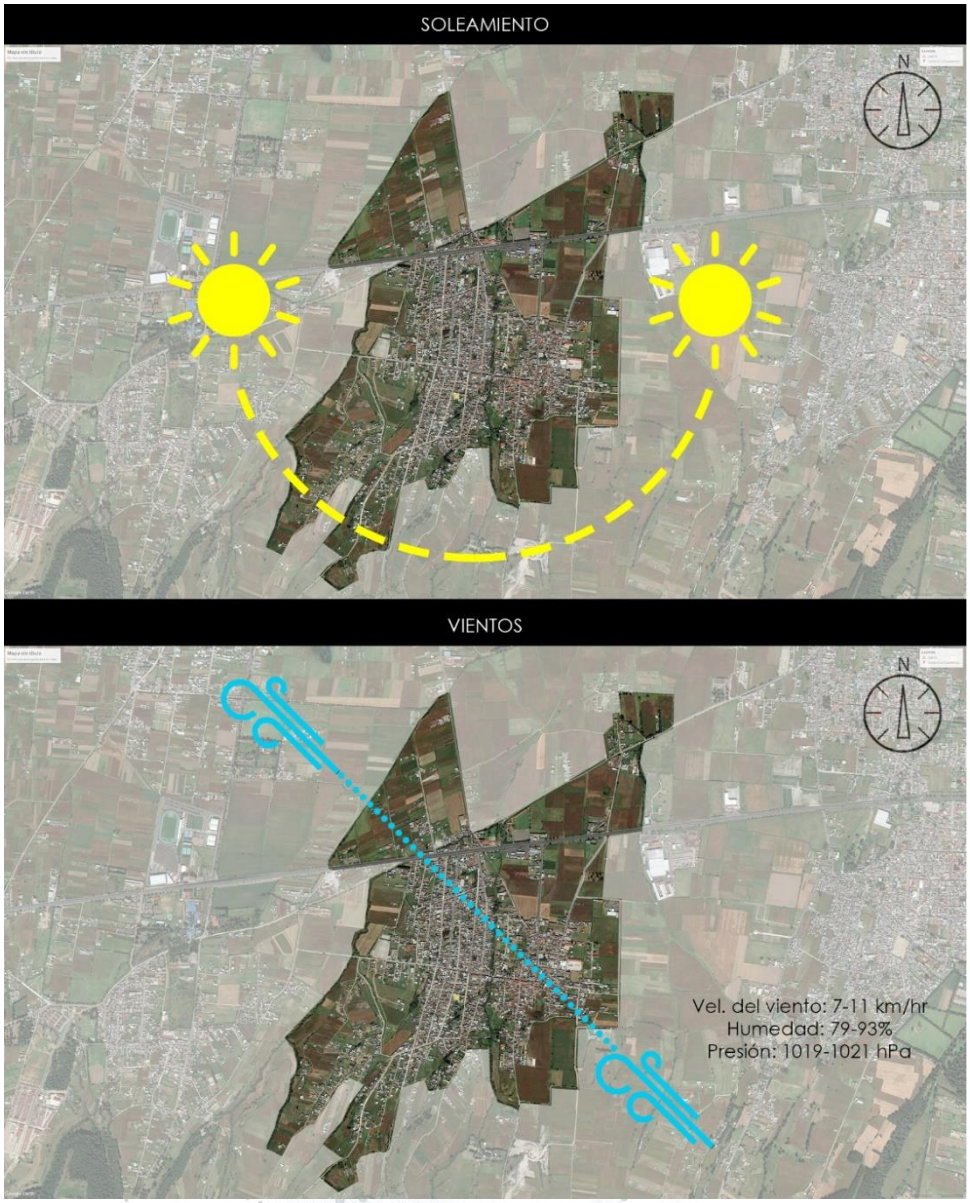


Imagen 42- Soleamiento y Vientos Dominantes. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

[69] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *op. cit.,* Plano Diagnóstico D-7.

HIDROGRAFÍA:

Dos ríos principales son los que fluyen por el territorio de Santa Cruz, provenientes de las escorrentías del Nevado de Toluca, por lo que es necesario que, desde los orígenes de estos ríos, se ejecuten acciones para su conservación y cuidado. El objetivo de esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, es generar un Patrón de Revitalización Urbana, que se pueda repetir en las comunidades posteriores a lo largo del río, ajustando el Patrón a las necesidades específicas de cada población.

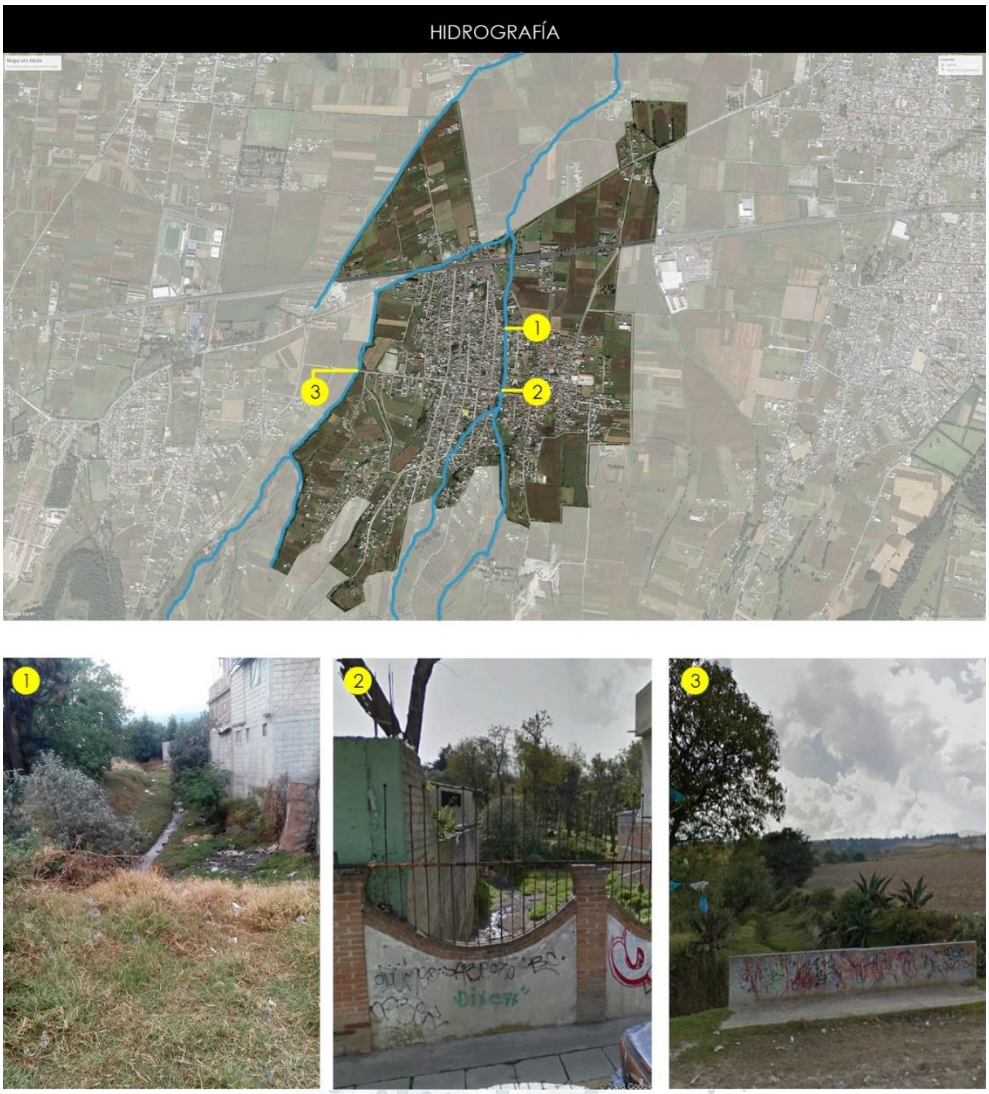
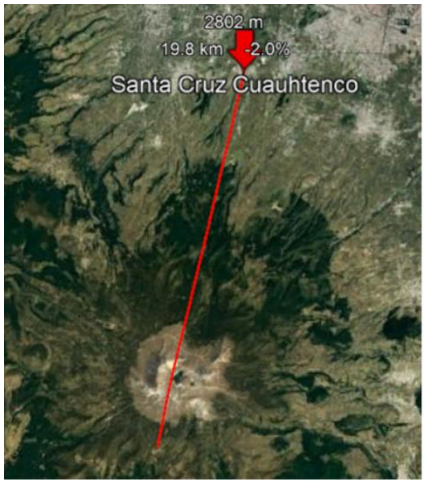


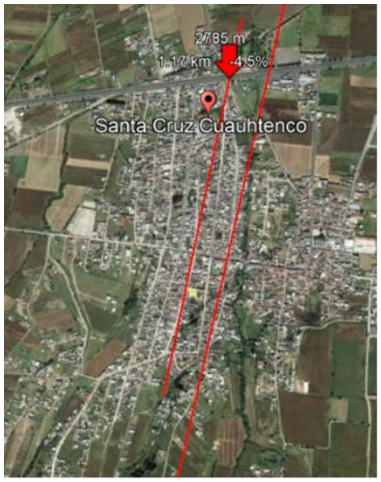
Imagen 43- Hidrografía de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. Imagen 1, archivo personal 2018. Imagen 2 y 3, Google Maps 2018.

ALTIMETRÍA:



Se consideró como referente el Nevado de Toluca, para contextualizar a la comunidad de Santa Cruz. Esta primer sección tiene una longitud de 21.7 km, donde el punto más alto oscila en los 4550 m.s.n.m y el más bajo en los 2763 m.s.n.m. Pendiente promedio del 8%.

Imagen 44- Sección I: Santa Cruz Cuahutenco-Nevado de Toluca. Fuente: Google Earth 2017.



Se realizó una segunda sección (de 1.40 km) que corresponde solo a la localidad de Santa Cruz, donde el punto con mayor altitud es de 2814 m.s.n.m. y el que tiene menor altitud es de 2779 m.s.n.m. Pendiente promedio del 3%.

Imagen 45- Sección II: Ampliación de Altimetría en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth 2017.

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL:

La gráfica que a continuación se presenta, fue recopilada del libro *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social* (Palma, 2018, pág. 46),[70] donde se expresa en las barras de color naranja la temperatura promedio según cada mes del año y en la línea azul la precipitación pluvial.

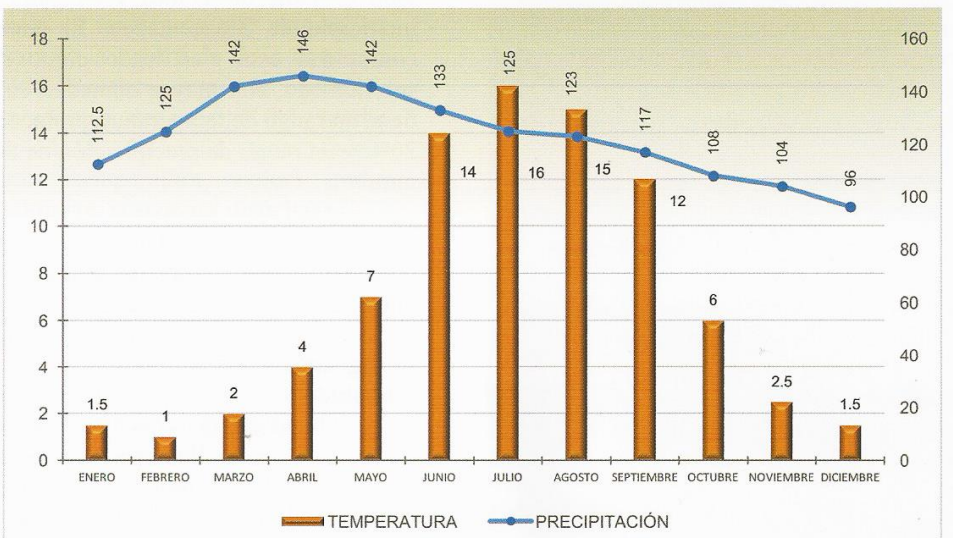


Tabla 6: Gráfica de temperatura y precipitación pluvial en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 46).

VIENTO:

DÍA	DESCRIPCIÓN	MÁX./MIN.	PRECIP.	VIENTO	HUMEDAD
LUN. 13. ENE.	Mayormente soleado	20°/3°	0%	SE 13 km/h	46%
MAR. 14. ENE.	Parcialmente nublado	20°/2°	10%	SE 14 km/h	47%
MIÉ. 15. ENE.	Parcialmente nublado	21°/2°	0%	SE 12 km/h	44%
JUE. 16. ENE.	Parcialmente nublado	20°/1°	10%	ESE 15 km/h	52%
VIE. 17. ENE.	Parcialmente nublado	19°/3°	0%	SE 15 km/h	47%
SÁB. 18. ENE.	Mayormente nublado	19°/2°	20%	E 13 km/h	49%

Tabla 7: Previsión meteorológica en Santa Cruz Cuahutenco. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: https://weather.com/es-MX/tiempo/10dias/l/2ad62bfa98c5c256f237aa6460f79bdcdb1efe860b0f274cd8a7841c3008e53b

[70] Ángel Palma, *op. cit.*, pág. 46.

MEDIO FÍSICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UN SISTEMA CARTESIANO:

A continuación, se realiza un diagnóstico, que parte del eje natural norte-sur (o eje Y), que corresponde al Río que fluye por la comunidad y el eje artificial oriente-poniente (o eje X), que es la vialidad que comunica la población. La numeración de los cuadrantes se realiza conforme el plano cartesiano, donde se resalta el cuadrante I, por ser la principal área de intervención.

Una vez establecidos los dos ejes de referencia (eje natural Y - eje artificial X), se mapea la ubicación y la relación del equipamiento existente en la comunidad, con la finalidad de visualizar un panorama global del funcionamiento del territorio y de detectar las áreas de oportunidad.

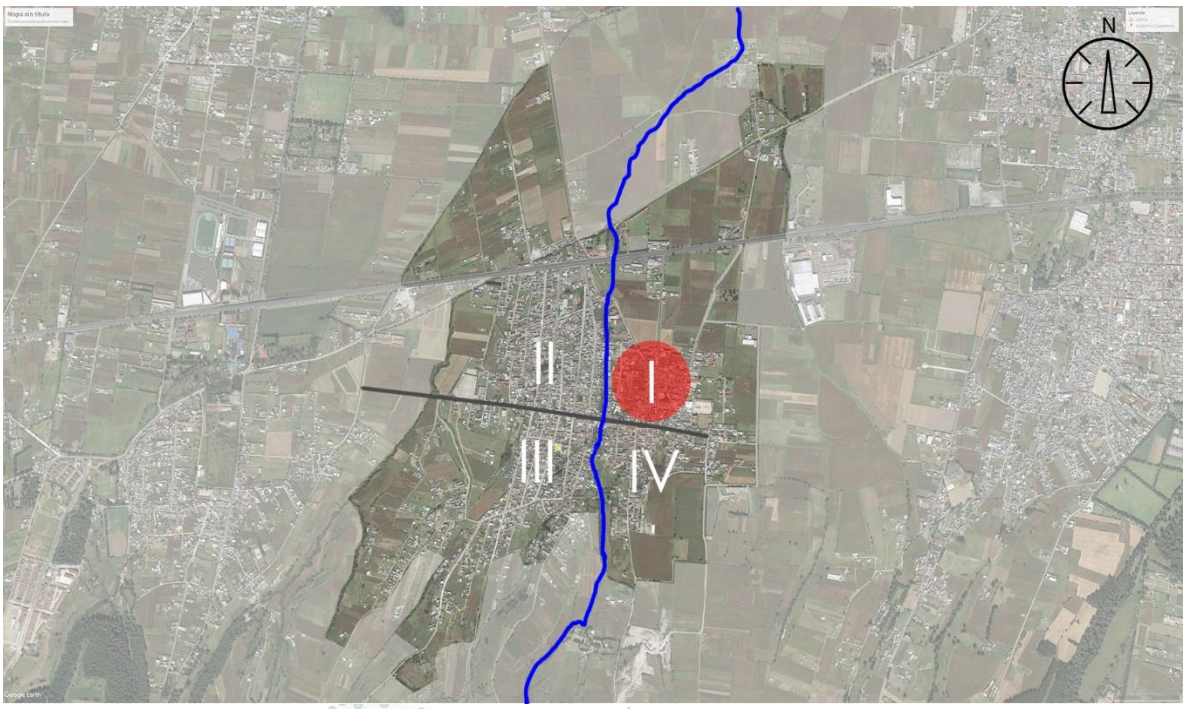


Imagen 46- Delimitación de estructura de cuadrantes en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

AMPLIACIÓN DEL CUADRANTE I:

A través de la estructuración de un sistema cartesiano, se delimita el cuadrante "I" como el punto de abordaje en esta investigación, ya que ese sector se concentra un alto flujo de actividades humanas, que se relaciona con el comercio, la educación, la cultura, la recreación y la religión.

Dinámicas como el sístole y el diástole del corazón humano, son las que presencia este polígono de estudio, al contener puntos de concentración masivos, como: el Kiosco de la comunidad, el Templo de Santa Elena de la Cruz y la primaria Vicente Guerrero, lo que genera movimientos de contracción y relajación.

Dichos movimientos, responden a patrones espacio-temporales de desplazamientos, que están determinados en un lugar y un horario específicos, como la entrada y salida de los estudiantes a la primaria o bien la celebración del culto religioso los fines de semana.

Imagen 47- Ampliación del Cuadrante I en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

CONFORMACIÓN DE EJES: NATURAL, ARTIFICIAL Y SOCIAL

Una vez delimitados los ejes natural y artificial, el sistema cartesiano se complementa con el eje social (eje Z), el cual integra la forma de habitar de la población, es decir está relacionado con sus costumbres y tradiciones.

El estudio del territorio no solo se concibe como un sistema cartesiano bidimensional, sino tridimensional, haciendo visible una montea triplanar que siempre se ha estado ahí, pero hasta ahora ha sido inexplorada.

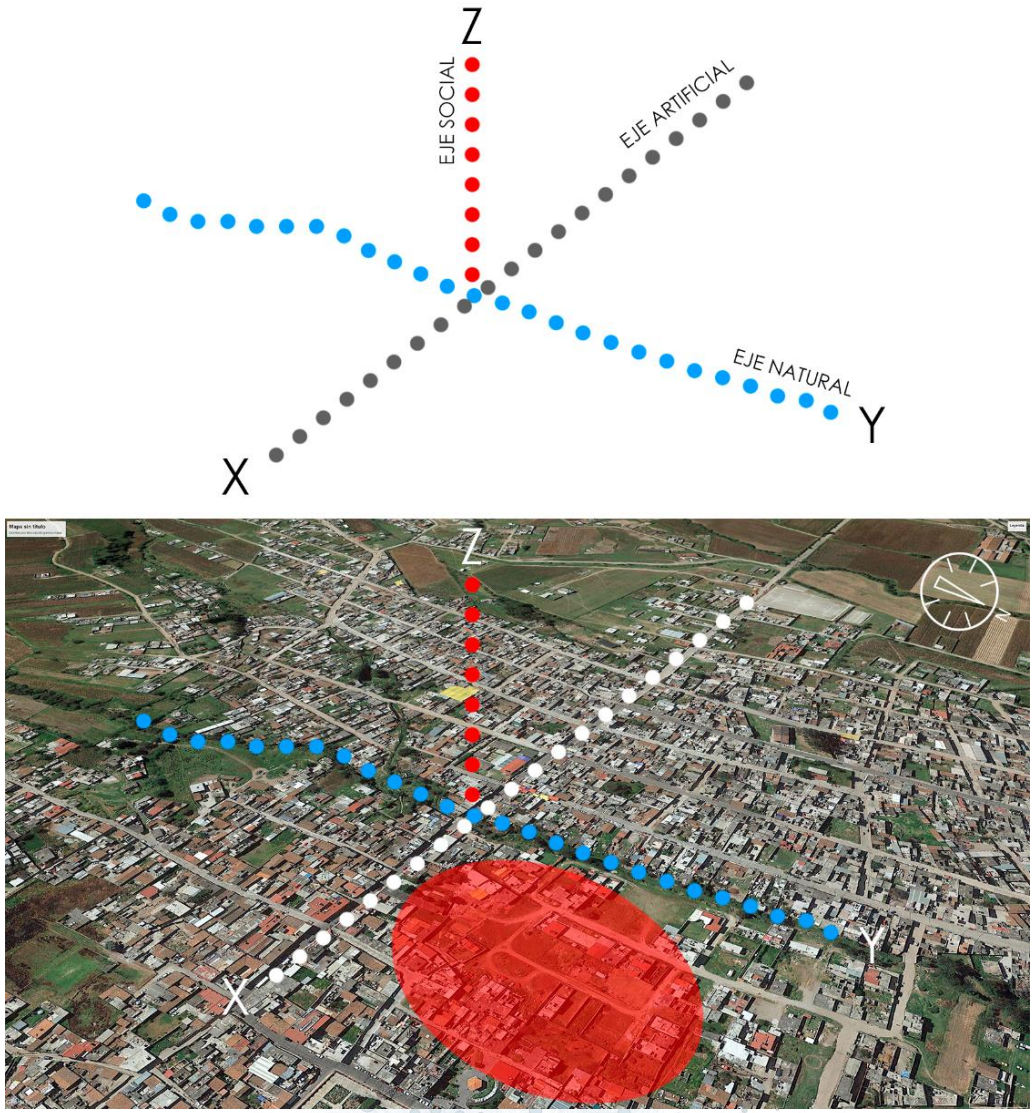


Imagen 48- Estructura de ejes natural, artificial y social en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017.

DIAGNÓSTICO URBANO A PARTIR DE ITERACIONES:

Retomando el concepto de *iteraciones* de la geometría fractal y el modelo del *triángulo de Sierpinski*, expuesto en el capítulo I, es como se desarrolla el diagnóstico del equipamiento existente en el territorio, con la finalidad de hacer visibles los patrones espaciales que imperan en la comunidad.

Cabe destacar, la importancia que tiene el concepto del "*agua*" en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico; por una parte, de manera natural (por los escurrimientos provenientes del Nevado de Toluca) y, por otra parte, de manera artificial (por la red hidráulica establecida).

Ya sea desde el flujo natural o artificial, el agua ha sido desde la antigüedad un símbolo de "*vida*". A continuación, se señala la ubicación del tanque de agua que da suministro a la comunidad, cuyas escorrentías son provenientes del nevado de Toluca (ver imagen 49).

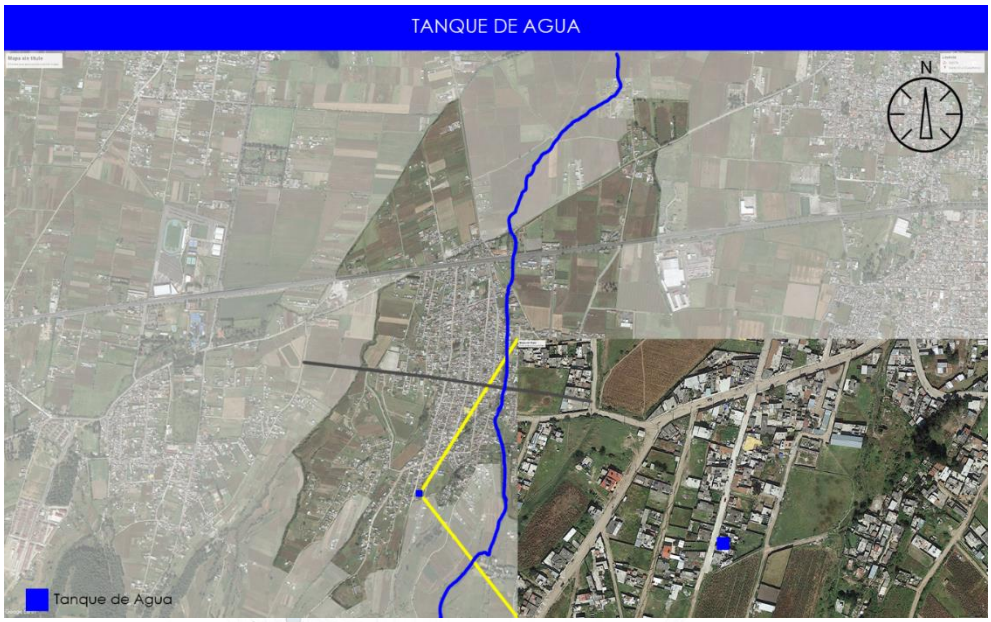


Imagen 49- Localización de Tanque de Agua que dota del suministro a la comunidad de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS EDUCATIVOS Y CULTURALES:

Existen dos espacios educativos en el cuadrante "I", uno en el cuadrante "II" y uno en el cuadrante "III". En cuanto a los espacios culturales, sólo se detectó uno en el cuadrante "I", por lo que es necesario diseñar espacios, que promuevan la cultura en la población en sus actividades cotidianas.

Imagen 50- Espacios Educativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 51- Espacios Culturales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS RECREATIVOS Y DEPORTIVOS:

Ante la necesidad de espacios recreativos, se ocupan terrenos baldíos para sustituir temporalmente este requerimiento. Los espacios deportivos se encuentran en la periferia, por lo que, al ubicar un área deportiva más céntrica, aumenta el umbral de alcance del sector deportivo.

Imagen 52- Espacios Recreativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

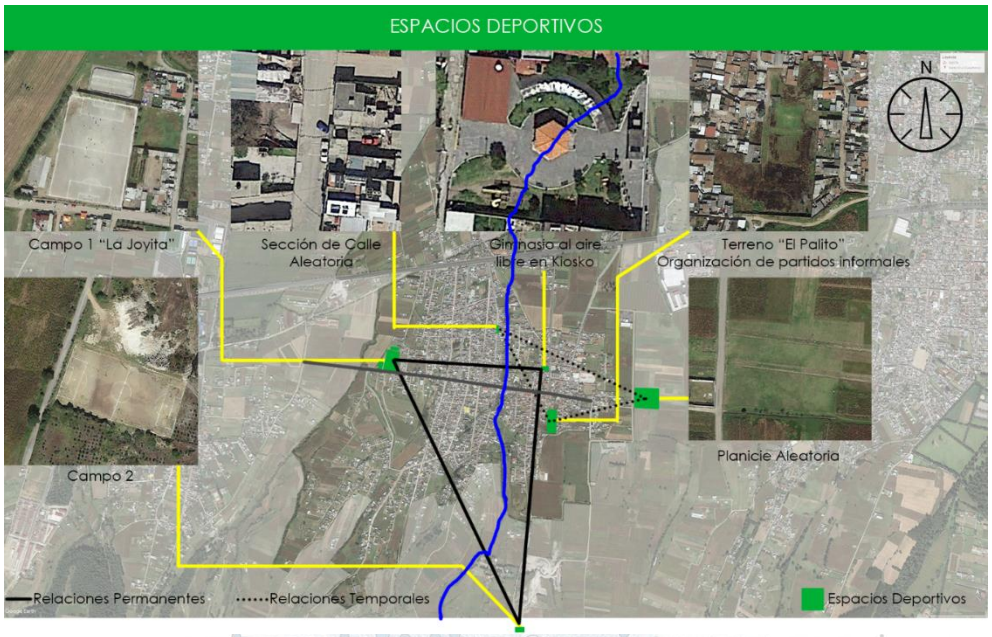


Imagen 53- Espacios Deportivos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS SOCIALES Y RELIGIOSOS:

Los habitantes de la comunidad tienden a rentar uno de estos espacios sociales para llevar a cabo sus eventos. El mayor punto de encuentro en la comunidad es el atrio del Templo de Santa Elena, por lo que su incorporación en esta propuesta es un punto clave.

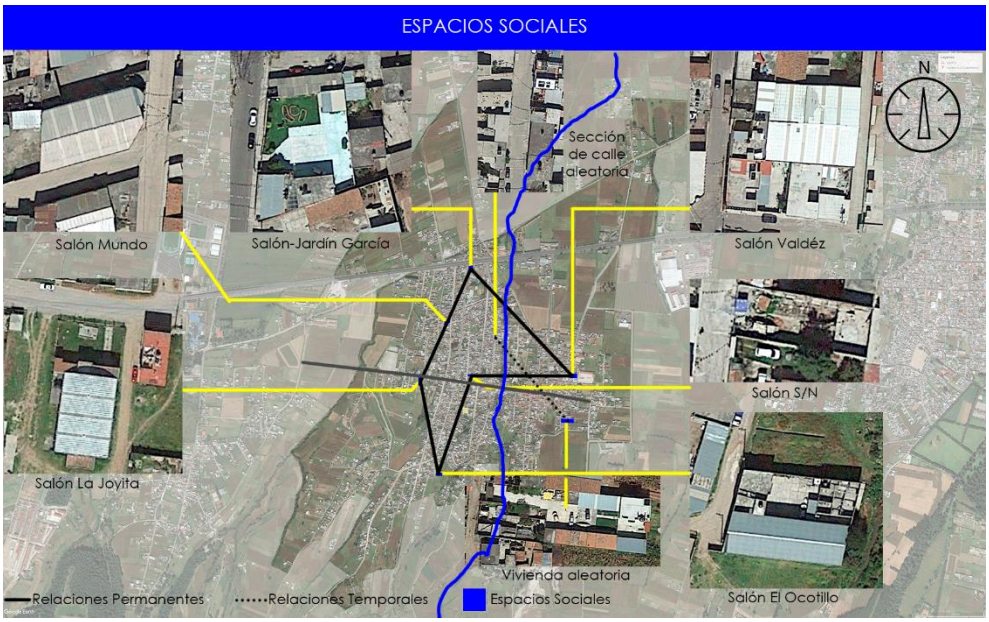


Imagen 54- Espacios Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

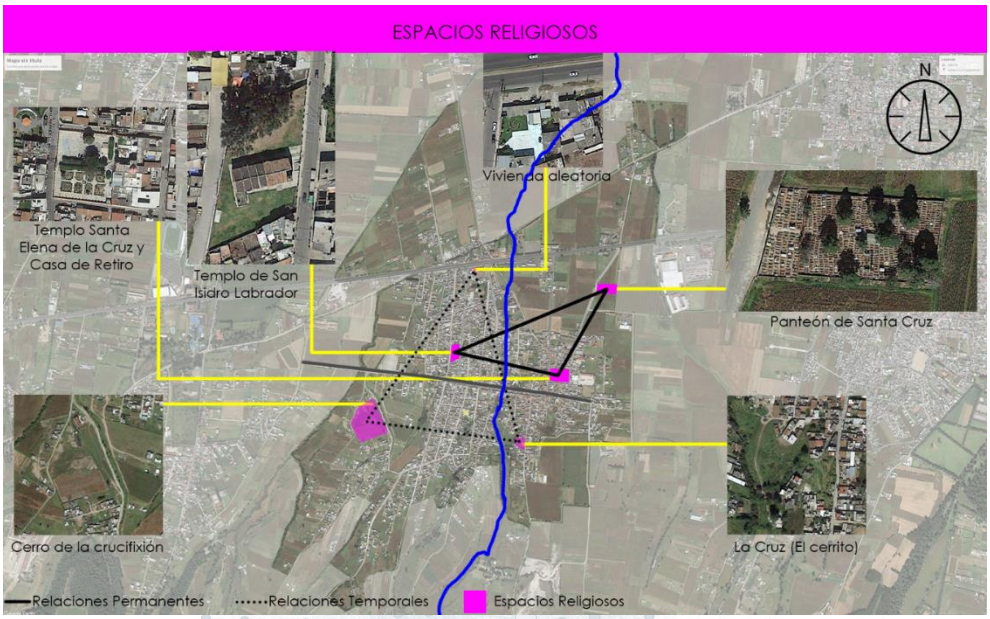


Imagen 55- Espacios Religiosos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS DE TRANSPORTE Y SALUD:

Se ubican los puntos clave de movilidad interna de la comunidad. En cuanto a los espacios de salud, solo se encontró un centro de salud de primer contacto, un farmacias similares y farmacias locales, por lo que en proyectos posteriores es oportuno realizar un estudio específico del sector salud.

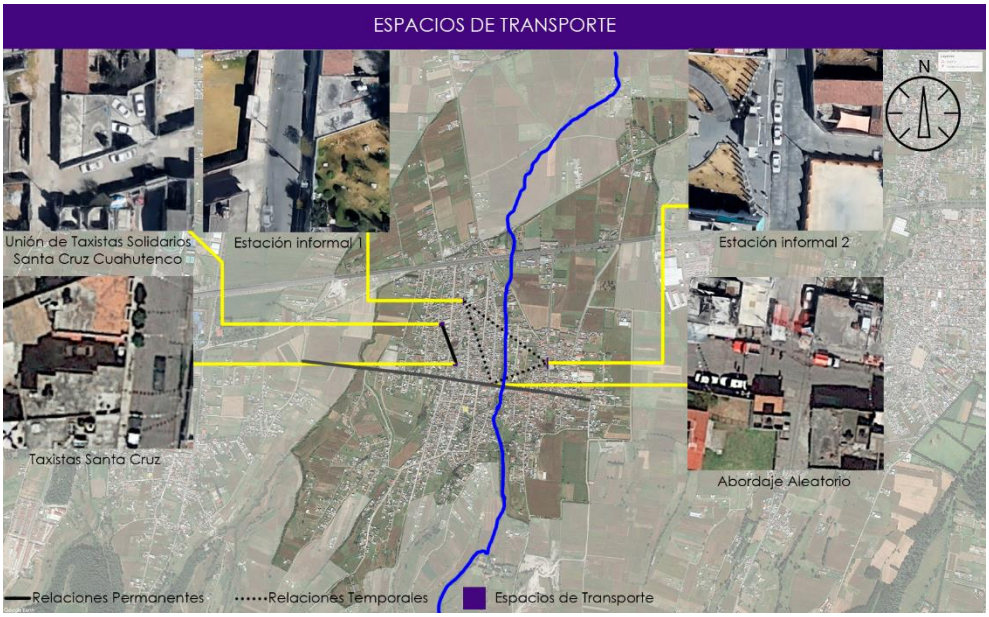


Imagen 56- Espacios de Transporte. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 57- Espacios de Salud. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS POLÍTICOS Y DE PROGRAMAS SOCIALES:

Es necesario el diseño de un espacio público multiusos, donde se incentive la participación de la comunidad. En este espacio multiusos, se puede difundir información acerca de los programas sociales que promueve el Municipio de Zinacantepec o el Gobierno del Estado de México.

Imagen 58- Espacios Políticos. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

Imagen 59- Espacios de Programas Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

ESPACIOS DE EXTRACCIÓN E INDUSTRIALES:

Al sur de la comunidad, se localizan minas de extracción de materiales, donde posteriormente, surgen oportunidades para aprovechar el espacio vacío, como: habitacional, recreativo o mixto. En cuanto a los espacios industriales, es oportuno diseñar el área de amortización periférica.

Imagen 60- Espacios de Extracción de materiales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

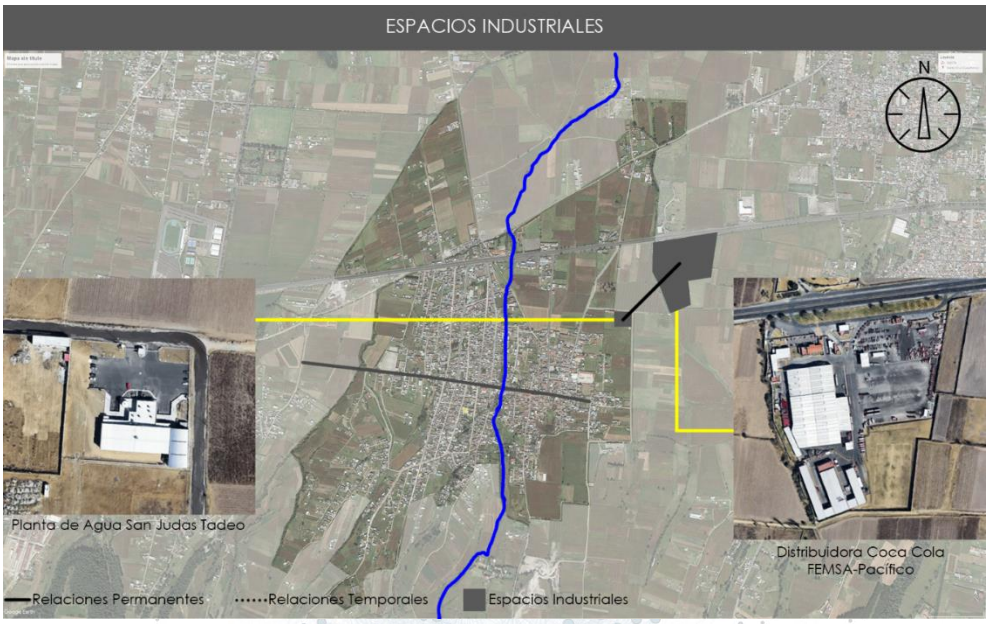


Imagen 61- Espacios Industriales. Fuente de plano base: Google Earth 2017.

MEDIO SOCIAL: COSTUMBRES, TRADICIONES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL

En el presente apartado se describe el crecimiento poblacional de la comunidad (ver tablas 8 y 9), así como sus costumbres y tradiciones. La población de Santa Cruz Cuahutenco, presenció un crecimiento exponencial de la población en el periodo comprendido entre 2005-2010, al aumentar 2,162 habitantes, lo que significa un 40% de la cifra del 2005.

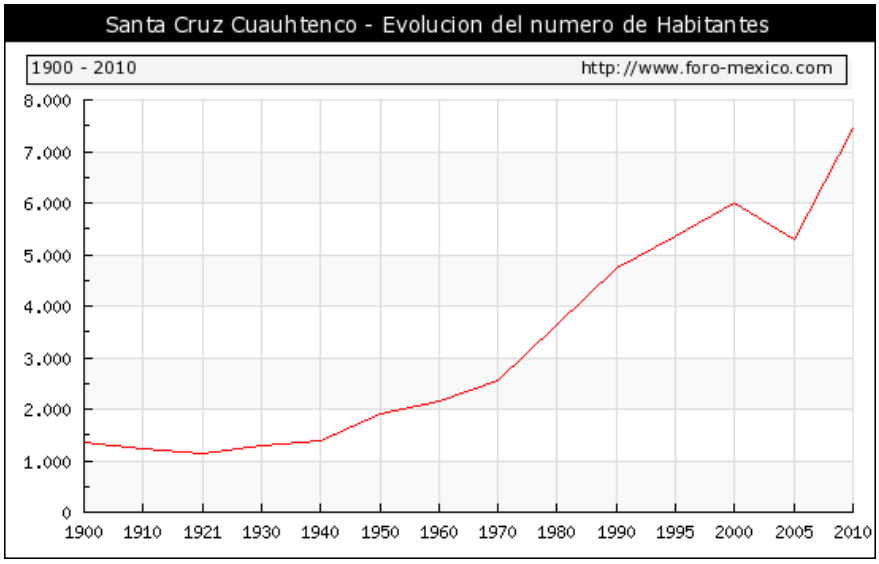


Tabla 8: Evolución de la Población 1900-2010. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018.

Santa Cruz Cuauhtenco - Evolucion de la poblacion 1900 hasta 2010			
YEAR	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
2010	3.640	3.820	7.460
2005	2.565	2.733	5.298
2000	2.873	3.123	5.996
1995	2.599	2.767	5.366
1990	2.313	2.415	4.728
1980	1.773	1.848	3.621
1970	0	0	2.549
1960	1.107	1.044	2.151
1950	923	975	1.898
1940	711	666	1.377
1930	638	643	1.281
1921	547	595	1.142
1910	598	635	1.233
1900	640	705	1.345

Tabla 9: Cifras de incremento poblacional en Santa Cruz. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018.

Según la actualización 2010-2015 realizada por el INEGI y consultada en el Inventario Nacional de Vivienda 2016,[71] la población total de Santa Cruz Cuahutenco es de 7,548 habitantes. De los cuales 2,258 tienen entre 0-14 años, 2,115 están entre los 15-29 años, 2,547 entre 30-59 años, 513 tienen 60 años o más y 115 cuentan con alguna discapacidad (ver tabla 10).

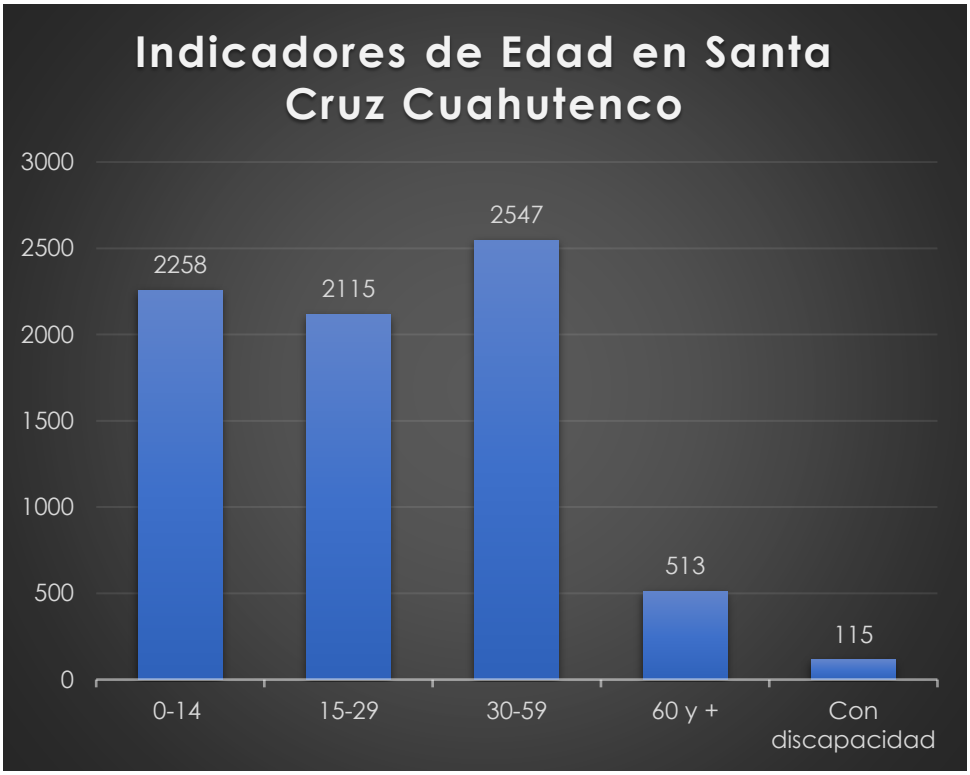


Tabla 10: Indicadores de Edad en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Como se observa en la gráfica anterior, la mayor parte de la población de Santa Cruz Cuahutenco se encuentra entre los 0 y los 29 años, con 4,373 personas, lo que equivale al 58% del total, por lo que se concluye que, el al menos el 50% del Programa Arquitectónico de la propuesta de mejoramiento, debe integrar a este sector joven de la población.

[71] Mapa interactivo del *Inventario Nacional de Vivienda 2016*, consultado el 13 de enero de 2020 desde: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=19.25081128055914 8,-99.72986712593825&z=16

En Santa Cruz Cuahutenco hay 1820 viviendas (INEGI, 2016)[72], de ellas el 88.95% están habitadas, el 83.29% tienen recubrimiento en piso, el 87.52% cuentan con energía eléctrica, el 85.87% tiene agua entubada y el 85.82% cuenta con servicio sanitario. En el 4.39% de las viviendas, habitan 3 o más ocupantes por cuarto (ver tabla 11).

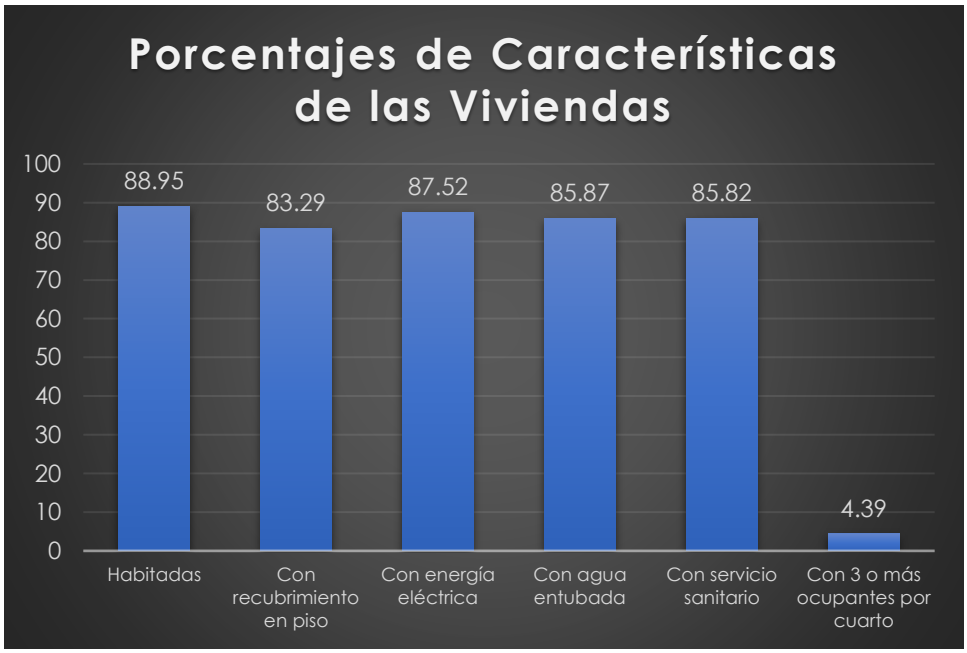


Tabla 11: Porcentajes de Características de las Viviendas. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Posteriormente, se realizó un estudio del promedio de habitantes por vivienda, en la comunidad de Santa Cruz y su periferia (San Juan de las Huertas, San Cristóbal Tecolit, San Miguel Zinacantepec, San Antonio Buenavista y Cacalomacán), para comprender cuantitativamente una de las dinámicas sociales: la conformación de las familias.

Se concluye que en promedio las viviendas de Santa Cruz están conformadas por 4 habitantes (ver tabla 12), siendo la tercer localidad con el indicador más elevado, después de San Juan de las Huertas y San Antonio.

[72] Mapa interactivo del *Inventario Nacional de Vivienda 2016*, *op. cit.*,

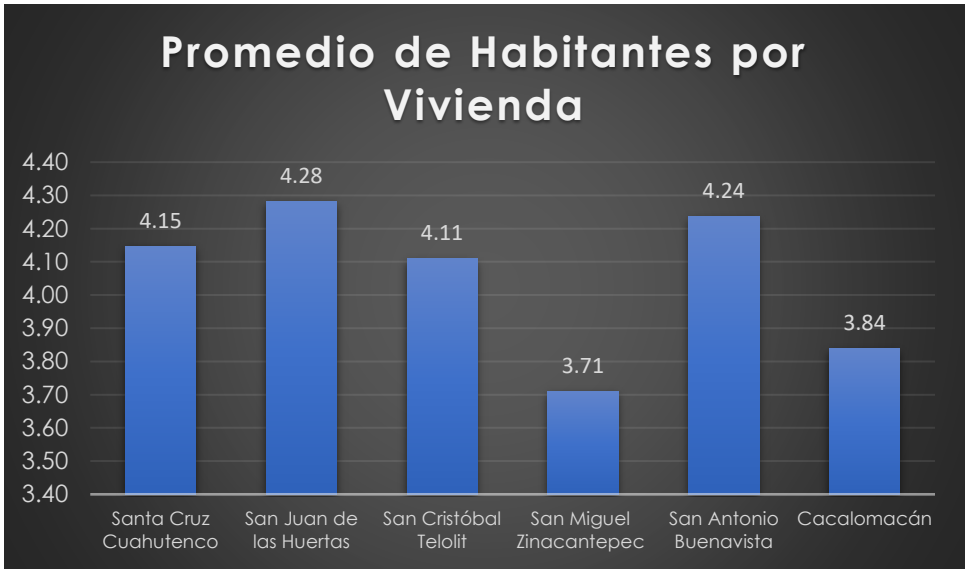


Tabla 12: Promedio de Habitantes por Vivienda. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

Al contrastar la información de la tabla 12 y la tabla 13, se detecta que a pesar de que San Miguel Zinacantepec tiene el mayor número poblacional, es también la localidad que tiene el menor índice de habitantes por vivienda, lo que significa, que las familias están conformadas por un menor número de integrantes, como resultado de las dinámicas sociales propias de San Miguel Zinacantepec, a diferencia de las otras comunidades.

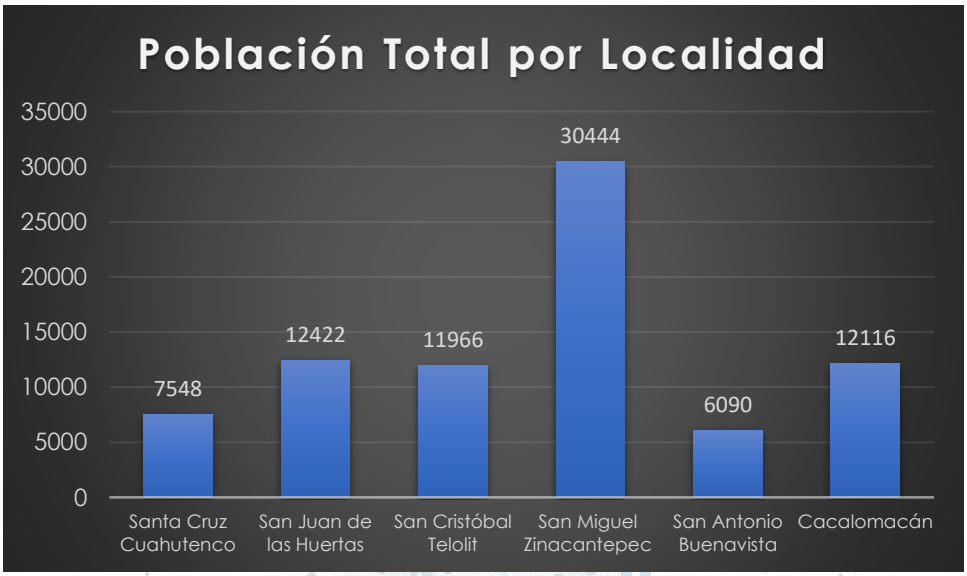


Tabla 13: Población Total por Localidad. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

CELEBRACIONES CIVILES Y RELIGIOSAS:

A continuación, se enuncian de manera cronológica las celebridades civiles y religiosas llevadas a cabo en la comunidad, con la finalidad de integrar actividades en la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

FECHA	CELEBRACIÓN CIVIL	FECHA	CELEBRACIÓN RELIGIOSA
5 de febrero	Promulgación de la Constitución de 1917	1 de enero	María, Madre de Dios y Año Nuevo
18 de marzo	Expropiación Petrolera	6 de enero	Día de los Santos Reyes
21 de marzo	Natalicio de Benito Juárez e inicio de la Primavera	2 de febrero	Día de la Candelaria
30 de abril	Día del Niño	Movible (marzo-abril)	Semana Santa
1 de mayo	Día del Trabajo	Todo el mes de mayo	Rosarios a la Virgen María
10 de mayo	Día de las Madre	3 de mayo	Día de la Santa Cruz
15 de mayo	Día del Maestro	15 de mayo	Día de San Isidro Labrador (Colonia Lázaro Cárdenas)
28 de agosto	Día del Adulto Mayor	Todo el mes de junio	Rosarios al Sagrado Corazón de Jesús
15 de septiembre	Conmemoración del Grito de la Independencia	19-22 de junio	Santo Jubileo o Jubileo de las 40 horas
16 de septiembre	Inicio de la Guerra de Independencia	18 de agosto	Día de Santa Elena de la Cruz (fiesta patronal, casi todo el mes)
12 de octubre	Descubrimiento de América	7 de octubre	Día de la Virgen del Rosario (Colonia 2 de marzo)
20 de noviembre	Inicio de la Revolución Mexicana	2 de noviembre	Día de los Fieles Difuntos (Día de Muertos)
		22 de noviembre	Día de Santa Cecilia (Patrona de los Músicos)
		12 de diciembre	Día de la Virgen de Guadalupe (Fiesta Nacional Popular)
		16-24 de diciembre	Posadas
		24 y 25 de diciembre	Noche Buena y Navidad
		31 de diciembre	Acción de Gracias y Renovación de Fiscales y Topiles

Tabla 14: Celebraciones Civiles y Religiosas de Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Palma, Á. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: DR © Ángel Francisco Palma Lujano. págs. 114-115.

COSTUMBRES Y TRADICIONES:

Como se muestra en la imagen 62, anualmente se lleva a cabo una de las festividades más importantes de la comunidad, en honor a Santa Elena de la Cruz, durante el mes de agosto.

Durante ese mes, asisten peregrinos de las comunidades cercanas, como San Juan de las Huertas, San Antonio Buenavista, Cacalomacán, entre otras.

Imagen 62- Celebración Patronal en Atrio de Templo. Fuente: Archivo personal, agosto 2019.

La celebración se lleva a cabo en el atrio del Templo de Santa Elena de la Cruz, acompañada de música en vivo y la tradicional danza de los chilenos.

Uno de los eventos de reciente creación en la localidad, es conocido como Ruta de las Ánimas, el cual se desarrolló el 1 de noviembre de 2019, como segunda edición, donde se expusieron ofrendas (ver imagen 63) caracterizadas por los grupos sociales de la comunidad, como: Grupos Religiosos, Músicos, Jóvenes y Señoritas, Ejidales, Futbolistas, Escuelas, entre otras.

Imagen 63- Ofrenda de Ruta de las Ánimas 2019. Fuente: Archivo personal, noviembre 2019.

ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL:

Una de las tradiciones más antiguas y que hoy en día sigue siendo una de las actividades más representativas de la comunidad es la elaboración de pan artesanal, ya que es una tradición que se ha heredado de generación en generación.

> *"La familia de Don Armando es solo una de las 70 que se dedican a realizar pan artesanal para las ferias regionales en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, en el municipio de Zinacantepec, donde con más de 300 años de antigüedad es una de las tradiciones más arraigadas del valle de Toluca."* (Paredes, 2015)[73]

La manera de preparación del pan tiene ciertas características especiales, como lo es el horno rústico de leña, para poder realizar más de 1500 piezas de pan cada fin de semana:

> *"El horno rústico de leña ocupa la mayor parte de su espacio de trabajo y confía en que ninguno de sus panes sería igual si utilizara un horno de gas, que es más pequeño, pero que no le da ni el mismo sabor, ni el mismo acabado a sus panes."* (Paredes, 2015)[74]

Imagen 64- Elaboración de Pan Artesanal. Fuente: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/

[73] Francisco Paredes, *Mantienen viva la tradición de la elaboración de pan en Zinacantepec*, Inforural, 2015, Consultado el 13 de enero de 2020 desde: https://www.inforural.com.mx/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/
[74] *Idem*.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO II:

Al inicio de este capítulo, se habló del significado de Santa Cruz Cuahutenco (Lugar en la Orilla del Bosque) y un antecedente muy importante de la comunidad: el Plan Piloto desarrollado en el año de 1980.

Cuarenta años después de esta intervención Urbana en la comunidad, surge esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, como una continuación de ese ideal de mejora, de las condiciones de habitabilidad en la población (constituido por la revitalización del río y la creación de espacios públicos, recreativos y culturales).

Para realizar el diagnóstico del territorio, se estructuró la investigación en 3 categorías principales: el medio físico natural, artificial y social. En el medio físico natural se estudió la morfología del territorio, los perímetros de contención urbana, la topografía, el soleamiento y vientos dominantes, la hidrografía, la altimetría, la temperatura y la precipitación pluvial.

En el medio físico artificial, se trazó un sistema cartesiano, que tiene como origen la intersección del eje natural (el río) y del eje artificial (la Vialidad Luisa Isabel 2° Sección), a partir del cual se ubicó el equipamiento existente, correspondiente a los espacios: educativos, culturales, recreativos, deportivos, sociales, religiosos, de transporte, de salud, políticos, de programas sociales, de extracción de materiales e industriales.

En el medio social, se describió cuantitativamente el crecimiento poblacional en los últimos 110 años, los indicadores de edades de la población, de características de las viviendas, del promedio de habitantes por vivienda y del número de habitantes tanto de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco como de su periferia, para tener un panorama global.

En cuanto a la descripción cualitativa del medio social, se enlistaron las principales celebraciones civiles y religiosas que se realizan en la localidad, así como una de sus actividades tradicionales con mayor antigüedad: la elaboración de pan artesanal (con 300 años de antigüedad).

Como se observa en el apartado de celebraciones, gran parte de las festividades de la comunidad están relacionadas con el sector religioso, por lo que su incorporación en esta propuesta de mejoramiento es un punto clave (para sincronizar las actividades culturales y recreativas una vez que haya concluido la celebración litúrgica).

En la descripción del equipamiento existente, se encontraron más áreas de oportunidad, como en el sector salud, industrial, de extracción de materiales, entre otros, pero el desarrollo de esos sectores queda abierto a realizarse posteriormente, como una continuación de esta propuesta.

Una vez realizado el diagnóstico a escala macro, se concluye que en la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, deben integrarse al menos el 50% de las actividades destinadas a la población entre los 0 y los 29 años, ya que conforman el 58% de los habitantes del total de la localidad.

De manera general, se hace una síntesis de las necesidades detectadas hasta este punto de la investigación:

- Aumento de áreas verdes
- Creación de un espacio multiusos
- Creación de espacios recreativos, culturales y deportivos
- Conectividad de los sectores (y espacios públicos)

En el Capítulo IV (en el desarrollo de la propuesta de mejoramiento), se retoman estas necesidades detectadas, así como los resultados del estudio del medio físico natural, artificial y social.

CAPÍTULO III:

ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO Y SU APLICACIÓN.

"Es asombroso ver como de lo que parece ser el caos surge el más sublime orden."

Albert Einstein

¿Cómo es que la geometría fractal dio origen a esta concepción espacio-temporal? Si bien, los fractales se caracterizan por su estructura iterativa, la Arquitectura también está conformada por 3 patrones esenciales (para que acontezca un fenómeno): *el espacio, el tiempo y la materia.*

Cuando se inserta un volumen en el espacio, se crea una deformación, (ver imagen 65), dependiendo de la densidad del objeto y su umbral de alcance.

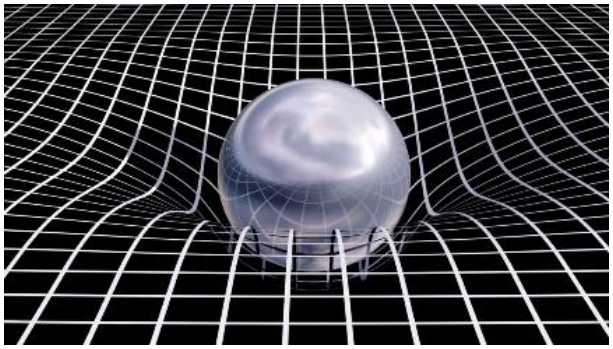


Imagen 65- Analogía bidimensional de la deformación del espacio-tiempo tetradimensional por acción de la materia-energía. Publicado por Nicolás Fabelo en: http://www.rtve.es/noticias/20151124/siglo-mano-albert-einstein/1259800.shtml. Consultado en noviembre de 2018.

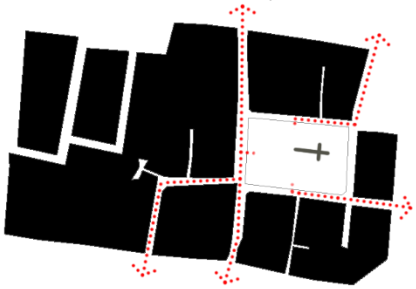
Como resultado de esta deformación espacial, surgen microhistorias, que los seres humanos viven, experimentan y las hacen propias, creando así su memoria y su legado.

De esta manera, es como se establecen los patrones de: *espacialidad, temporalidad y materialidad* como los 3 patrones primigenios que constituyen la Arquitectura y la realidad. Para representar gráficamente este sistema, se tomó como base el triángulo de Sierpinski (ver figura 66).

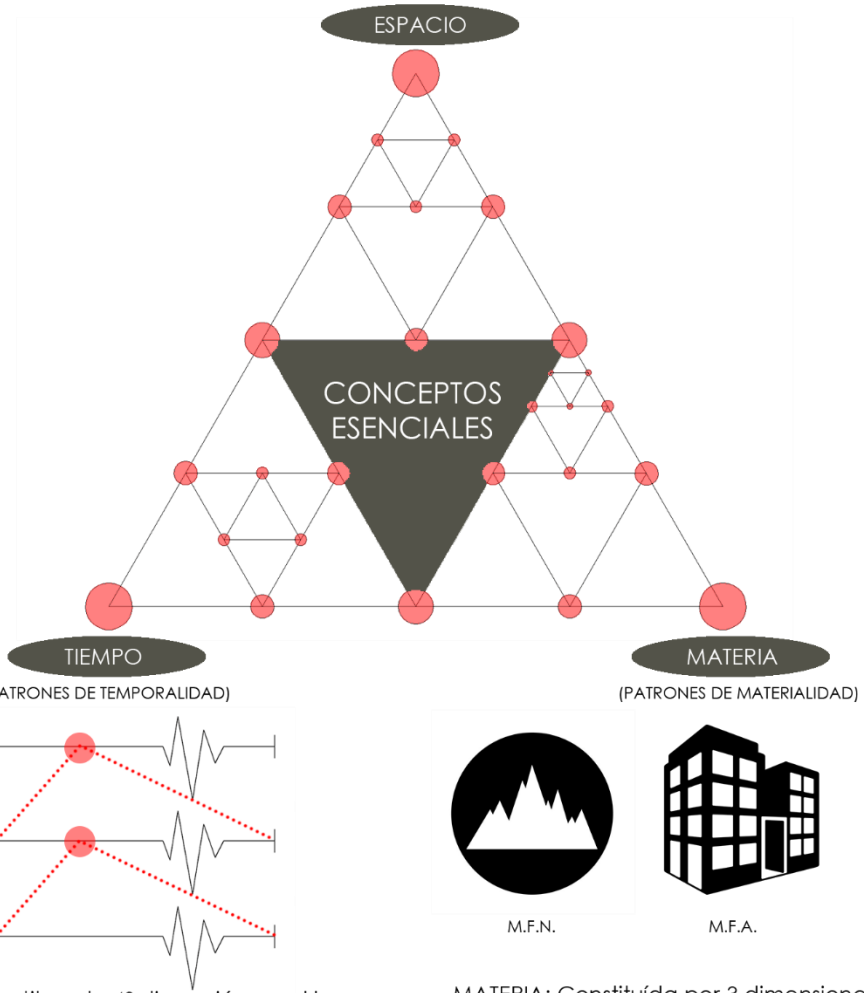
Posteriormente, se deriva cada una de las fracciones del territorio en un análisis por capas, desde datos generales del territorio hasta datos muy específicos, para detectar con claridad las necesidades de la población.

CONCEPTOS ESENCIALES:

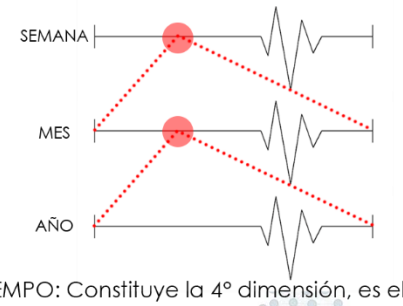
ESPACIO: Medio o vacío en el que se materializa algo.



(PATRONES DE ESPACIALIDAD MACRO Y MICRO)

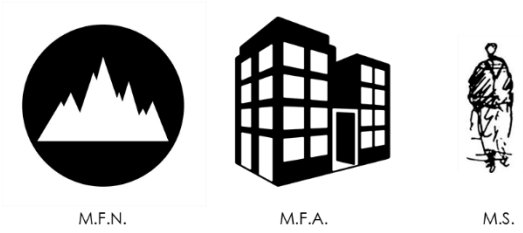


(PATRONES DE TEMPORALIDAD)



TIEMPO: Constituye la 4° dimensión, es el lapso definido de estudio.

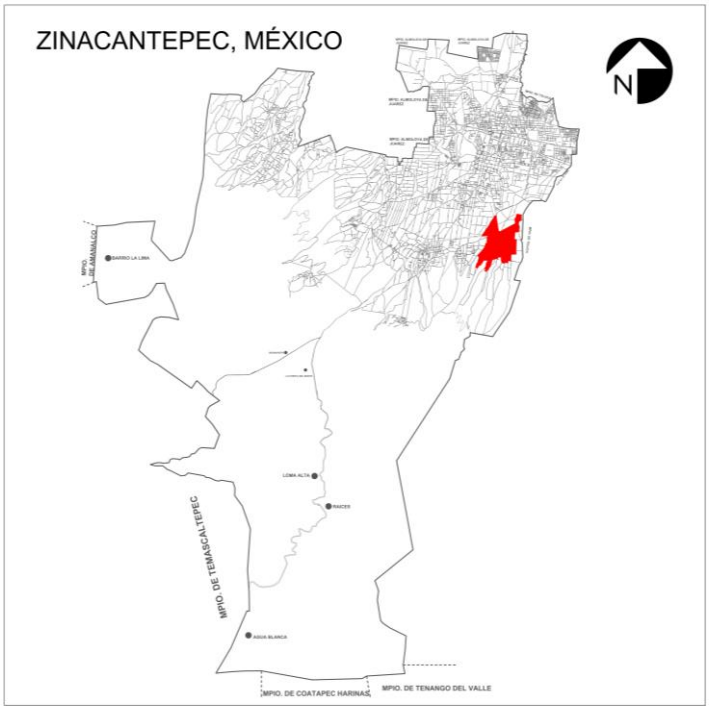
(PATRONES DE MATERIALIDAD)



MATERIA: Constituída por 3 dimensiones, es el ente tangible que ocupa un lugar en el espacio.

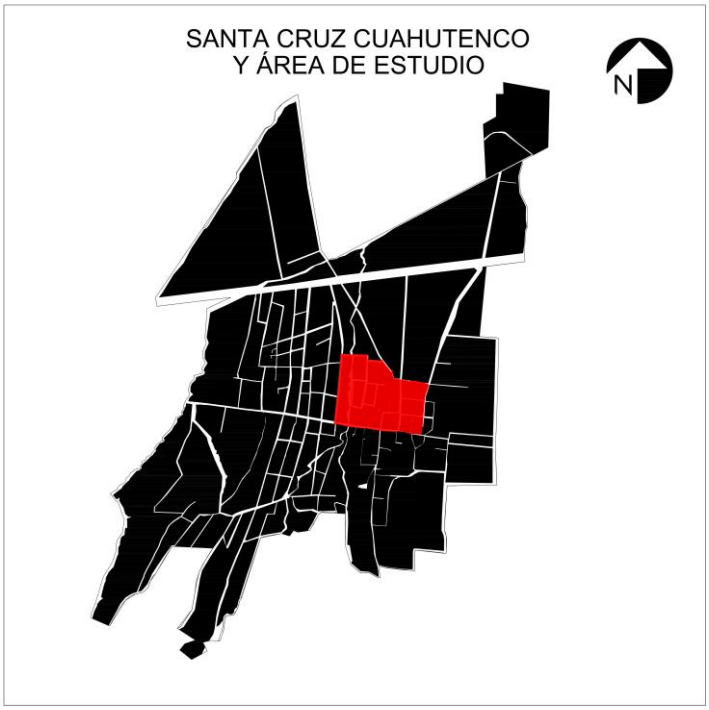
Imagen 66- Representación gráfica de los patrones de espacialidad, temporalidad y materialidad como los conceptos esenciales que constituyen la Arquitectura y la realidad. Fuente de imágenes base: Edificio: https://www.flaticon.es/icono-premium/edificio_24736
Montaña: https://es.pngtree.com/freepng/mountains-icon_3566031.html
Escala Humana: http://www.doyoucity.com/proyectos/entrada/14202

ITERACIONES EN EL TERRITORIO:



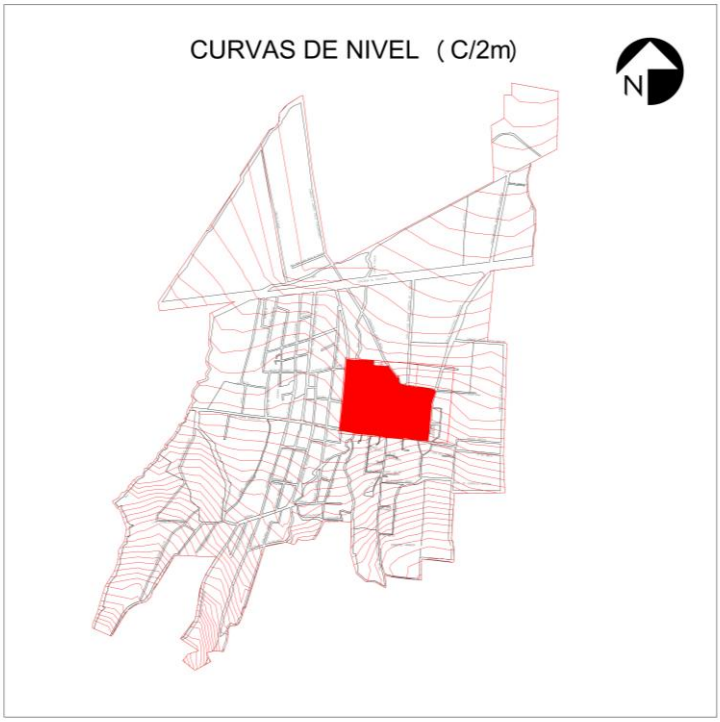
En este mapa, se señala el polígono que corresponde a Santa Cruz Cuahutenco (marcado de color rojo), el cual se encuentra en la periferia del Municipio de Zinacantepec, Estado de México.

Imagen 67- Mapa de Referencia: Zinacantepec - Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Archivo del Municipio de Zinacantepec 2018.



Al realizar un acercamiento al mapa anterior, se enfoca el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, ahora con fondo negro y el área específica de estudio, se marca de color rojo, la cual abarca una parte del sector centro y colonia.

Imagen 68- Mapa de Referencia: Santa Cruz Cuahutenco – Polígono de estudio. Fuente: Elaboración propia 2019.

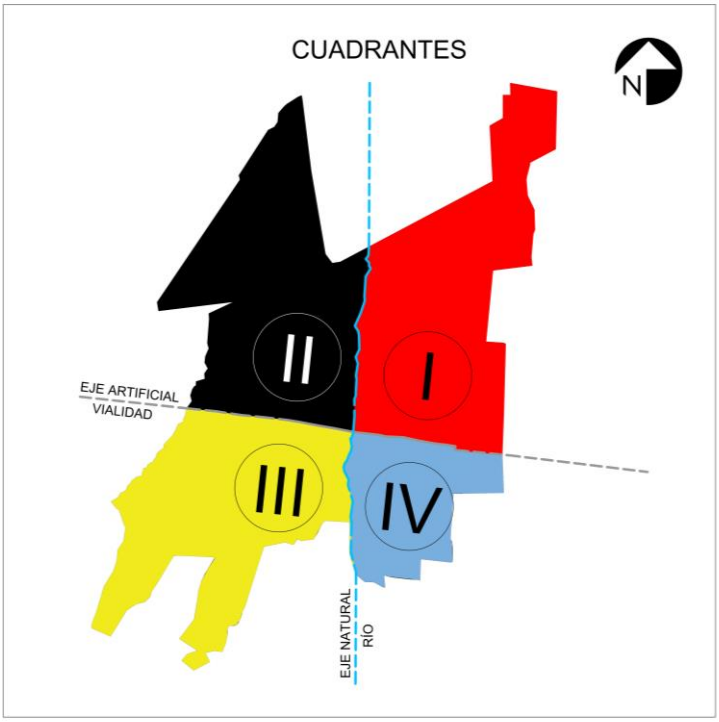


Las curvas de nivel se encuentran marcadas a cada 2 metros, donde se detecta un cambio de nivel aproximado de 18 metros, desde la cota más elevada a la más baja del polígono intervenido.

Imagen 69- Mapa de Curvas de Nivel a cada dos metros en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Elaboración propia 2019.

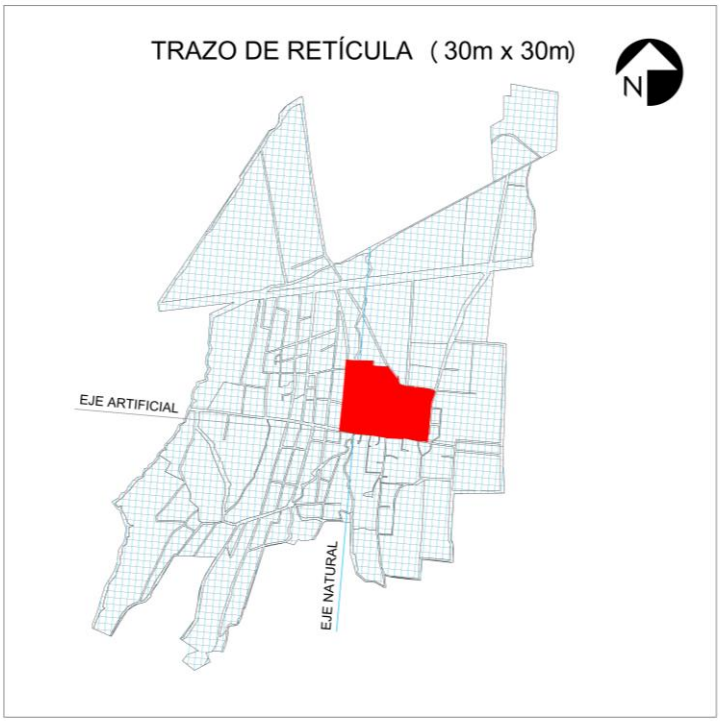
El Río que fluye por la comunidad, es de gran importancia en esta propuesta de mejoramiento, ya que actualmente funge como una división, entre el sector centro (color rojo) y el sector de la colonia (color negro), cuando tiene el potencial de articular el territorio.

Imagen 70- Mapa de Sector Centro y Sector Colonia. Fuente: Elaboración propia 2019.



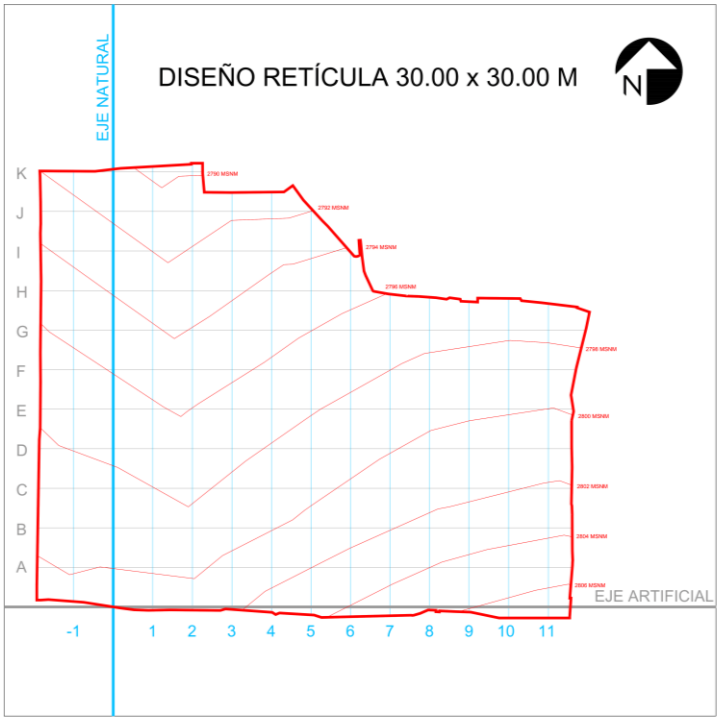
En este mapa, se esclarece el estudio del territorio a partir de dos ejes: ***el eje natural*** (que corresponde al caudal del Río) ***y el eje artificial*** (que está determinado por la Vialidad Luisa Isabel 2° Sección, la cual es una de las tres vialidades principales de la comunidad).

Imagen 71- Mapa de cuadrantes.
Fuente: Elaboración propia 2019.



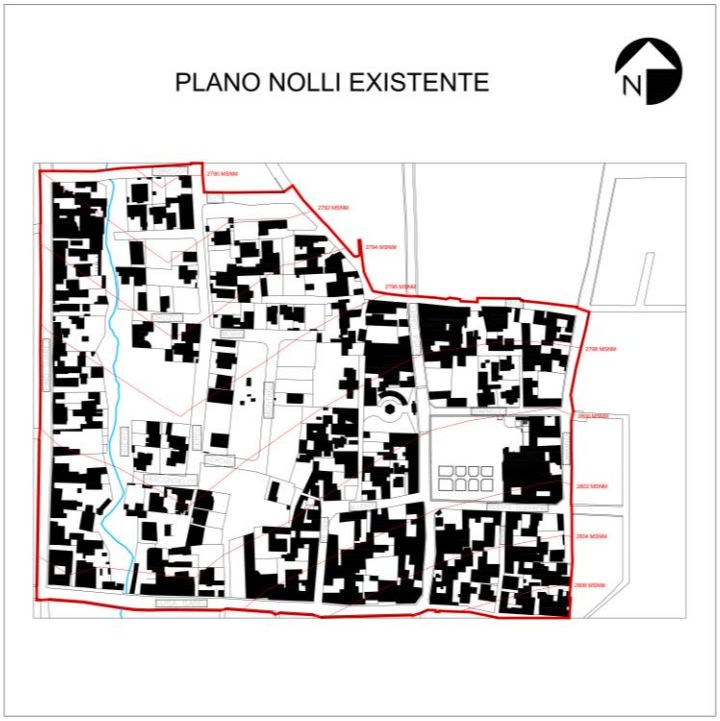
A partir del eje natural y artificial delimitados, se inserta una retícula con módulos de 30 x 30 metros, que responden a la traza urbana existente de la comunidad. De manera general, dos módulos (cada 60 metros) estructuran el patrón de organización de las manzanas.

Imagen 72- Mapa de traza reticular.
Fuente: Elaboración propia 2019.



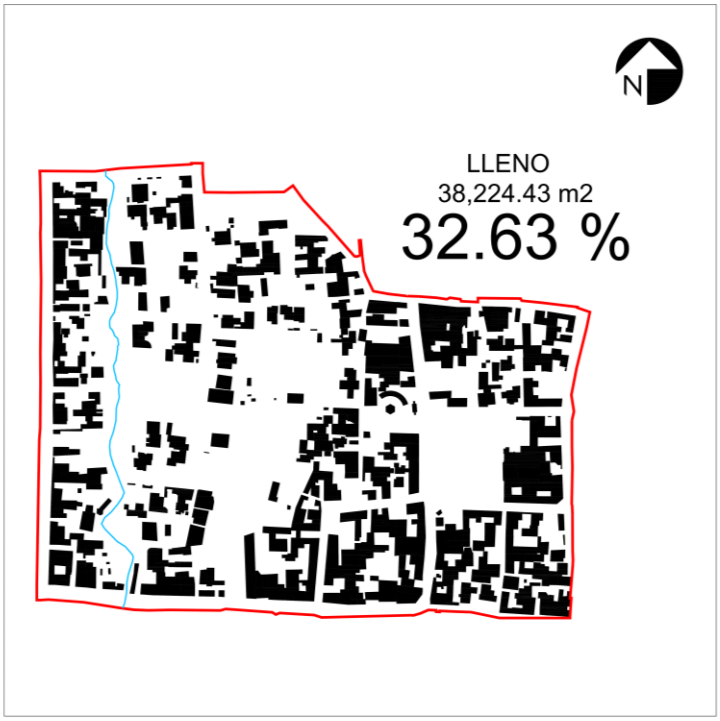
Una vez localizada la coordenada 0,0 (la intersección del eje natural y del eje artificial), se determinan las unidades de localización, paralelas al eje natural (números), al eje artificial (letras) y las curvas de nivel a cada 2 metros, iniciando al norte en 2,790 m.s.n.m.

Imagen 73- Mapa de sistema de coordenadas. Fuente: Elaboración propia 2019.



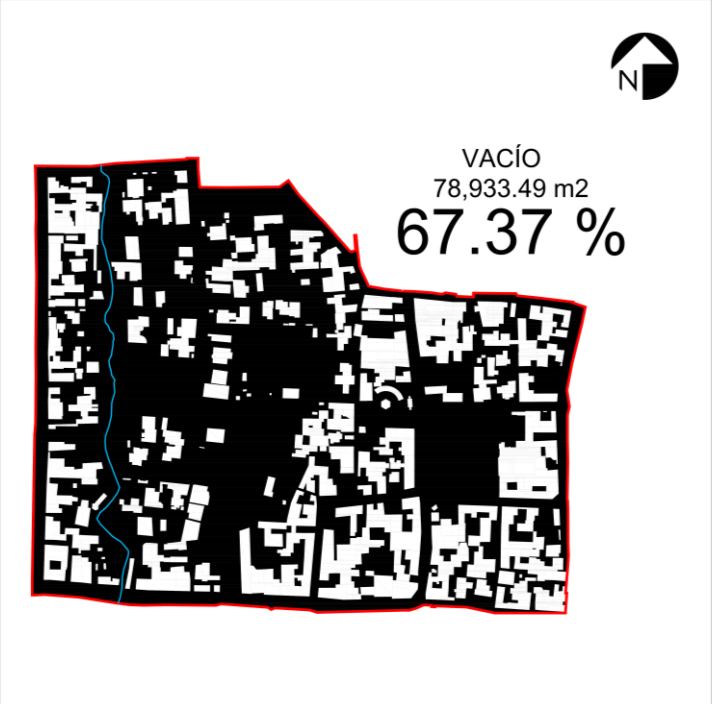
Este plano Nolli, representa las edificaciones existentes y es el plano base que se utilizó en el estudio por capas del territorio, para analizar sus usos del suelo y la tipología de sus construcciones, dentro del polígono de estudio, marcando lo lleno-vacío.

Imagen 74- Plano Nolli. Fuente: Elaboración propia 2019.



Como se analiza en el mapa, aproximadamente 1/3 del territorio se encuentra edificado o construido, el resto se encuentra repartido en terrenos sin uso, vialidades y áreas sin construcción.

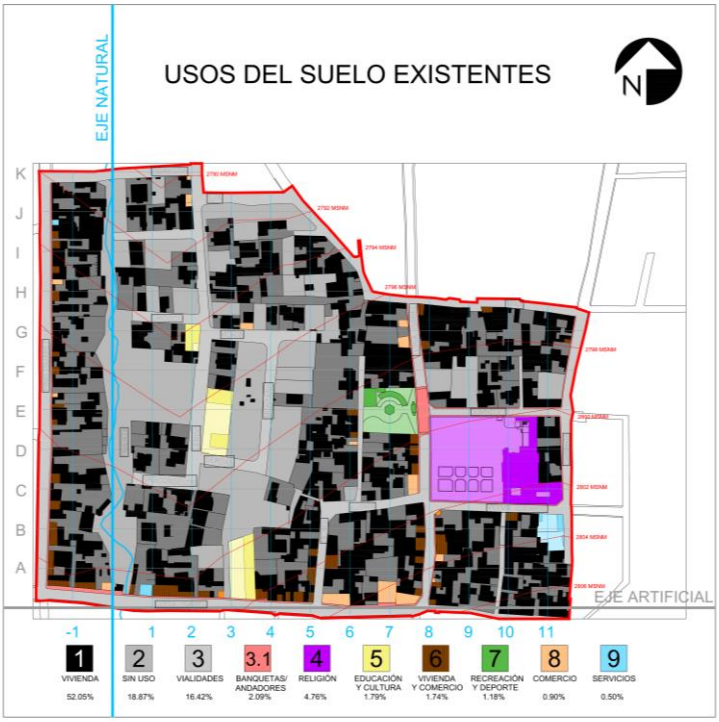
Imagen 75- Mapa de espacios llenos.
Fuente: Elaboración propia 2019.



El área vacía o sin edificar, corresponde a 2/3 del espacio estudiado. El Río (señalado de color azul) tiene el potencial de aprovecharse para tejer los dos sectores de la comunidad, dotando de áreas recreativas y con ello una mejor calidad de vida.

Imagen 76- Mapa de espacios vacíos.
Fuente: Elaboración propia 2019.

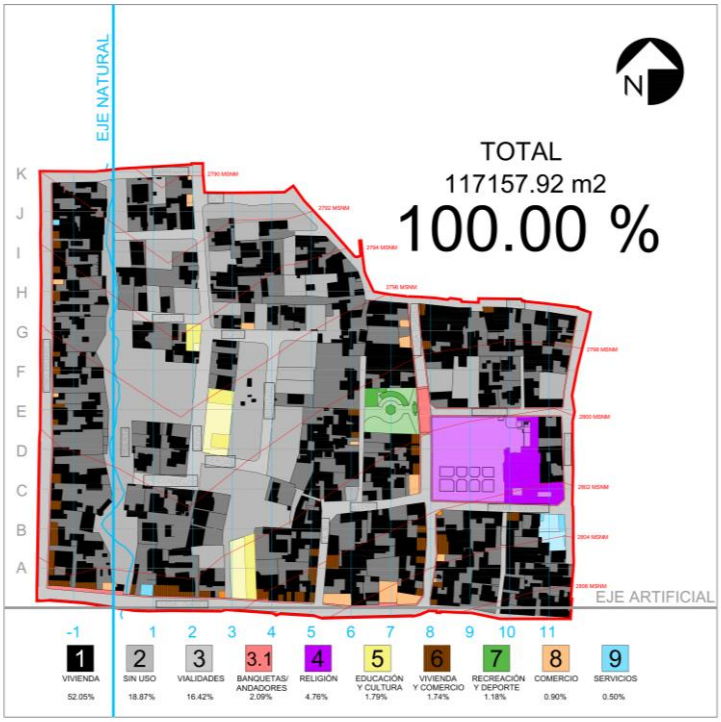
DESGLOCE POR CAPAS DE USOS DEL SUELO:



El presente mapa, muestra los 9 usos del suelo en los que se analizó el territorio (el tono intenso en cada sector representa lo edificado):

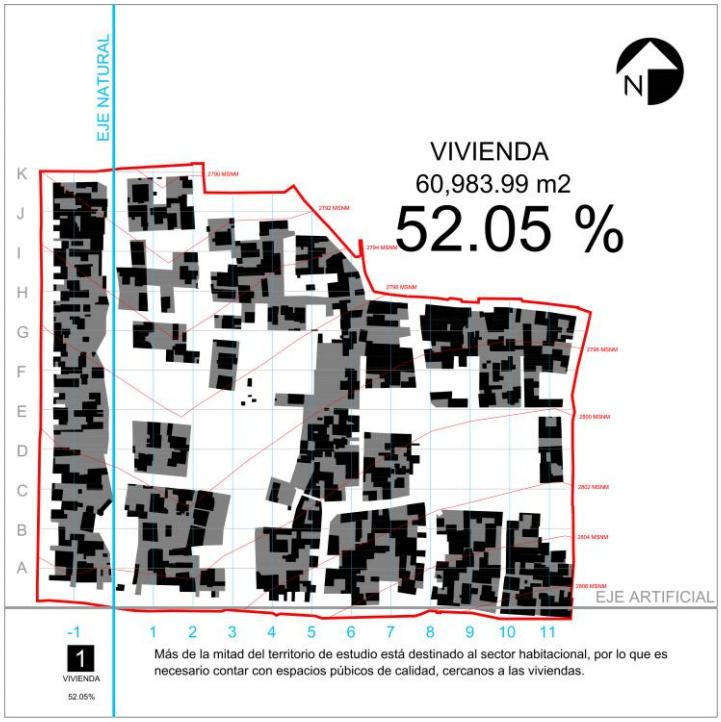
1. Vivienda (52.05%)
2. Sin uso (18.87%)
3. Vialidades (16.42%)
4. Religión (4.76%)
5. Educación y Cultura (1.79%)
6. Vivienda y Comercio (1.74%)
7. Recreación y Deporte (1.18%)
8. Comercio (0.90%)
9. Servicios (0.50%)

Imagen 77- Mapa de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019.



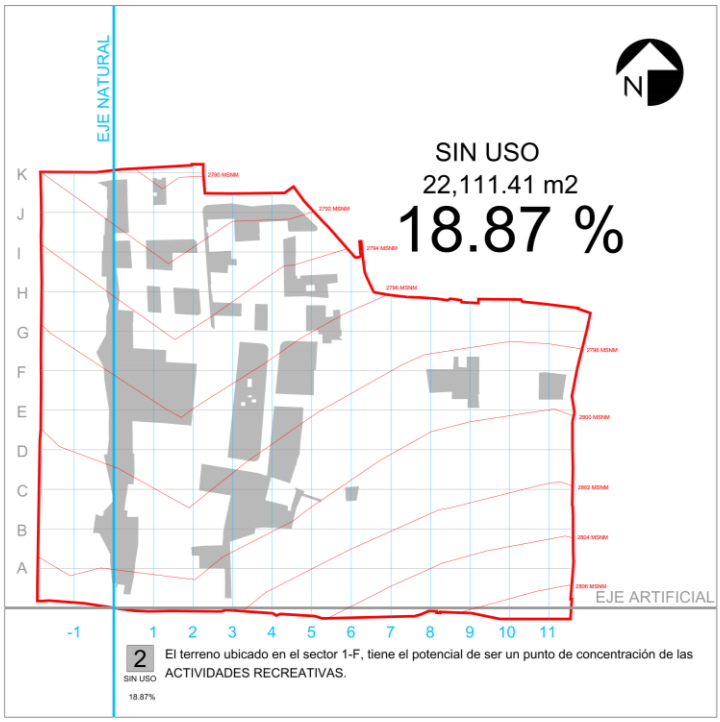
Se puede detectar el uso de suelo predominante en el territorio (habitacional con el 52.05% del total). En las siguientes páginas se anexa el estudio detallado de cada uno de los sectores, así como sus respectivas observaciones.

Imagen 78- Mapa Síntesis de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019.



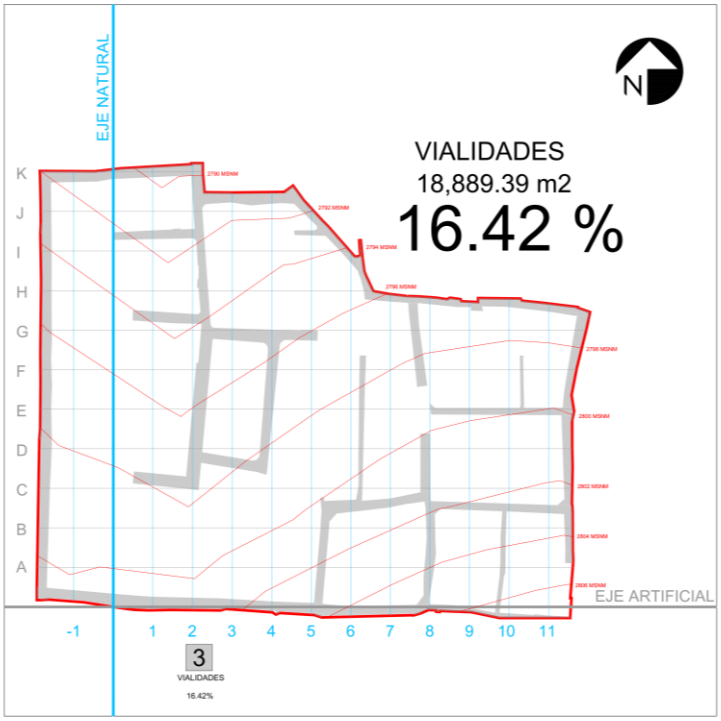
El sector habitacional (vivienda) ocupa más de la mitad del uso del suelo total del territorio, por lo que es importante dotar del equipamiento necesario (tanto de infraestructura como de espacios recreativos, sociales y culturales) a la comunidad.

Imagen 79- Desglose de Sector Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2019.



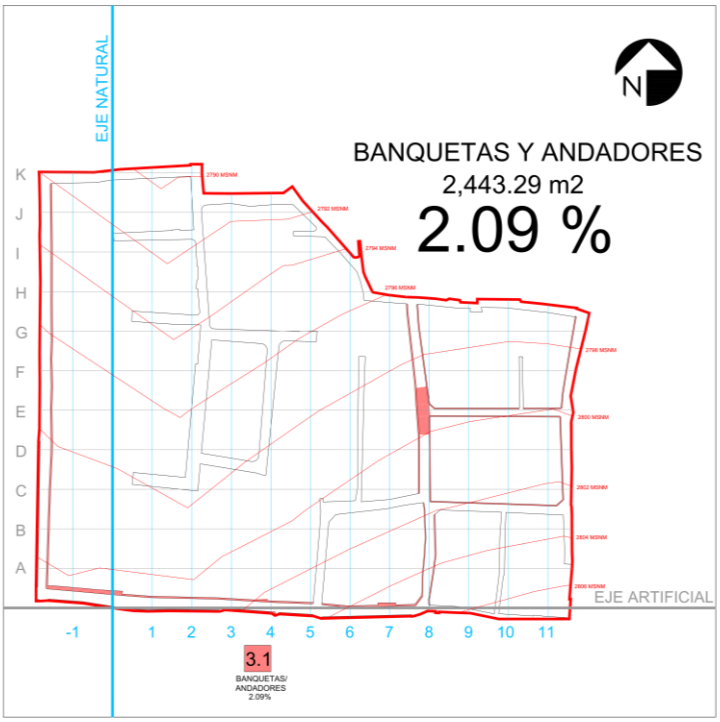
Casi una quinta parte del polígono (18.87%) son áreas que no tienen un uso definido o bien, son terrenos baldíos, los cuales tienen el potencial de aprovecharse para el beneficio de las necesidades de la comunidad.

Imagen 80- Desglose de Áreas sin Uso. Fuente: Elaboración propia 2019.



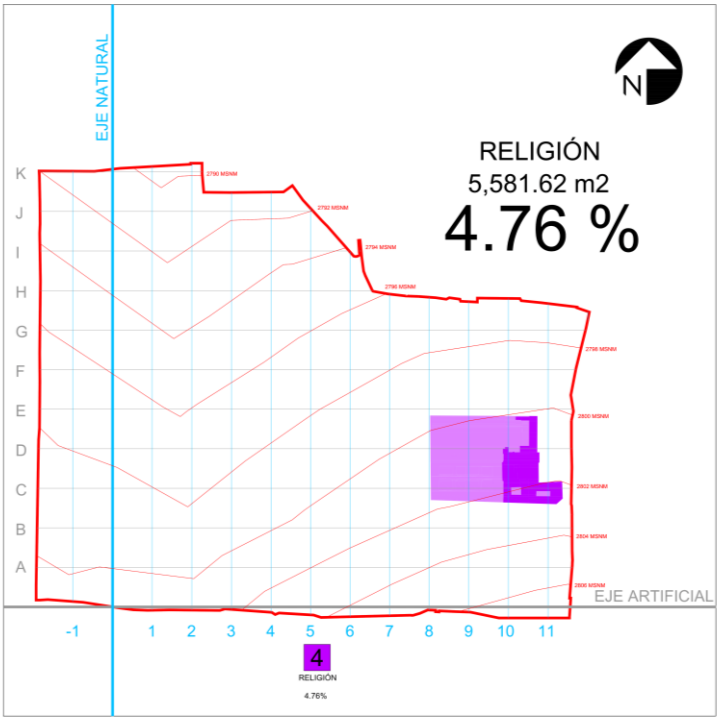
De manera similar al mapa anterior (en cuanto a superficie), las vialidades (sin incluir banquetas) ocupan el 16.42% del uso de suelo en el territorio. Es necesario generar circuitos internos que conecten la comunidad y considerar áreas peatonales.

Imagen 81- Desglose de Vialidades. Fuente: Elaboración propia 2019.



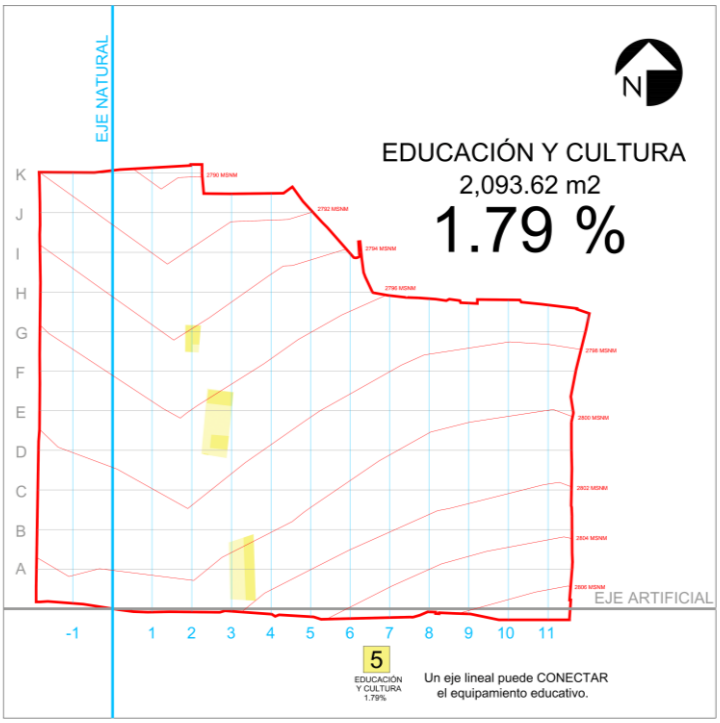
Sólo el 2.09% del área de estudio son banquetas o andadores. Se requiere diseñar el espacio destinado a los peatones y vincular los sectores centro y colonia con puntos intermedios, ya que los puntos de conexión actuales se encuentran a 325 metros de distancia.

Imagen 82- Desglose de Banquetas y Andadores. Fuente: Elaboración propia 2019.



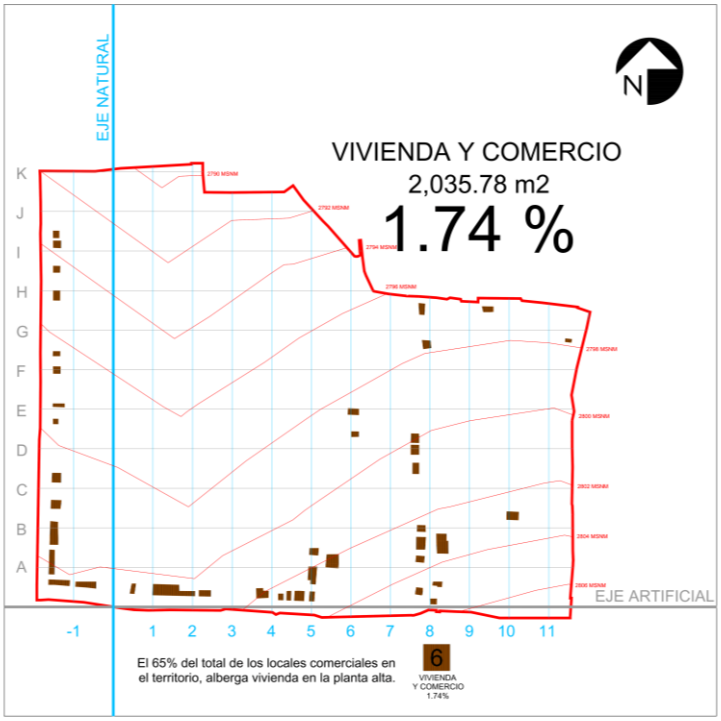
El polígono señalado en color morado claro corresponde al atrio y áreas libres del templo de Santa Elena y el morado oscuro, a lo edificado. Este espacio es un punto de encuentro masico, que es oportuno retomar en la propuesta de mejoramiento.

Imagen 83- Desglose de Religión. Fuente: Elaboración propia 2019.



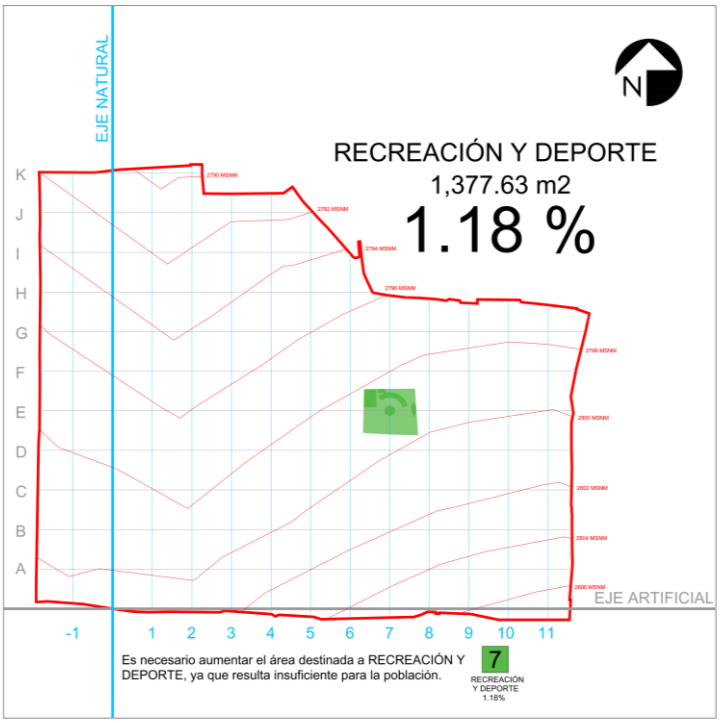
En cuanto a Educación y Cultura, el 1.79% (2093.62 m2) del área de estudio está destinada a este sector. Se puede observar un eje Norte-Sur que conecta la Biblioteca, el Preescolar y la Guardería, el cual se debe integrar a los espacios recreativos y culturales.

Imagen 84- Desglose de Educación y Cultura. Fuente: Elaboración propia 2019.



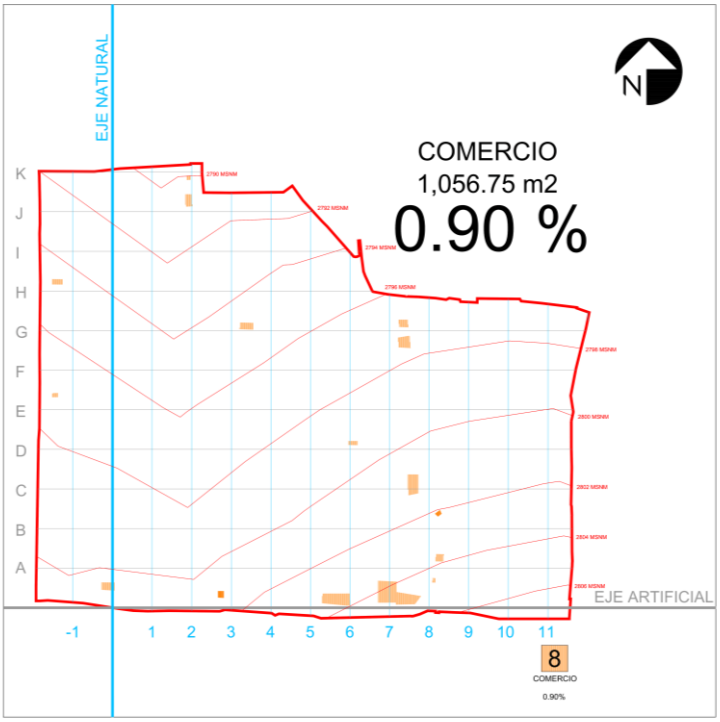
El 1.74% del área de estudio está destinada a vivienda y comercio. En la planta baja se encuentran locales comerciales y en la planta alta viviendas. Se observa un patrón en forma de "U" que coincide con dos vialidades principales y con una calle secundaria.

Imagen 85- Desglose de Sector Vivienda y Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019.



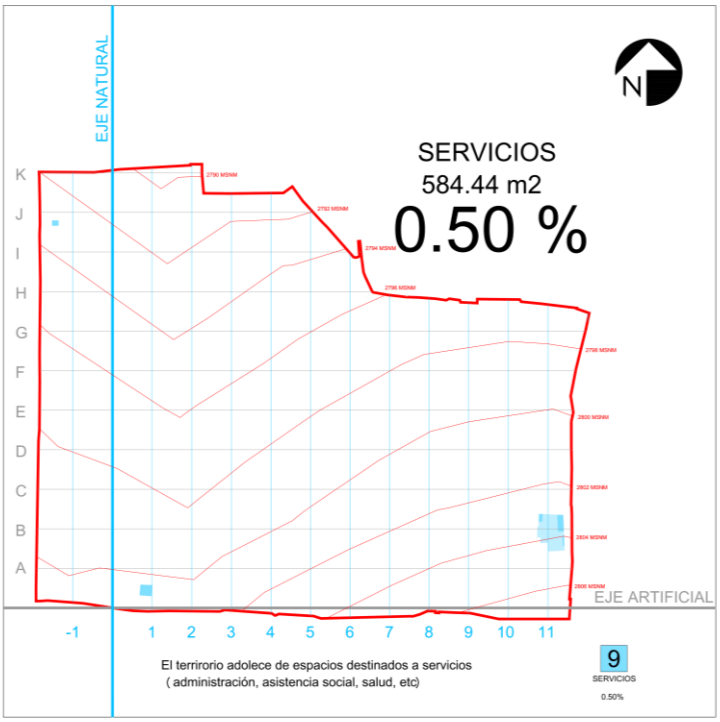
Sólo el 1.18% (1377.63 m2) del uso de suelo del territorio, está destinado al sector recreación y deporte, por lo que se necesita diseñar espacios recreativos y deportivos para la población.

Imagen 86- Desglose de Sector Recreación y Deporte. Fuente: Elaboración propia 2019.



El 0.90% del área de estudio (1056.75 m2), está destinada a actividades relacionadas solamente con el comercio. Se pueden notar ciertos puntos de concentración de locales comerciales en las dos vialidades principales que aparecen en el polígono.

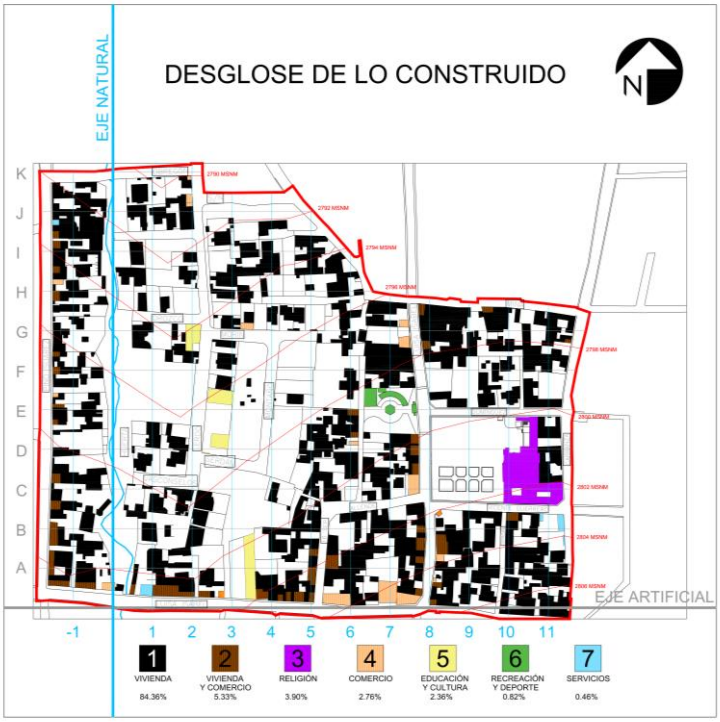
Imagen 87- Desglose de Sector Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019.



Solo el 0.50% del área estudiada pertenece al sector de servicios, siendo constituida por un consultorio (-1,J), un farmacias similares (1,A) y la delegación (11,B). Para proyectos posteriores, esta es un área de oportunidad.

Imagen 88- Desglose de Servicios. Fuente: Elaboración propia 2019.

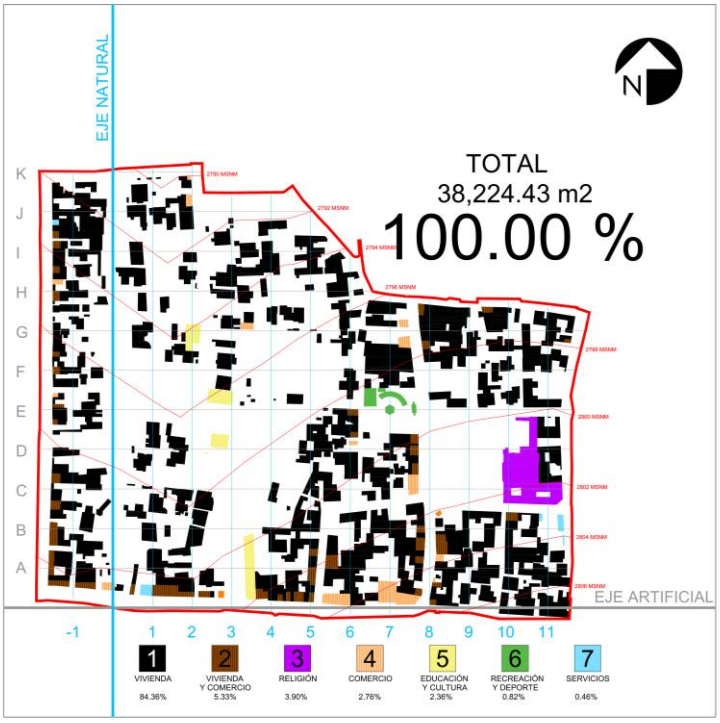
DESGLOCE POR CAPAS DE LO CONSTRUIDO:



A continuación, se realiza el desglose de lo construido, lo cual corresponde al 32.63% del área del territorio. Estas fracciones responden a 7 categorías:

1. Vivienda (84.36%)
2. Vivienda y Comercio (5.33%)
3. Religión (3.90%)
4. Comercio (2.76%)
5. Educación y Cultura (2.36%)
6. Recreación y Deporte (0.82%)
7. Servicios (0.46%)

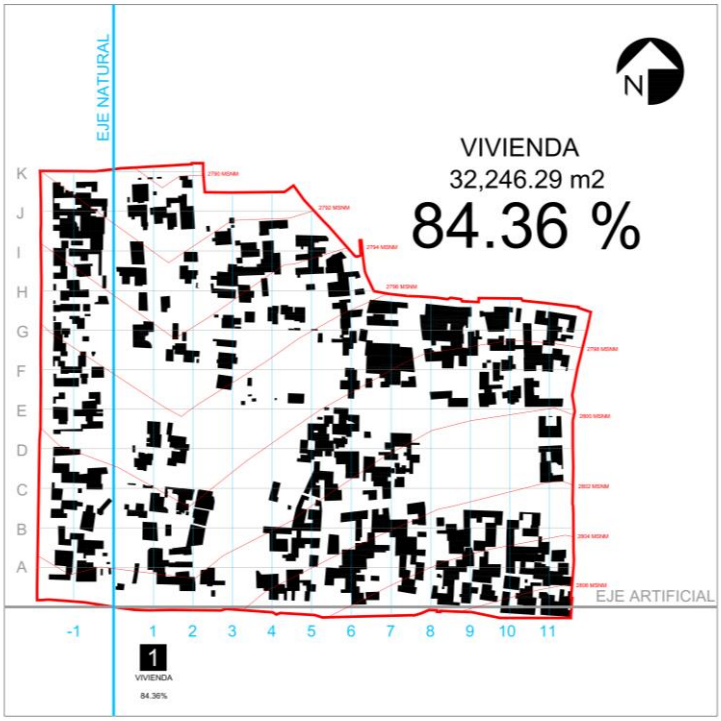
Imagen 89- Mapa por sectores de lo construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



El área total edificada (38,224.43 m2) está marcada en el mapa de la izquierda, donde se puede apreciar el desarrollo urbano en la actualidad.

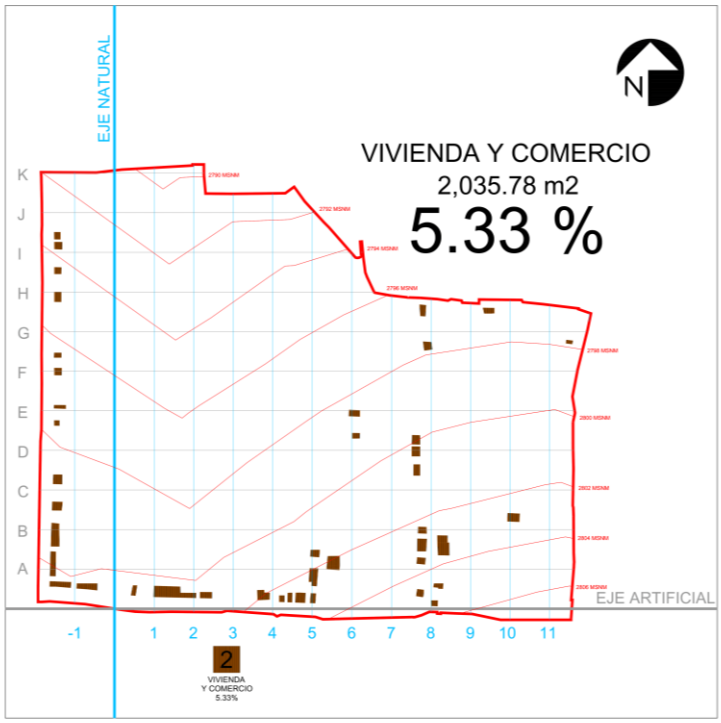
En las siguientes páginas se desglosa el análisis de lo edificado, en las 7 categorías establecidas.

Imagen 90- Mapa Síntesis de lo construido Fuente: Elaboración propia 2019.



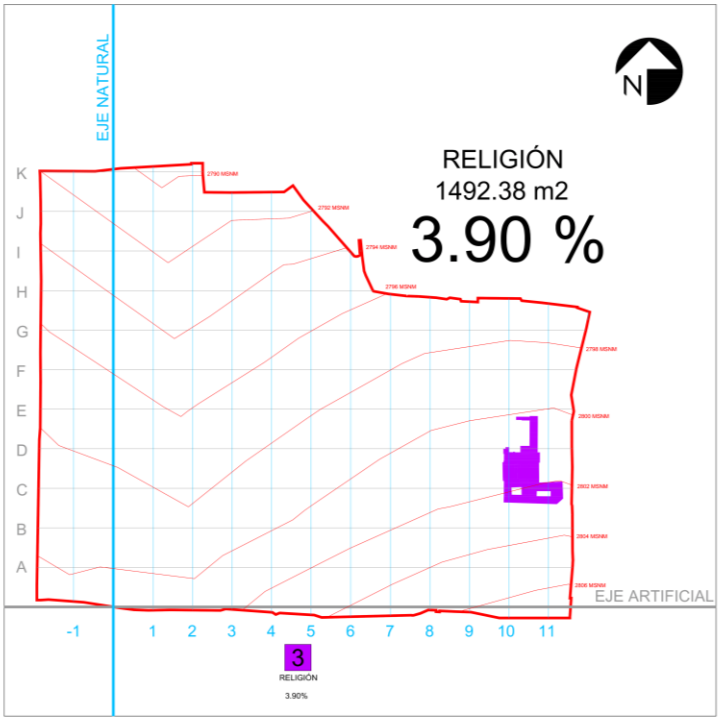
Como se muestra en este mapa, la mayor parte de las edificaciones en el polígono de estudio son viviendas (84.36%), lo que da una lectura del habitar de la población, la cual requiere espacios recreativos y culturales que se integren al sector habitacional.

Imagen 91- Desglose de Vivienda construida. Fuente: Elaboración propia 2019.



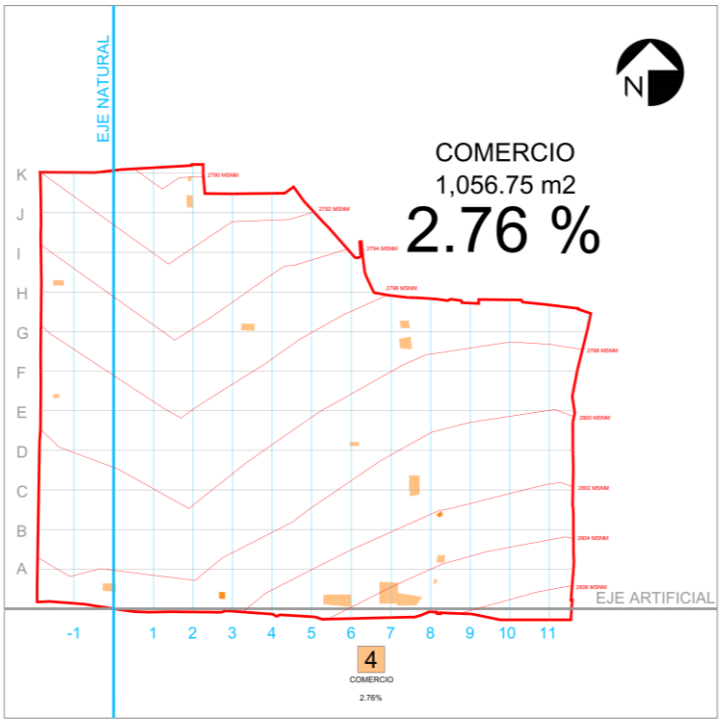
El 5.33% (2035.78 m2) del área de estudio está destinada a actividades mixtas, tanto comerciales como habitacionales. A través de la retícula, se aprecian puntos de concentración de esta mixtura de programa, a lo largo de dos vialidades principales y una secundaria.

Imagen 92- Desglose de Vivienda y Comercio construidos. Fuente: Elaboración propia 2019.



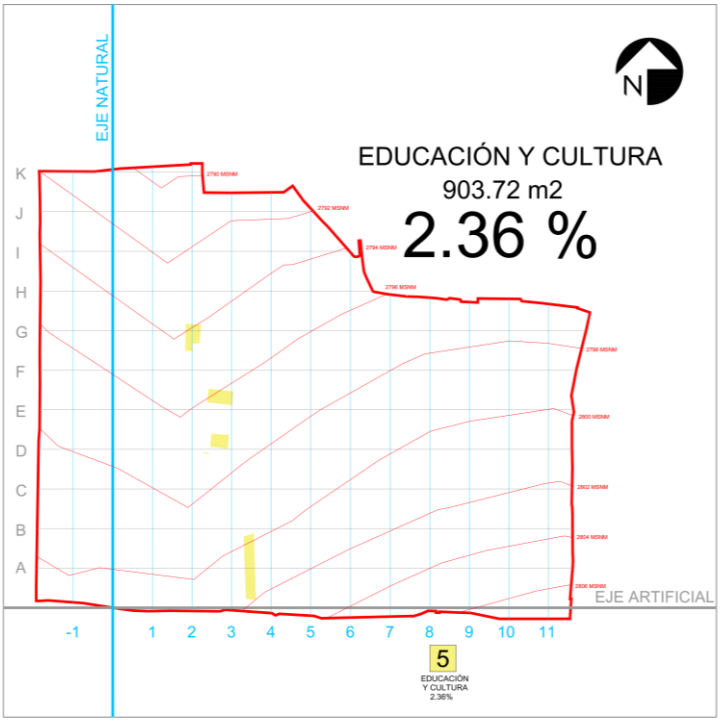
Lo señalado en color morado (1492.38 m2) representa el área construida del templo de Santa Elena de la Cruz, lo que corresponde a la casa cural, la casa de retiros, la sacristía (en el lado sur) y la ampliación de la nave norte.

Imagen 93- Desglose Religión construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



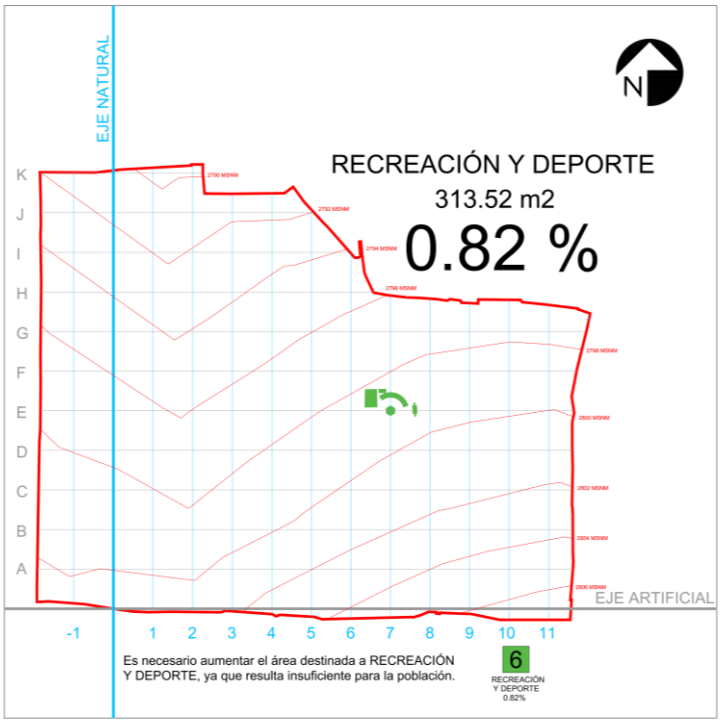
El 2.76% de lo construido en el área de estudio, corresponde al sector comercial. Al traslapar esta información con el mapa de "*Vivienda y Comercio*", se observa el "Patrón Comercial" que impera en la localidad, en forma de "U".

Imagen 94- Desglose de Comercio construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



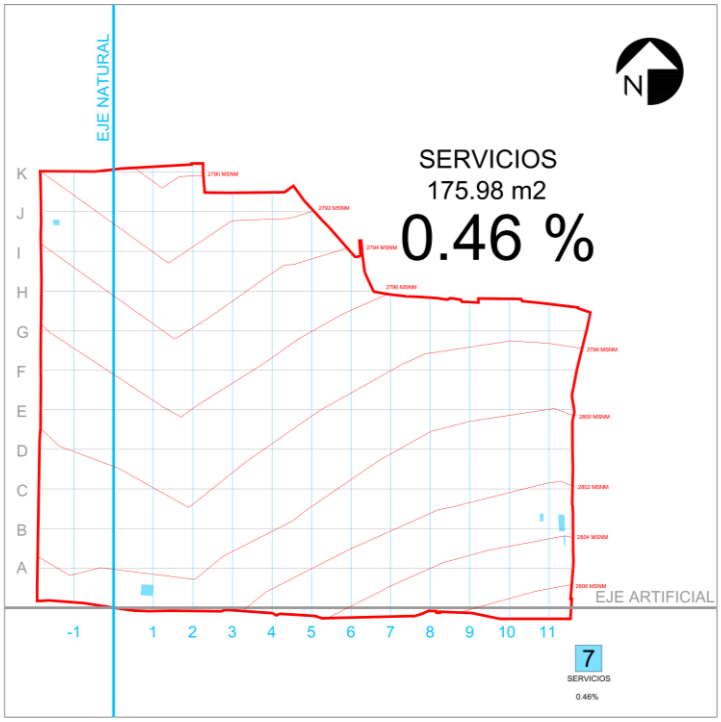
El 2.36% (903.72 m2) de lo construido pertenece al sector de educación y cultura, por lo tanto, es pertinente complementar estos espacios con áreas culturales y recreativas.

Imagen 95- Desglose de Educación y Cultura construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



Del total de lo construido, solo el 0.82% (313.52 m2) corresponde a recreación y deporte. Existe un desequilibrio en cuanto a vivienda y equipamiento recreativo, por lo que es vital destinar espacios en la propuesta de mejoramiento a este sector.

Imagen 96- Desglose de Recreación y Deporte construido. Fuente: Elaboración propia 2019.



Como se señala en este mapa, sólo el 0.46% (175.98 m2) de lo construido en el territorio corresponde a atender el sector de servicios. En proyectos posteriores es pertinente desarrollar una investigación enfocada en atender este sector.

Imagen 97- Desglose Servicios construido. Fuente: Elaboración propia 2019.

En cada una de las fracciones analizadas del territorio, se han escrito las observaciones permitentes, para su consideración en el capítulo IV, del desarrollo de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

A continuación, se presenta el estudio de la normatividad vigente, que señala el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Zinacantepec 2015,[75] a través de los 9 planos de diagnóstico y los 6 planos de estrategias disponibles en el enlace: *http://seduym.edomex.gob.mx/zinacantepec* (consultados el 8 de noviembre de 2018).

Esto para complementar la propuesta de mejoramiento, con las observaciones que ha planteado el Municipio en sus planos de estrategias y con las necesidades detectadas en el desarrollo de esta investigación.

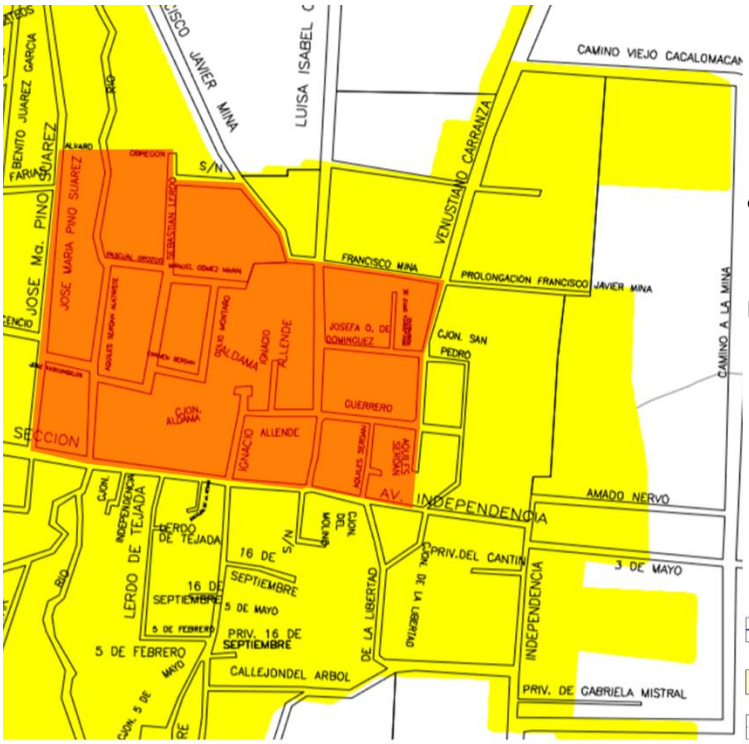
[75] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec, 2015*.

ANÁLIIS NORMATIVO:

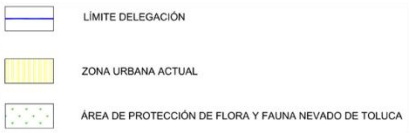
PLANO BASE

En este plano base, se muestra que la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se encuentra situada dentro de la zona urbana actual (marcada de color amarillo).

En el polígono de intervención (color rojo) se observa la traza urbana del territorio.



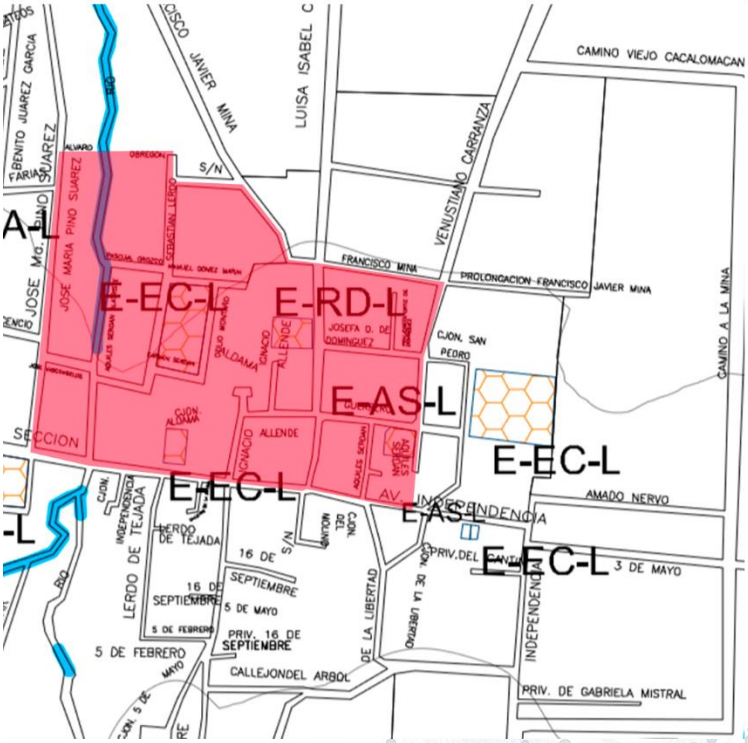
SIMBOLOGÍA:



VIALIDAD

La vialidad Regional Calzada al Pacífico (la cual forma parte de la carretera federal MEX-134) se encuentra 350 metros al norte de la colindancia del polígono rojo.

Las colindancias oriente y sur corresponden a vialidades principales de la localidad, mientras que la colindancia poniente pertenece a una vialidad secundaria.



SIMBOLOGÍA:

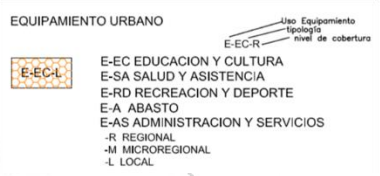
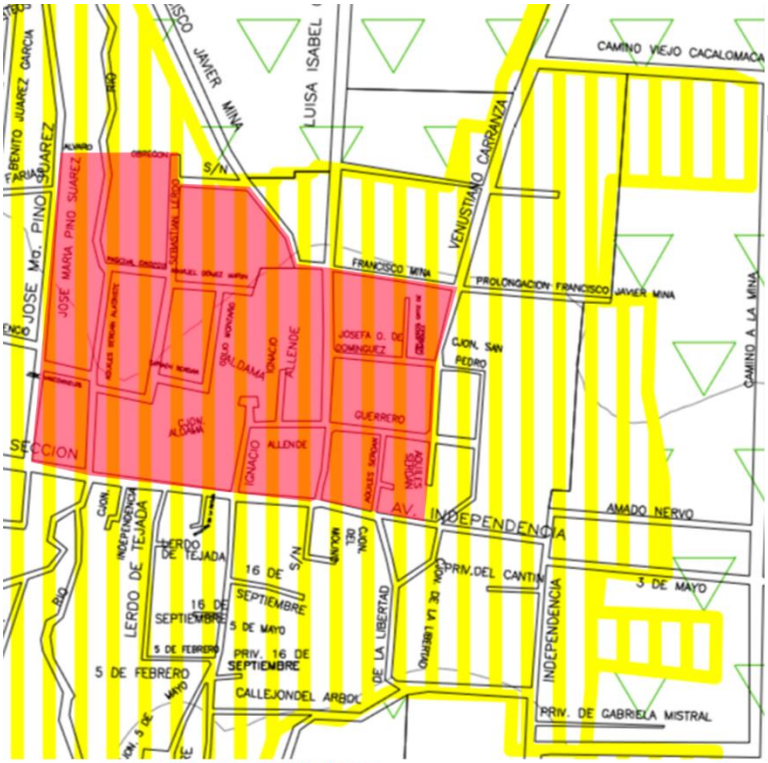


Imagen 98- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "DB1 Plano Base" y "D6B Vialidad".

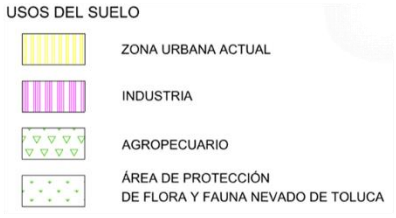


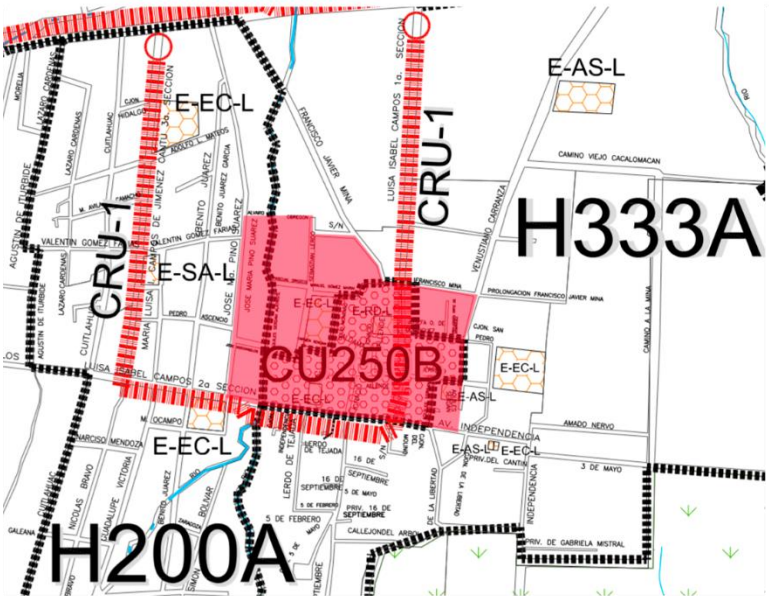
USOS DEL SUELO:

El territorio se categoriza en 2 usos de suelo: el uso agropecuario (al exterior) y el de la zona urbana actual (al interior).

La colindancia Norte de la poligonal de estudio, es la liga que tiene el potencial de integrar estos 2 usos de suelo.

SIMBOLOGÍA:



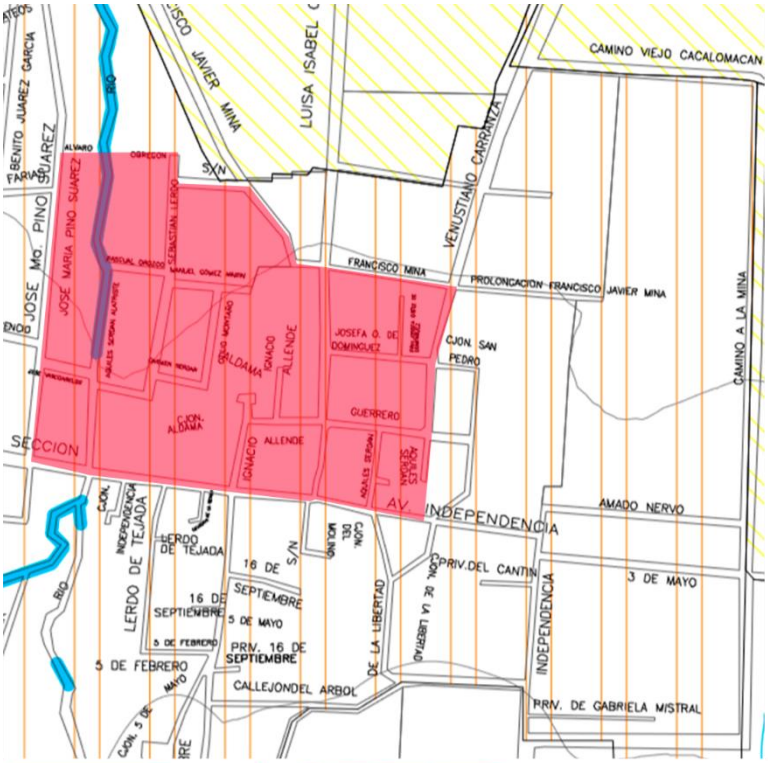


USOS DEL SUELO (CLASIFICACIÓN):

SIMBOLOGÍA:

Las colindancias Oriente y Sur del polígono de estudio, son consideradas como CU250B (Corredor Urbano), las cuales son 2 de las vialidades primarias de la comunidad, en donde predomina el establecimiento de viviendas y comercios. Con respecto a equipamiento, se localizan 2 tipos: E-EC-L y E-RD-L.

Imagen 99- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E2A Usos del suelo" y "E2B Usos del suelo".



CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO

El área seleccionada, pertenece al Área Urbana, según el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec.

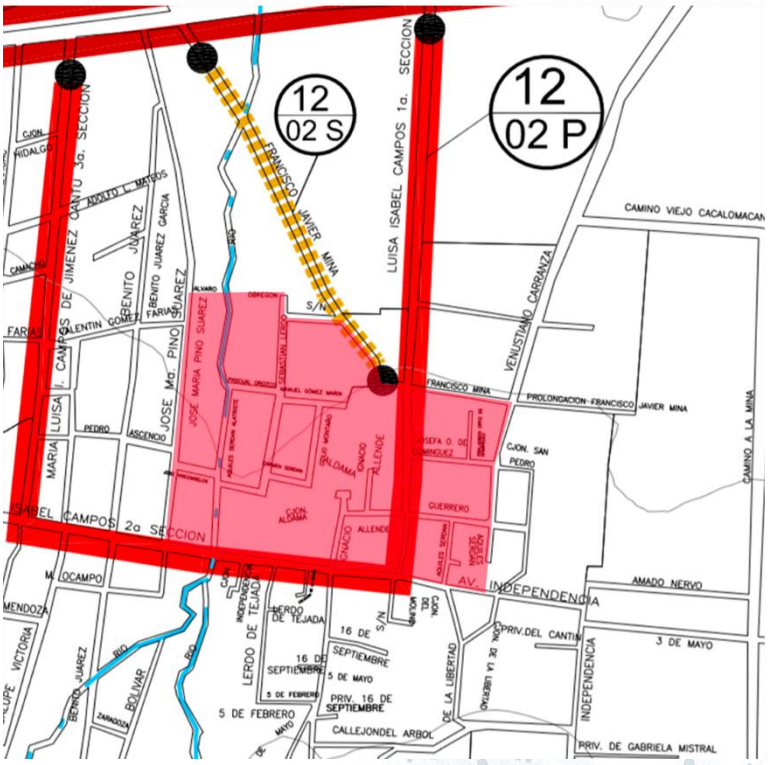
Cabe destacar, que al Norte del Polígono se colinda con área urbanizable, por lo que la intervención Urbano-Arquitectónica tendrá impacto favorable en el medio, tanto el existente como para construcciones posteriores.

SIMBOLOGÍA:

AU — AREA URBANA

AURB — AREA URBANIZABLE

ANU — AREA NO URBANIZABLE



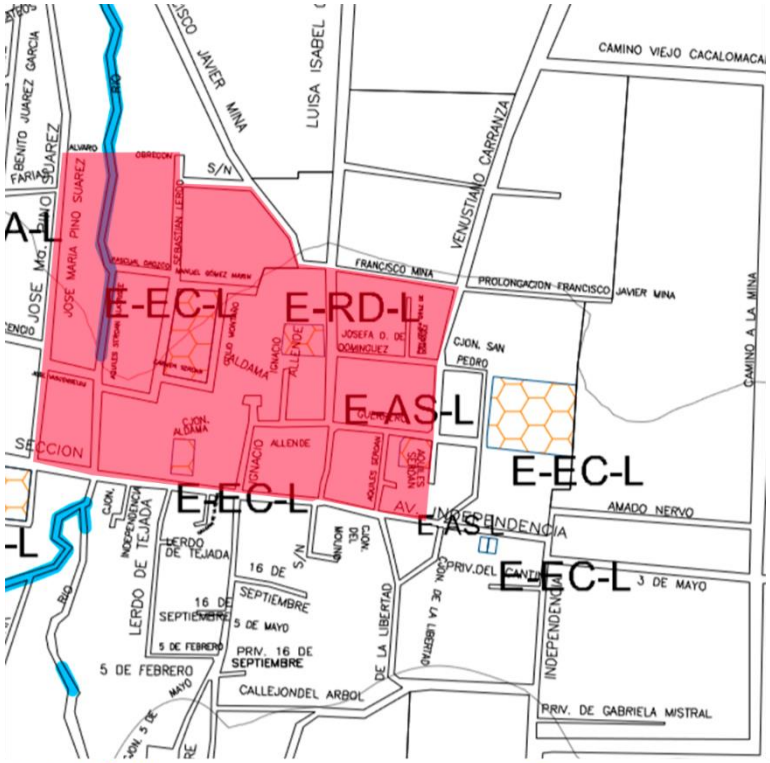
RESTRICCIONES

En el polígono de estudio, se detectaron 2 restricciones de 12 metros (6 a cada lado), que corresponden a la Vialidad Primaria (línea roja) y a la propuesta de vialidad secundaria (línea punteada café).

El Río tiene una restricción de 15 metros (7.5 a cada lado).

SIMBOLOGÍA:

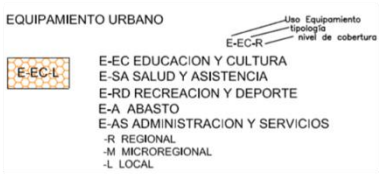
Imagen 100- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E1 Clasificación del Territorio" y "E3A Vialidades y Restricciones".



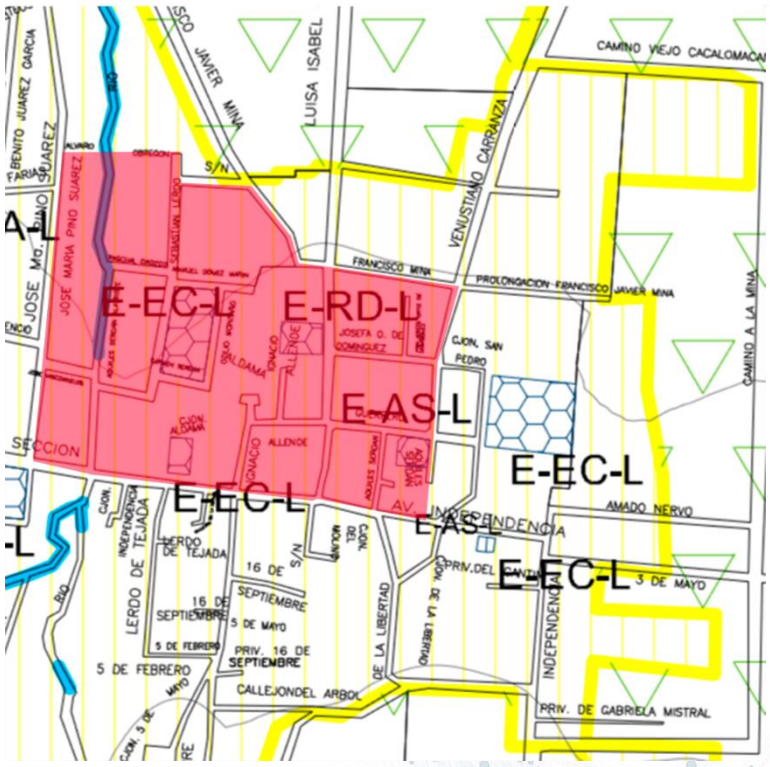
INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

Dentro del polígono señalado, se encuentra el equipamiento E-EC-L (Preescolar Genaro Robles y la Biblioteca Profr. Moisés Pérez) y E-RD-L (Kiosko de la Comunidad).

SIMBOLOGÍA:



Con respecto al agua potable, no están señalados los troncales de la tubería, ni los pozos.



ESTRUCTURA URBANA

Se puede observar que, dentro del polígono de estudio, se encuentran Equipamientos de Educación/ Cultura y Recreación/Deporte de nivel Local.

El polígono se ubica dentro de la zona urbana actual, que a su vez está rodeada de territorio destinado al uso agropecuario (AG-MP).

SIMBOLOGÍA:

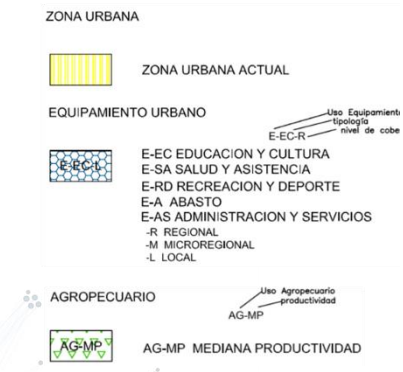
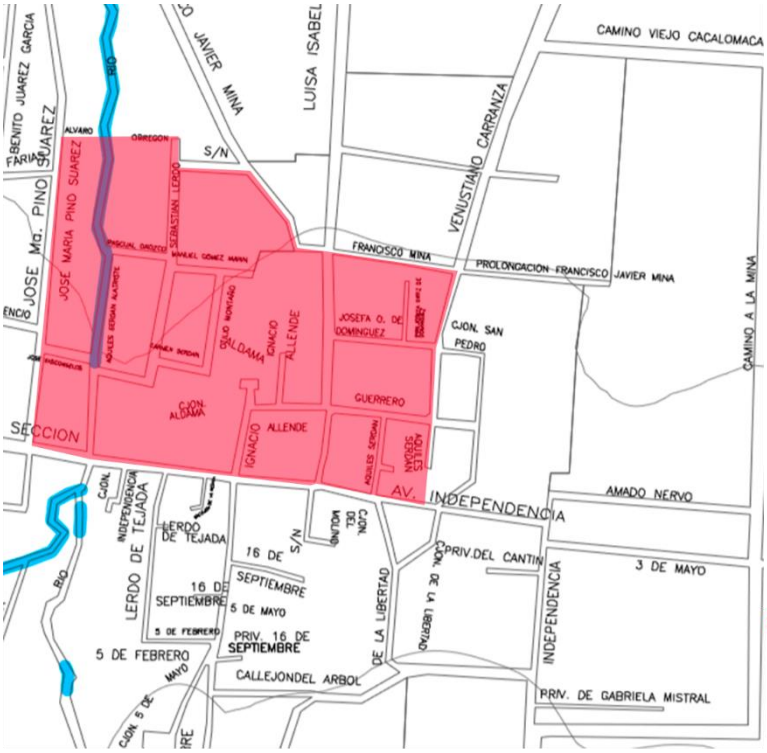


Imagen 101- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D6 Infraestructura y Equipamiento Actual" y "D3 Estructura Urbana Actual".



CENTRO HISTÓRICO:

En el área de estudio delimitada en Santa Cruz Cuahutenco, no existe una poligonal de centro histórico, ya que se encuentra propiamente en el centro de Zinacantepec.

Se hace mención de los inmuebles catalogados por el INAH.

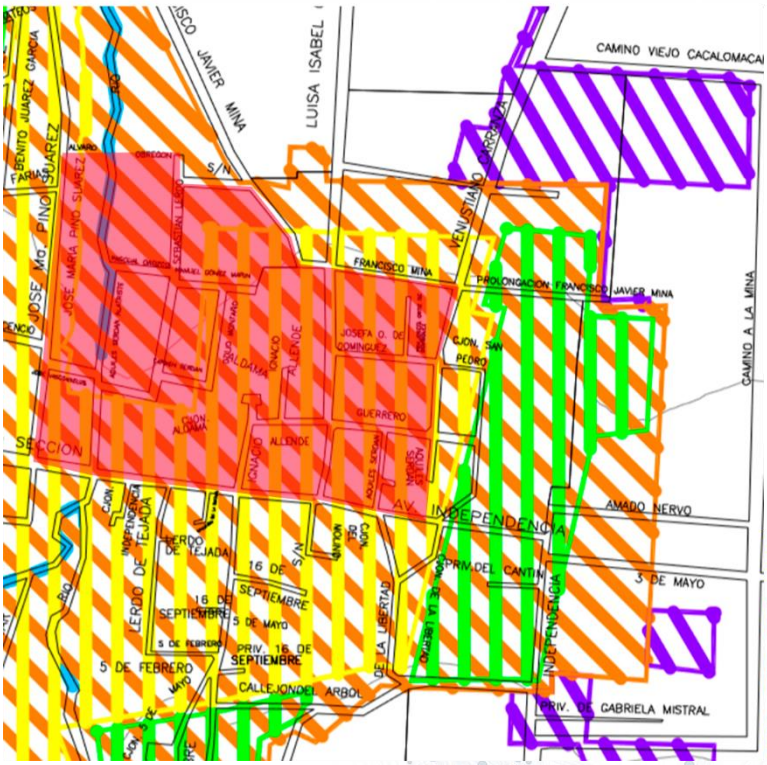
No.	Catalogado por el INAH	Epoca de Construcción
1	TALLER DE RAIZ	XVIII
2	CASA - HABITACIÓN	XIX
3	CASA - HABITACIÓN	XIX
4	MONUMENTO RELIGIOSO	XIX
5	CAPILLA DE LA CONSEPCIÓN	XIX
6	CAPILLA DEL SEÑOR DEL CALVARIO	XVIII
7	CASA - HABITACIÓN	XIX
8	EL MESÓN	XIX
9	TALLER DE RAIZ ZACATÓN	XIX
10	TALLER DE VELA	XIX
11	MEZON, GRANERO, MACHEROS	XVIII
12	PARROQUIA SAN MIGUEL ARCÁNGEL	XVI

* CATÁLOGO NACIONAL DE MONUMENTOS HISTÓRICOS INMUEBLES 2012(VERSIÓN DIGITAL)

SIMBOLOGÍA:

POLÍGONO DE PROTECCIÓN DE CENTRO HISTÓRICO COMPRENDE LA TRAZA ORIGINAL DE LA POBLACIÓN Y LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE INMUEBLES CON VALOR PATRIMONIAL

ZONA DE PROTECCIÓN



CRECIMIENTO URBANO:

En el encuadre seleccionado de color rojo, se observa que se presentó un crecimiento urbano importante en 2 lapsos, el primero comprendido hasta 1976 y el segundo hasta 2002.

A partir del año 2002, el crecimiento urbano se desarrolló hacia la periferia que colinda al Oriente con Cacalomacán.

SIMBOLOGÍA:

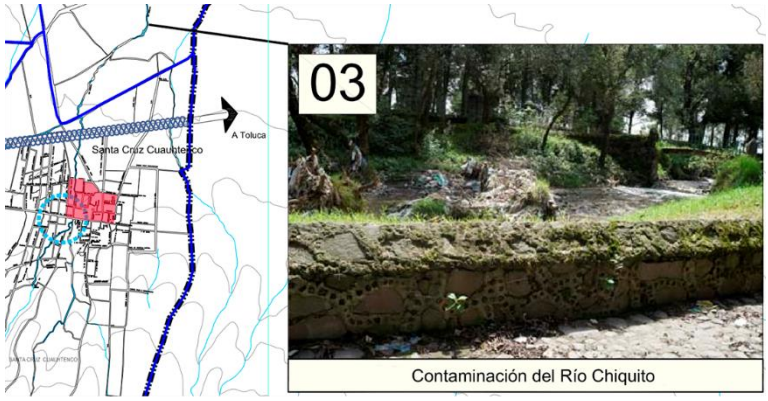
CRECIMIENTO URBANO HASTA 1976

CRECIMIENTO URBANO HASTA 1989

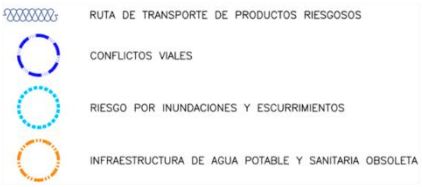
CRECIMIENTO URBANO 2002

CRECIMIENTO URBANO 2013

Imagen 102- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E5A Centro Histórico" y "D4 Crecimiento".



SIMBOLOGÍA:

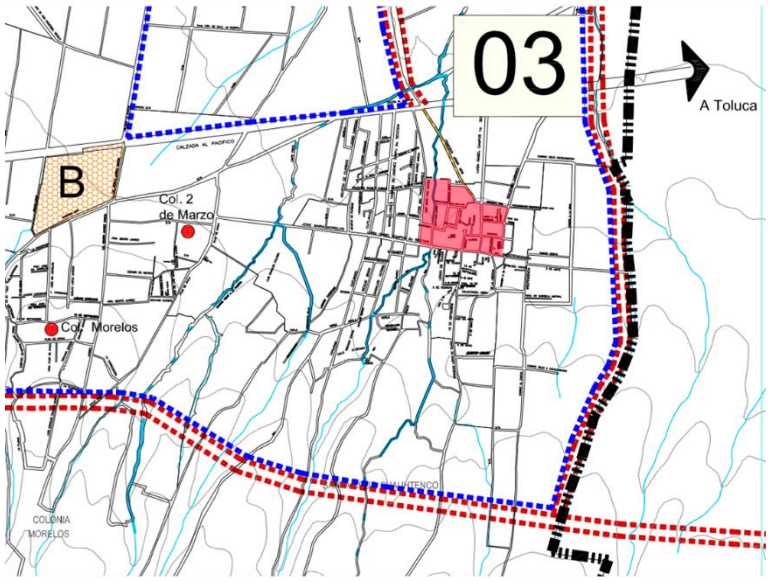


SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA (PMDUZ)

Según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec (MPDUZ), se identifican 3 problemáticas importantes:

01	VIALIDADES DETERIORADAS
02	VIALIDADES SOBRE CAUCE DEL RÍO TEJALPA
03	CONTAMINACIÓN EN RÍO CHIQUITO

En respuesta a la problemática número 3 (la cual está relacionada con Santa Cruz Cuahutenco al ser la primera localidad por la que atraviesa el Río), la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico (delimitada por el polígono rojo) contribuye a atender esta necesidad y revitalizar el Río Chiquito.



01 Las vialidades en la periferia de la cabecera municipal se encuentran deterioradas
02 Viviendas sobre el cauce del río Tejalpa
03 Contaminación en río Chiquito

PROYECTO
A - Unidad Académica
B - Centro de Docencia
C - CEAPS
D - Estación de Tren Ligero
E - Plaza Estado de México
F - Hospital
G - Universidad
H - CEAPS
I - Cerro el Murciélago

SIMBOLOGÍA:

VIALIDAD	PROPUESTA	
REGIONAL		LIBRAMIENTO
PRIMARIA		CICLOVÍAS
SECUNDARIA		

PRINCIPALES PROYECTOS (PMDUZ)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, señala la "Contaminación en Río Chiquito" como uno de los proyectos en puerta del Municipio.

El encuadre rojo, delimita el área de intervención en esta tesis, sin embargo, desde una escala mayor, se pueden observar otros proyectos indicados por el Municipio, como lo es la implementación de vialidades Regionales y ciclovías en las colindancias Oriente y Sur de Santa Cruz Cuahutenco.

Por lo tanto, los objetivos de esta tesis, se complementan con los proyectos del Municipio.

Imagen 103- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D7 Síntesis de la Problemática" y "E4 Principales Proyectos, Obras y Acciones".

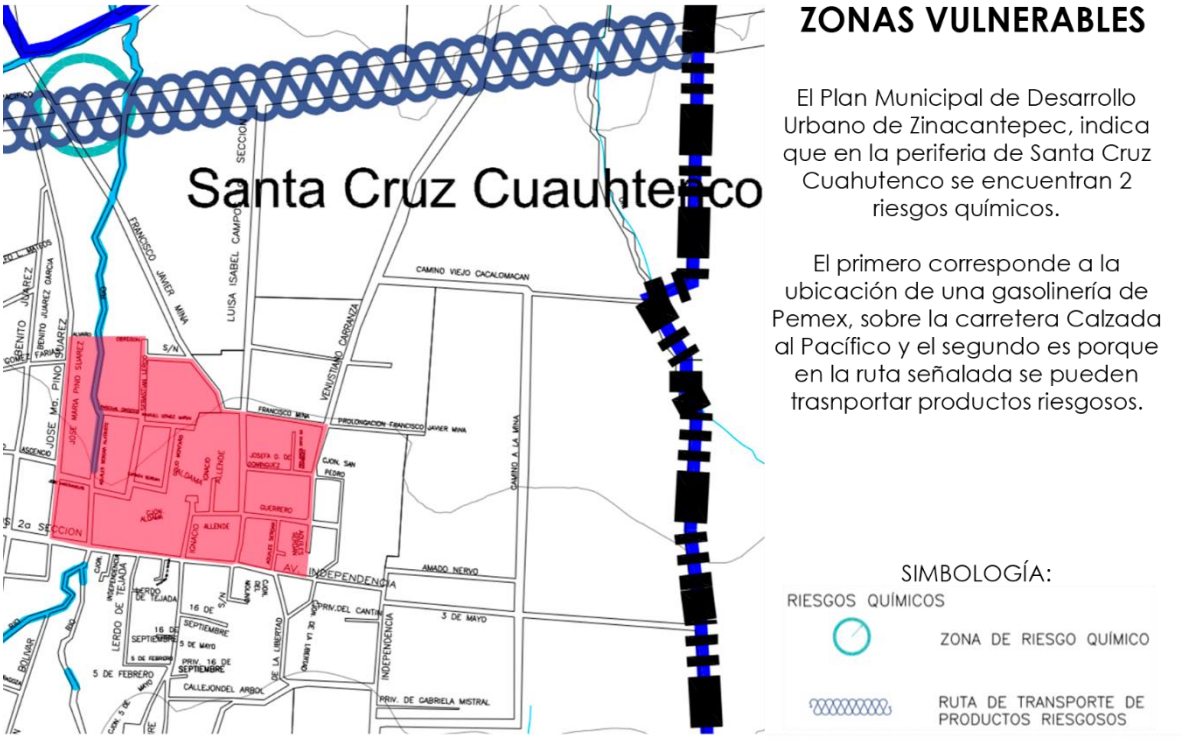
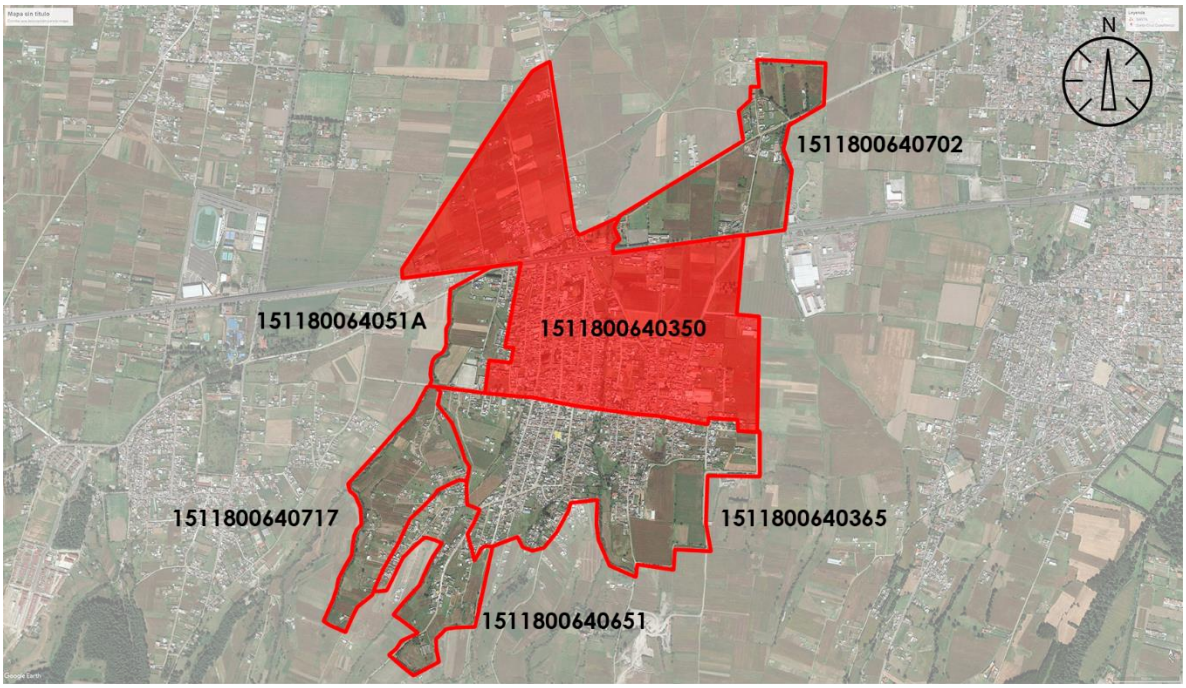


Imagen 104- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, plano "D5 Zonas vulnerables a riesgos".

Como síntesis de este análisis normativo, en la propuesta de mejoramiento se van a retomar dos de las acciones que ha planteado el Municipio de Zinacantepec (2015) en sus Planos de Diagnóstico y Estrategias: el tema de la contaminación en el "Río Chiquito" y el tema de la Conectividad Urbana, que se tiene planeada con una red de vialidades regionales y ciclovías.

De esta manera, se complementa la visión que ha tenido el Municipio de Zinacantepec con la desarrollada en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, para llegar a una propuesta integral.

DELIMITACIÓN DE AGEBS:



ANÁLISIS POR MANZANAS

MANZANA 009

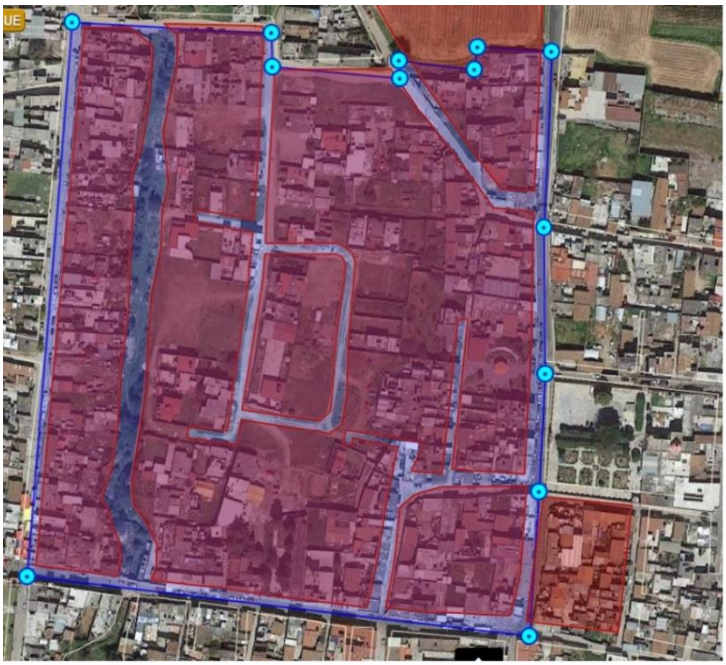
MANZANA 046

MANZANA 005

Una vez identificado el AGEB de estudio (polígono superior rojo), se delimitaron las manzanas que tienen relación con la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico y que están ubicadas dentro de dicho ABEG, para su posterior análisis. Cabe destacar que la Manzana 049 correspondiente a la localización del Preescolar "Genaro Robles" no se analizo debido a que no se encontró información disponible.

Imagen 105- Estructura de AGEBS y Análisis por Manzanas. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES SOCIALES DE SANTA CRUZ CUAHUTENCO:



Se delimitó un polígono de estudio (señalado por los puntos azules) en el Inventario Nacional de Vivienda 2016, con el propósito de identificar las condiciones de habitabilidad de la población.

A continuación se enuncian los datos mas relevantes:

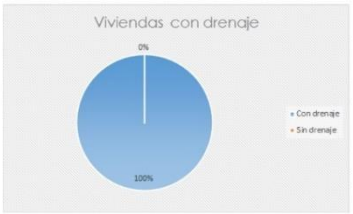
- 196 viviendas (169 habitadas y 25 no habitadas).

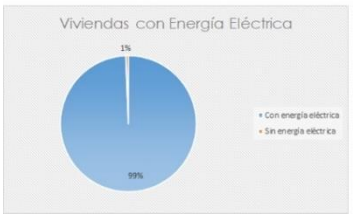
De las 169 viviendas habitadas:

- 161 tienen recubrimiento en piso
- 168 tienen energía eléctrica
- 162 tienen agua entubada
- 169 tienen drenaje
- 167 tienen servicio sanitario
- 6 tienen 3 o más ocupantes/cuarto

Con respecto a la Población:

De 0-14 años: 211personas
De 15-29 años: 175 personas
De 30-59 años: 257 personas
De 60 y más años: 63 personas
Con discapacidad: 25 personas





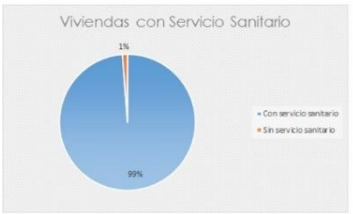


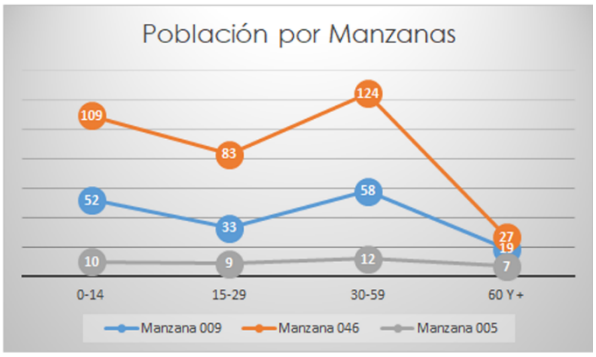
Imagen 106- Delimitación y Análisis de Polígono de Estudio. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE LA POBLACIÓN:

La manzana 046 (marcada de color naranja) es la que tiene el mayor índice poblacional, con 343 habitantes, seguida de la manzana 009 con 162 y la manzana 005 con 38. En el desglose de la población (en masculina y femenina) se observa que, en la mayoría de los rangos de edad, es mayor el número de mujeres.

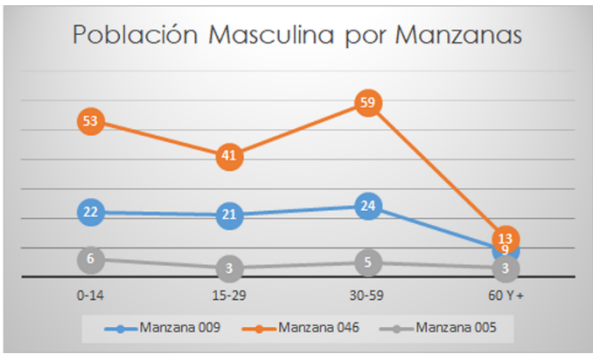
MANZANA 009

Nombre del indicador	Cifra
Población total	162
Población de 0 a 2 años	11
Población de 0 a 4 años	20
Población de 3 a 5 años	15
Población de 6 a 11 años	18
Población de 8 a 14 años	19
Población de 12 a 14 años	8
Población de 0 a 14 años	52
Población de 15 a 17 años	13
Población de 15 a 24 años	25
Población de 15 a 29 años	33
Población de 15 a 64 años	96
Población de 18 a 24 años	12
Población de 30 a 49 años	45
Población de 50 a 59 años	13
Población de 60 a 64 años	5
Población de 3 años y más	151
Población de 5 años y más	142
Población de 12 años y más	118
Población de 15 años y más	110
Población de 18 años y más	97
Población de 25 años y más	85
Población de 60 años y más	19
Población de 65 años y más	14
Población de 70 años y más	8



MANZANA 046

Nombre del indicador	Cifra
Población total	343
Población de 0 a 2 años	25
Población de 0 a 4 años	36
Población de 3 a 5 años	20
Población de 6 a 11 años	43
Población de 8 a 14 años	47
Población de 12 a 14 años	21
Población de 0 a 14 años	109
Población de 15 a 17 años	23
Población de 15 a 24 años	62
Población de 15 a 29 años	83
Población de 15 a 64 años	218
Población de 18 a 24 años	39
Población de 30 a 49 años	100
Población de 50 a 59 años	24
Población de 60 a 64 años	11
Población de 3 años y más	318
Población de 5 años y más	307
Población de 12 años y más	255
Población de 15 años y más	234
Población de 18 años y más	211
Población de 25 años y más	172
Población de 60 años y más	27
Población de 65 años y más	16
Población de 70 años y más	10



MANZANA 005

Nombre del indicador	Cifra
Población total	38
Población de 0 a 2 años	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 4 años	Reservado por confidencialidad
Población de 3 a 5 años	3
Población de 6 a 11 años	3
Población de 8 a 14 años	5
Población de 12 a 14 años	3
Población de 0 a 14 años	10
Población de 15 a 17 años	Reservado por confidencialidad
Población de 15 a 24 años	6
Población de 15 a 29 años	9
Población de 15 a 64 años	21
Población de 18 a 24 años	5
Población de 30 a 49 años	9
Población de 50 a 59 años	3
Población de 60 a 64 años	0
Población de 3 años y más	37
Población de 5 años y más	36
Población de 12 años y más	31
Población de 15 años y más	28
Población de 18 años y más	27
Población de 25 años y más	22
Población de 60 años y más	7
Población de 65 años y más	7
Población de 70 años y más	7

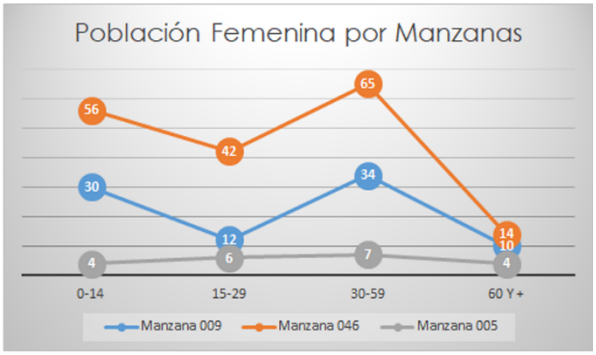


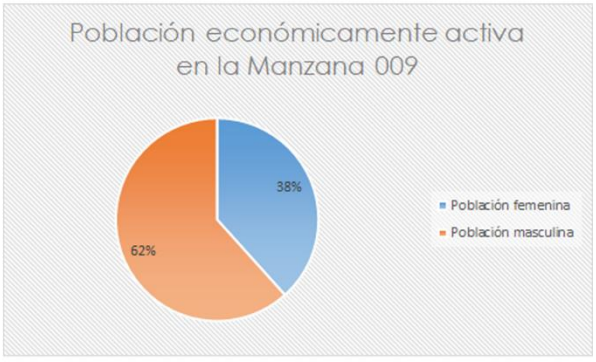
Imagen 107- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES ECONÓMICOS:

En las tres manzanas estudiadas, la mayor parte de la población económicamente activa es masculina, por lo que se detecta una dinámica social en la comunidad, con la aportación masculina del 62% en la manzana 009, el 67% en la 046 y el 53% en la 005.

MANZANA 009

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	60
Población femenina económicamente activa	23
Población masculina económicamente activa	37
Población ocupada	55
Población femenina ocupada	23
Población masculina ocupada	32
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	3
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	12
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	27
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	6
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	6
Población desocupada	5
Población femenina desocupada	0
Población masculina desocupada	5
Población no económicamente activa	57
Población femenina no económicamente activa	39
Población masculina no económicamente activa	18
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	18
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	25
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	11



MANZANA 046

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	124
Población femenina económicamente activa	41
Población masculina económicamente activa	83
Población ocupada	118
Población femenina ocupada	38
Población masculina ocupada	80
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	3
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	21
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	3
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	41
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	26
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	24
Población desocupada	6
Población femenina desocupada	3
Población masculina desocupada	3
Población no económicamente activa	129
Población femenina no económicamente activa	87
Población masculina no económicamente activa	42
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	9
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	46
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	61
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	12

MANZANA 005

Nombre del indicador	Cifra
Población económicamente activa	17
Población femenina económicamente activa	8
Población masculina económicamente activa	9
Población ocupada	16
Población femenina ocupada	7
Población masculina ocupada	9
Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en primaria	Reservado por confidencialidad
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente incompleta	0
Población ocupada de 12 años y más con secundaria o equivalente completa	5
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	4
Población ocupada de 12 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior o posgrado	4
Población desocupada	Reservado por confidencialidad
Población femenina desocupada	Reservado por confidencialidad
Población masculina desocupada	0
Población no económicamente activa	14
Población femenina no económicamente activa	10
Población masculina no económicamente activa	4
Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (o) o jubilada (o)	Reservado por confidencialidad
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a estudiar	4
Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar	7
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar	0
Población de 12 años y más no económicamente activa que tiene otra razón que le impide trabajar	Reservado por confidencialidad

Imagen 108- Análisis de Indicadores de Economía. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES EDUCATIVOS:

Al analizar los indicadores, correspondientes al grado de educación superior en la población de 25 años y más, se detectó que la manzana con el mayor porcentaje es la 005 con el 11%, seguida de la 046 con el 8% y la 009 con el 4%. Es necesario incentivar acciones que promuevan la educación.

MANZANA 009

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	11
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	4
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	18
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	8
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	19
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	100
Población de 15 años y más analfabeta	9
Población de 15 años y más sin escolaridad	12
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	40
Población de 15 años y más con educación básica completa.	37
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	21
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	10
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	7

Inventario Nacional de Viviendas

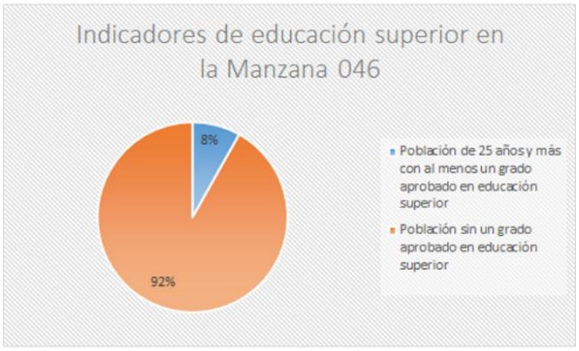
MANZANA 046

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	15
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	5
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	43
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	21
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	46
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	222
Población de 15 años y más analfabeta	12
Población de 15 años y más sin escolaridad	9
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	60
Población de 15 años y más con educación básica completa.	72
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	93
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	48
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	28

Inventario Nacional de Viviendas



MANZANA 005

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	Reservado por confidencialidad
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	Reservado por confidencialidad
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	3
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	3
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	0
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	5
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	0
Población de 15 años y más alfabeta	26
Población de 15 años y más analfabeta	Reservado por confidencialidad
Población de 15 años y más sin escolaridad	Reservado por confidencialidad
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	6
Población de 15 años y más con educación básica completa.	7
Población de 15 años y más con educación pos-básica.	13
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	6
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	4

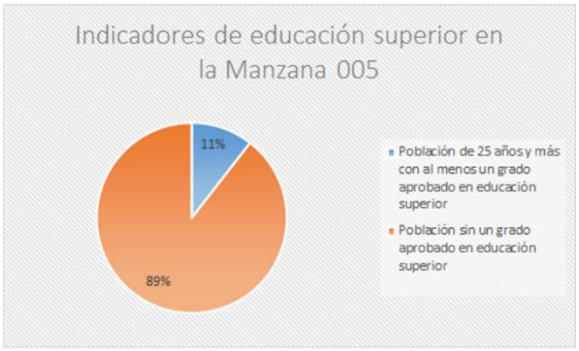


Imagen 109- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE SERVICIOS DE SALUD:

Al analizar los índices de la población derechohabiente que cuenta con servicios de salud, se detectó una oscilación entre el 63 y el 68%, que corresponde a las personas que cuentan con este servicio. En los futuros proyectos a ejecutar, es necesario revisar si el equipamiento del sector salud cumple con las necesidades de la comunidad.

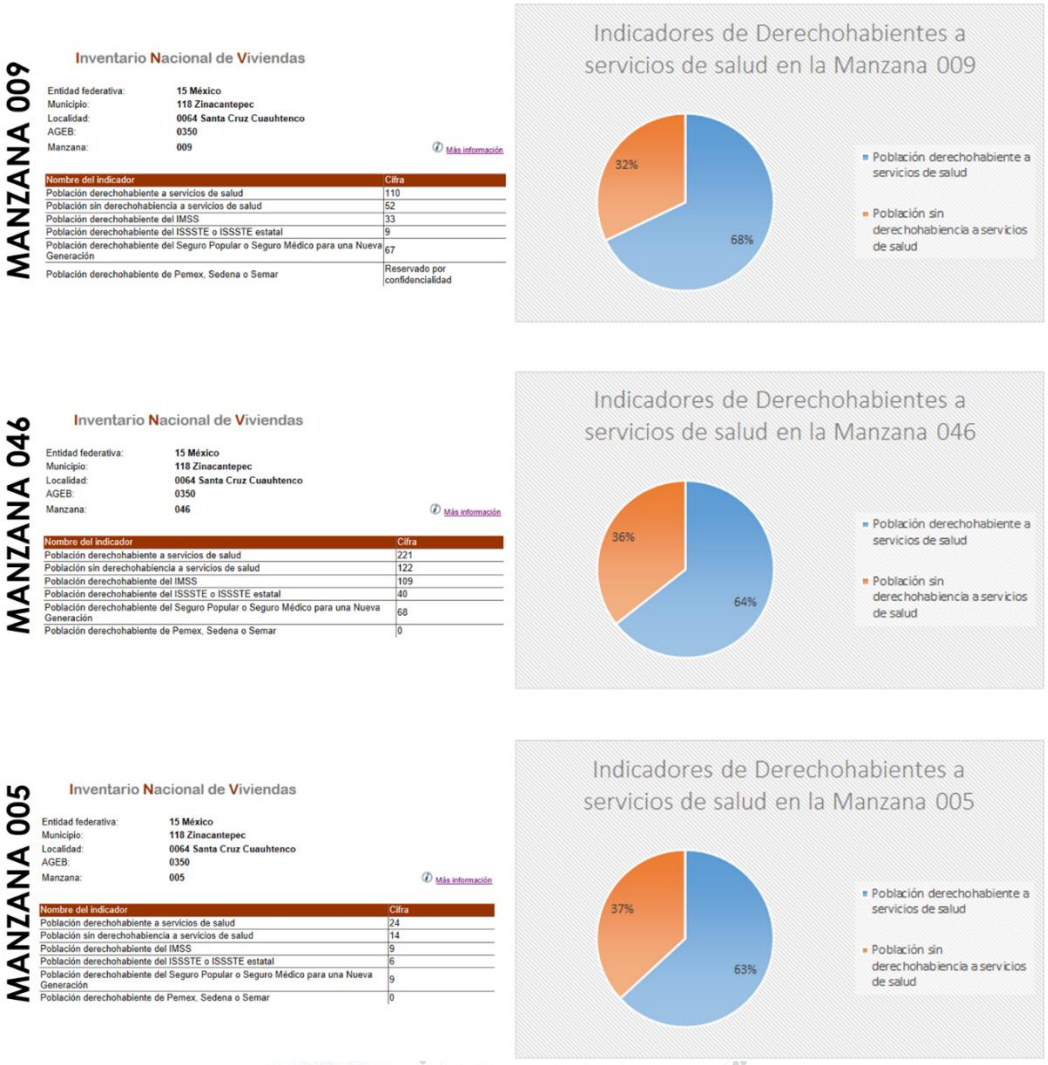


Imagen 110- Análisis de Indicadores de derechohabientes a servicios de salud. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE DISCAPACIDAD:

El 6% de la población en la manzana 009 presenta una discapacidad, seguido del 4% en la manzana 046. En la propuesta de mejoramiento, se debe buscar la integración de todas las personas en las actividades a desarrollar. Con respecto a la manzana 005, los datos se encuentran reservados por confidencialidad.

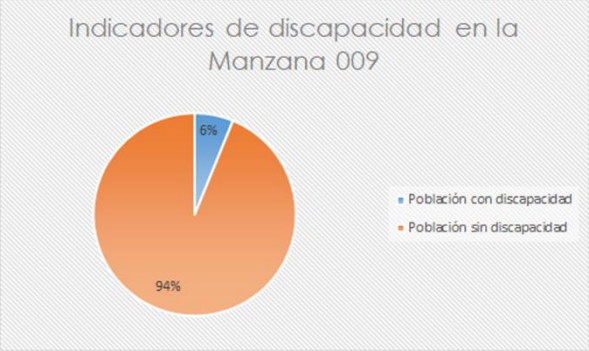
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	10
Población femenina con discapacidad.	9
Población masculina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	5
Población de 15 a 59 años con discapacidad	4
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	6



MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	15
Población femenina con discapacidad.	8
Población masculina con discapacidad.	7
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 15 a 59 años con discapacidad	11
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	10

MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población femenina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población masculina con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población de 0 a 14 años con discapacidad.	0
Población de 15 a 59 años con discapacidad	0
Población de 60 años y más con discapacidad.	Reservado por confidencialidad
Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	Reservado por confidencialidad

Imagen 111- Análisis de Indicadores de Discapacidad. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE MIGRACIÓN:

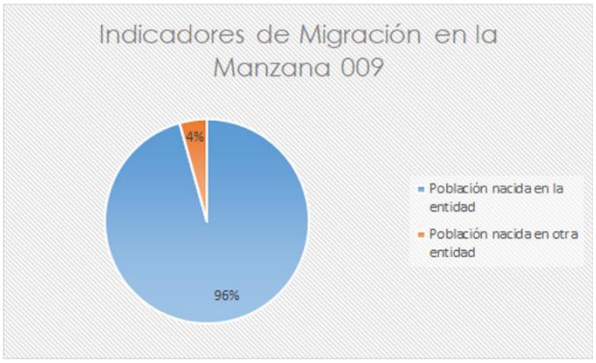
Los índices de migración son bajos, con el 3% en la manzana 005, el 4% en la 009 y el 10% en la 046, ya que más del 90% de los habitantes nacieron en la entidad donde residen. Es oportuno considerar espacios que difundan las costumbres, tradiciones e identidad de la comunidad.

MANZANA 009

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	155
Población femenina nacida en la entidad	81
Población masculina nacida en la entidad	74
Población nacida en otra entidad	7
Población femenina nacida en otra entidad	5
Población masculina nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	138
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	74
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	64
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	Reservado por confidencialidad



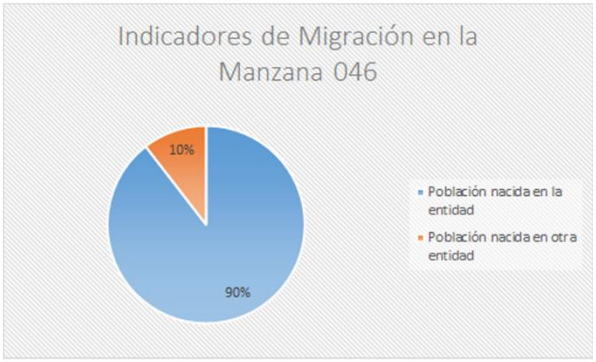
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	307
Población femenina nacida en la entidad	153
Población masculina nacida en la entidad	154
Población nacida en otra entidad	36
Población femenina nacida en otra entidad	24
Población masculina nacida en otra entidad	12
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	305
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	160
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	145
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Reservado por confidencialidad
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	0



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población nacida en la entidad	37
Población femenina nacida en la entidad	21
Población masculina nacida en la entidad	16
Población nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población femenina nacida en otra entidad	0
Población masculina nacida en otra entidad	Reservado por confidencialidad
Población nacida en otro país	0
Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	36
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	20
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	16
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005	0
Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005	0

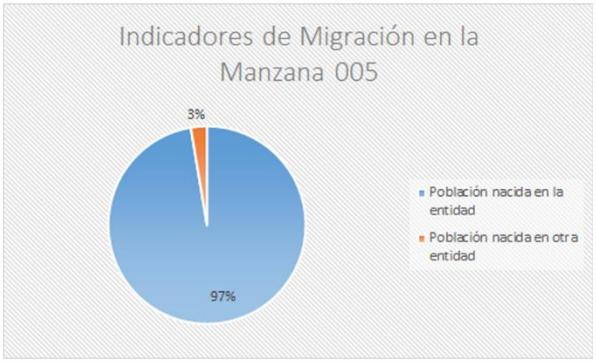


Imagen 112- Análisis de Indicadores de Migración. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE RELIGIÓN:

La mayor parte de la población pertenece a la religión católica, con el 96% en la manzana 009, el 95% en la 046 y el 89% en la 005, por lo que la integración del atrio y de la capilla abierta a desarrollar en la propuesta de mejoramiento, es una estrategia para incentivar actividades culturales con las tradiciones de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco.

Imagen 113- Análisis de Indicadores de Religión. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE SITUACIÓN CONYUGAL:

Más del 60% de la población de 12 años y más es casada o unida, lo que permite realizar una lectura de otra dinámica social de la población. En el proyecto, es pertinente la integración de actividades para toda la familia.

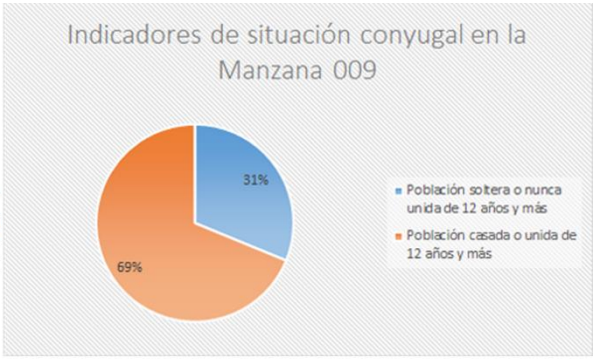
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	34
Población casada o unida de 12 años y más	75
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	9
Población casada o unida de 15 a 24 años	7



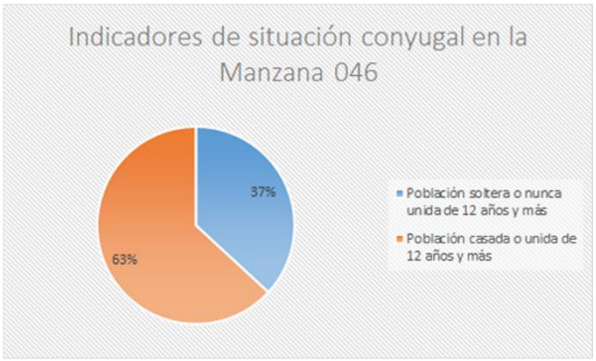
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	87
Población casada o unida de 12 años y más	149
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	19
Población casada o unida de 15 a 24 años	16



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Población soltera o nunca unida de 12 años y más	11
Población casada o unida de 12 años y más	17
Población que estuvo casada o unida de 12 años y más	3
Población casada o unida de 15 a 24 años	0

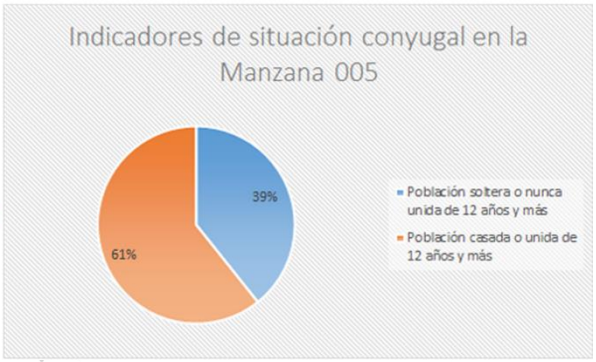


Imagen 114- Análisis de Indicadores de Situación Conyugal. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

INDICADORES DE JEFATURA EN EL HOGAR:

Se observa que, en promedio, más del 70% de los hogares censados, están a cargo de la jefatura masculina, por lo que se realiza otra lectura del modo de habitar de la población.

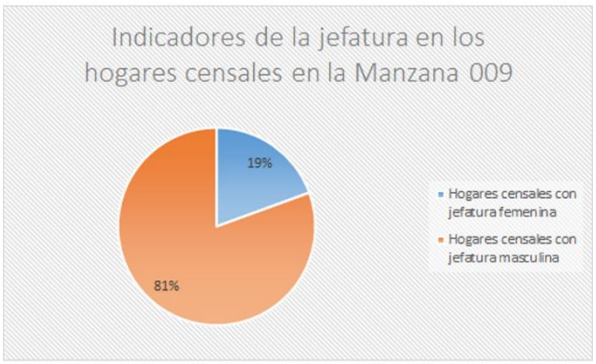
MANZANA 009

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 009

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	36
Hogares censales con jefatura femenina	7
Hogares censales con jefatura masculina	29
Población en hogares censales	162
Población en hogares censales con jefatura femenina	25
Población en hogares censales con jefatura masculina	137
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	4
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	13
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	22
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	112
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	10
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	37
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	0
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	0



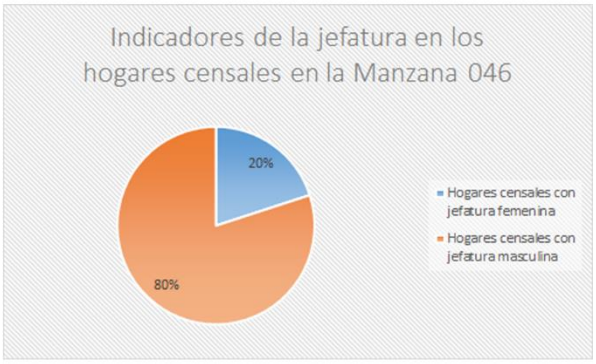
MANZANA 046

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 046

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	85
Hogares censales con jefatura femenina	17
Hogares censales con jefatura masculina	68
Población en hogares censales	343
Población en hogares censales con jefatura femenina	42
Población en hogares censales con jefatura masculina	301
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	8
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	24
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	61
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	273
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	16
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	46
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	3
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	10



MANZANA 005

Inventario Nacional de Viviendas

Entidad federativa: 15 México
Municipio: 118 Zinacantepec
Localidad: 0064 Santa Cruz Cuauhtenco
AGEB: 0350
Manzana: 005

Más información

Nombre del indicador	Cifra
Total de hogares censales	13
Hogares censales con jefatura femenina	6
Hogares censales con jefatura masculina	7
Población en hogares censales	38
Población en hogares censales con jefatura femenina	16
Población en hogares censales con jefatura masculina	22
Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	Reservado por confidencialidad
Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	4
Hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	9
Población en hogares censales con jefa (e) de 30 a 59 años	29
Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	3
Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	5
Hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	3
Población en hogares censales nucleares conformados por la jefa con hijos menores de 18 años	9

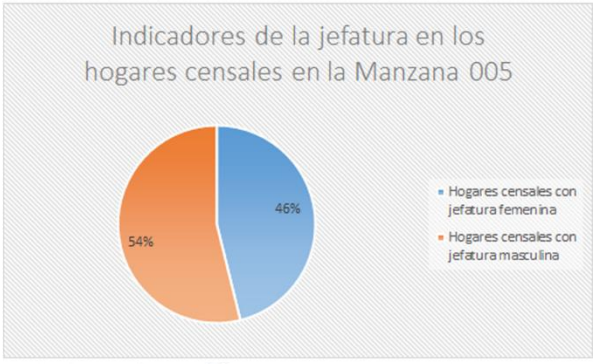


Imagen 115- Análisis de Indicadores de Jefatura en el Hogar. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO III:

Al inicio de este capítulo, se retomaron los 3 conceptos esenciales (mencionados en el capítulo I) que constituyen la Arquitectura y la realidad: el espacio, el tiempo y la materia (explicados en el triángulo de Sierpinski).

En la siguiente tabla, se describe brevemente cada uno de los mapas realizados para el análisis global de la comunidad, así como sus observaciones pertinentes:

Imagen:	Tema:	Descripción/Observación
67	Delimitación Macro	Relación Zinacantepec – Santa Cruz Cuahutenco.
68	Delimitación Micro	Relación Santa Cruz Cuahutenco – Área específica de estudio.
69	Topografía	Análisis de curvas de nivel a cada 2 metros.
70	División de Sectores	El río como división social del sector centro y sector colonia.
71	Estructuración de Cuadrantes	El eje natural (el río) y el eje artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección), permiten la lectura del territorio a través de cuadrantes.
72	Retícula 30 x 30 metros	Se insertó una retícula en el territorio, según la estructuración de sus calles, paralelas a cada 60 metros aproximadamente, lo que corresponde a 2 módulos de 30 metros.
73	Diseño de Retícula	A partir de la intersección del eje natural y del eje artificial, se determinó el origen y con ello, un sistema de coordenadas.
74	Plano Nolli	Se utilizó para estudiar el territorio por capas.
75	Espacio Lleno	32.47% del territorio.
76	Espacio Vacío	67.53% del territorio.

Tabla 15: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Estas observaciones y datos específicos se van a retomar en el Capítulo IV, para el diseño de la propuesta de mejoramiento y de esta manera, complementar las 4 necesidades delimitadas en el planteamiento del problema (al inicio de este documento) con estas observaciones.

Cabe destacar, que las descripciones correspondientes al análisis de lo construido corresponden totalmente a las de usos del suelo, por lo que ambos apartados se resumen en la tabla que se presenta en seguida.

En la tabla 16, se describen los datos del análisis de usos del suelo, realizado en el área específica de estudio, así como la intervención en cada punto de la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico.

Imagen:	Tema:	Descripción/Observación
77	Usos de suelo	A través de 9 categorías o sectores.
78	Total, de m2	En el polígono específico, se analizaron 117,157.92 m2.
79	Vivienda	52.05% del territorio. Ocupa más de la mitad del espacio analizado.
80	Sin Uso	18.87% del territorio. Existen espacios que, por su ubicación, tienen el potencial de conectar estratégicamente nodos de actividades humanas.
81	Vialidades	16.42% del territorio. Hay Vialidades que no generan circuitos internos, ya que son calles cerradas. El diseño de un circuito interior implica un cambio a beneficio de la población.
82	Banquetas	Sólo el 2.09% del área de estudio es para el peatón, por lo que es necesario aumentar el área peatonal y acortar los puntos de conexión entre los sectores, ya que se encuentran a 325 metros.
83	Religión	4.76% del territorio. Es el mayor punto de encuentro en el área de estudio. Su incorporación en la propuesta de mejoramiento es clave.
84	Educación y Cultura	1.79% del territorio. La ubicación de este equipamiento da pauta a conectar el Eje Educativo Norte-Sur con el Eje Recreativo Oriente Poniente, siendo el Centro Cultural propuesto, el punto de intersección entre estos dos Ejes.
85	Vivienda y Comercio	1.74% del territorio. Este uso de suelo mixto se ubica en un patrón en forma de "U", a lo largo de dos Vialidades principales y una secundaria, que se van a conectar con el circuito interno de la propuesta de mejoramiento.
86	Recreación y Deporte	1.18% del territorio. Sólo la plaza comunitaria, es el único espacio destinado a este sector, por lo tanto, no es suficiente para toda la población.
87	Comercio	0.90% del territorio. El principio de ubicación de estos locales comerciales es el mismo que en el caso del uso mixto, de vivienda y comercio.
88	Servicios	0.50% del territorio. Se requiere aumentar el equipamiento relacionado con la oferta de servicios, pero se deja la idea propuesta para una continuación de esta propuesta de mejoramiento.

Tabla 16: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se destaca la necesidad de integrar espacios culturales, recreativos, de esparcimiento (puntos de encuentro) y deportivos, además de integrar su ubicación con el circuito de movilidad y el atrio del templo.

Para el análisis normativo, los planos que se estudiaron son los siguientes: plano base, de vialidades, de usos del suelo, de la clasificación de los usos del suelo, de la clasificación del territorio, de restricciones, de infraestructura-equipamiento, de estructura urbana, de centro histórico, de crecimiento urbano, de síntesis de la problemática, de principales proyectos y de zonas vulnerables, según el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2015.

Cabe mencionar, que dos de los puntos detectados en los planos de diagnóstico y de estrategias, también son abordados en esta propuesta de mejoramiento. El primero corresponde a la conectividad con un circuito Urbano por crear y el segundo es la Revitalización del Río. Los proyectos que se pueden abordar posteriormente en la comunidad son: servicios de salud, emplazamiento de zona industrial y utilización de socavones en minas.

Para el análisis social cuantitativo, se retomaron datos del Inventario Nacional de Vivienda 2016, para llegar a las siguientes consideraciones:

Indicador	Consideraciones
Población	La manzana 046 cuenta con 343 habitantes, la 009 con 162 y la 005 con 38, lo que da un total de 543 personas, a partir de las cuales se expresan los siguientes datos estadísticos.
Economía	El 60% de la población económicamente activa, es masculina.
Educación	Es necesario aumentar el porcentaje de la población que llega a estudios superiores, ya que, en promedio, sólo el 8% de los habitantes del área de estudio concluye sus estudios a nivel superior.
Servicios de Salud	El 32% de la población, no es derechohabiente. Se requiere atender también esta necesidad en la localidad, en futuros proyectos.
Discapacidad	En promedio, el 5% de los habitantes tienen alguna discapacidad. Se deben considerar espacios que cumplan con este requerimiento.
Migración	Más del 90% de las personas que residen en el polígono de estudio, son originarias de Santa Cruz, lo que da una lectura social.
Religión	En promedio, el 93% de las personas que viven en el polígono de estudio, pertenecen a la religión católica, por lo que su incorporación en la propuesta de mejoramiento es un punto clave.
Situación Conyugal	Más del 60% de la población de 12 años y más, es casada o unida.
Jefatura en el Hogar	En promedio, el 72% de los hogares censados, están a cargo de la jefatura masculina.

Tabla 17: Consideraciones de análisis social cuantitativo.

CAPÍTULO IV:

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO.

PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO:

"Conocer la naturaleza de las cosas para actuar sobre la realidad, así empieza la arquitectura; propone Vicente Guallart." (Gausa, 2001, pág. 60)

Durante el proceso de investigación, en el IGECEM se encontró información cartográfica del año de 1983-1984, que se tomó como base para este proyecto. Por naturaleza, el polígono verde ha operado como un punto de encuentro en el territorio, desde hace más de 40 años (ver imagen 116).

NATURALEZA DEL TERRITORIO: PUNTO DE ENCUENTRO

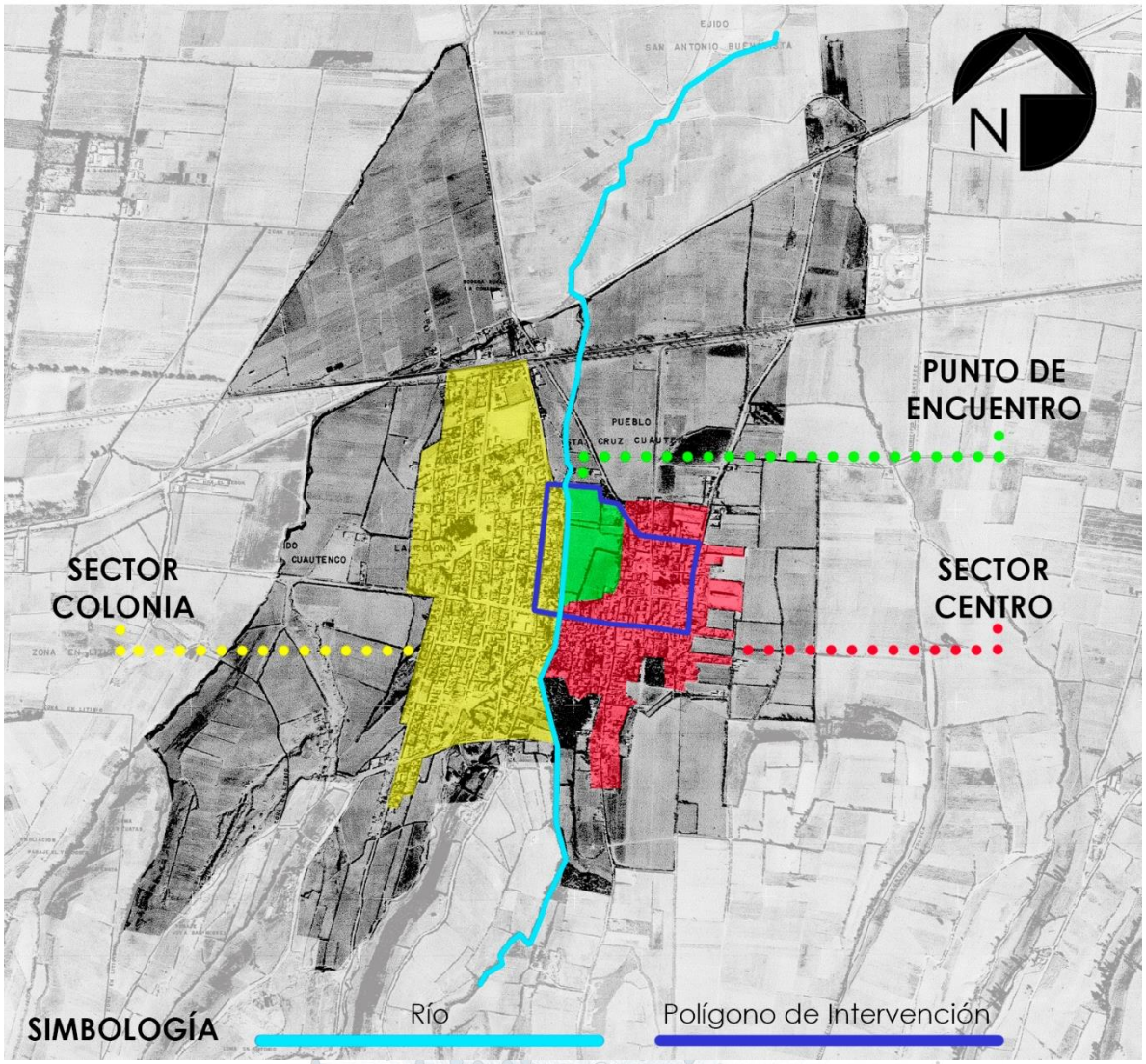


Imagen 116- Naturaleza del Territorio. Fuente de Plano Base: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Hoja No. 1210. Fecha de Vuelo: 1983-1984.

Por tal naturaleza, en esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, el uso de suelo que se designa al polígono de color verde es recreativo, para que pueda seguir fungiendo con esa misma naturalidad.

Una vez realizado el diagnóstico, análisis y detección de las principales necesidades de la comunidad, se presenta el siguiente esquema, el cual sintetiza las 4 fracciones que integran esta propuesta de mejoramiento, así como las acciones más importantes a realizar en cada punto, durante el desarrollo de este Capítulo IV.

CONECTIVIDAD MACRO:

Para iniciar con esta propuesta de mejoramiento, se realizó un mapa de conectividad Urbana, el cual contiene la Vialidad Regional existente (línea roja continua), la Vialidad Regional propuesta por el Municipio de Zinacantepec (línea roja punteada), la Ciclovía propuesta por el Municipio (línea azul punteada) y la Ciclovía que se propone en este proyecto (línea negra punteada), integrando todas esas nociones en el siguiente mapa:

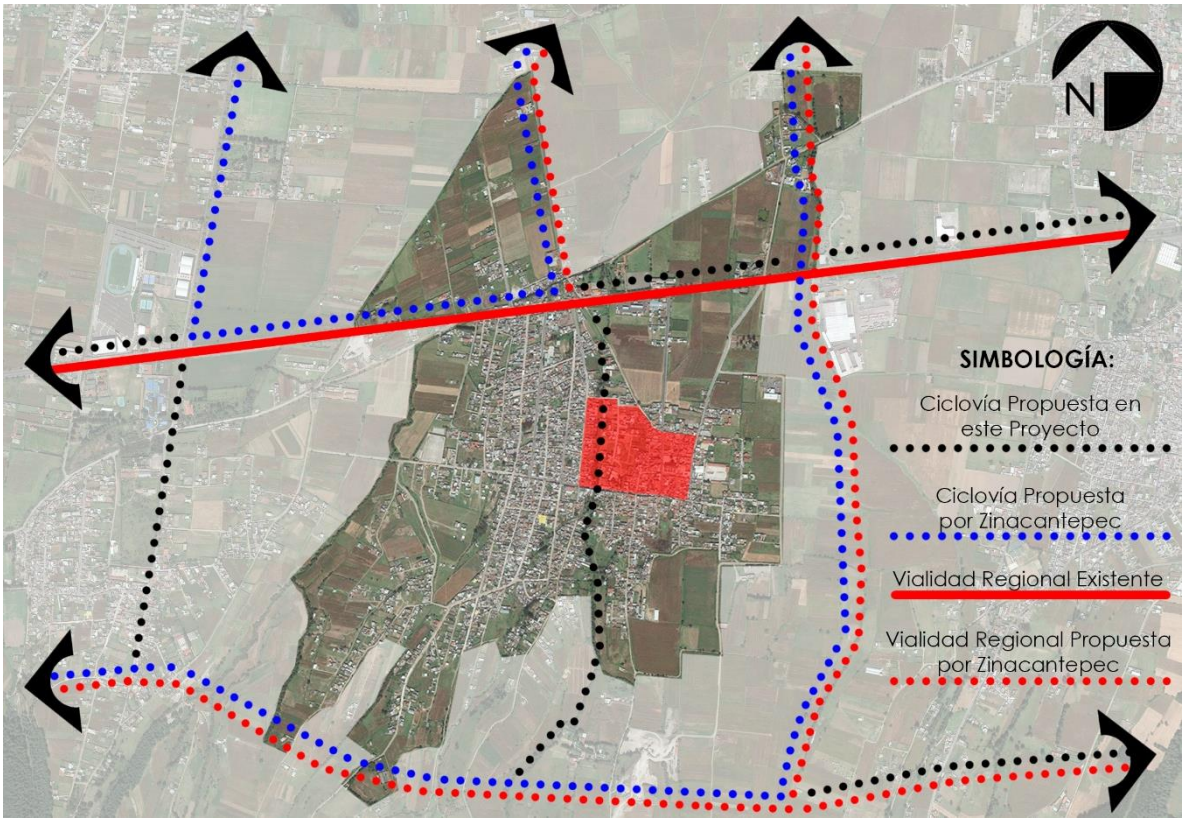


Imagen 117- Mapa de Conectividad Urbana en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth, 2017 y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, 2015, Plano E4, *Principales Proyectos, Obras y Acciones.*

De esta manera es como se genera una Red de Movilidad Urbana en el territorio, para conectarlo a través de ejes Norte-Sur y Oriente-Poniente. Cabe destacar, la proyección de la Ciclovía al centro de la comunidad, en un eje paralelo al Río, ya que será retomada cuando se realice un acercamiento en el polígono de intervención, como el punto de referencia.

CONECTIVIDAD MICRO:

Al realizar un acercamiento al mapa anterior, se delimita el área específica de intervención, así como las calles existentes (línea roja continua), las calles propuestas (línea roja punteada), la ciclovía propuesta (línea negra punteada) y los andadores propuestos (línea verde punteada), para crear un circuito de movilidad interno que responda a las necesidades detectadas y ofrezca espacios recreativos y culturales a la población.

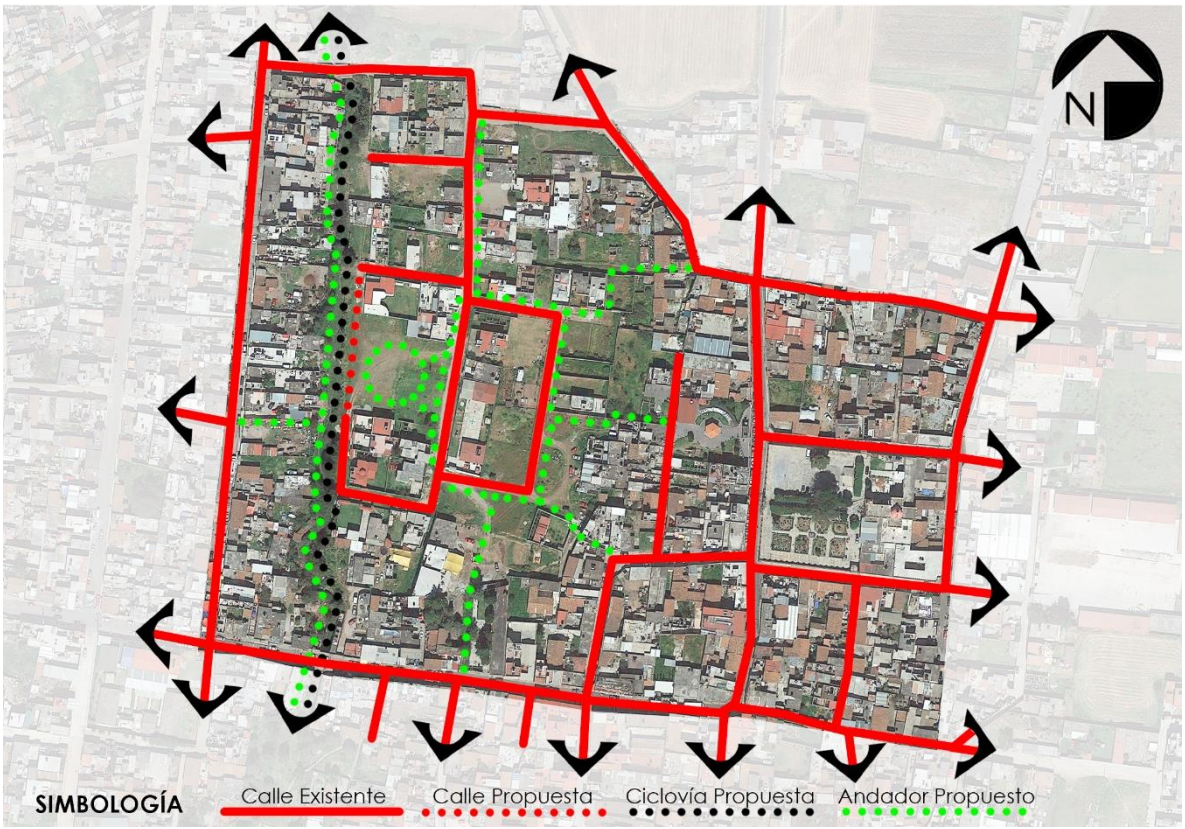


Imagen 118- Mapa de Conectividad Local en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de plano base: Google Earth, 2017.

En esta propuesta de mejoramiento, se prioriza el peatón y el uso de la bicicleta, como medidas sustentables para el cuidado del medio ambiente, además de promover el ejercicio y la participación de la comunidad en actividades culturales-recreativas.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO: USOS DEL SUELO:

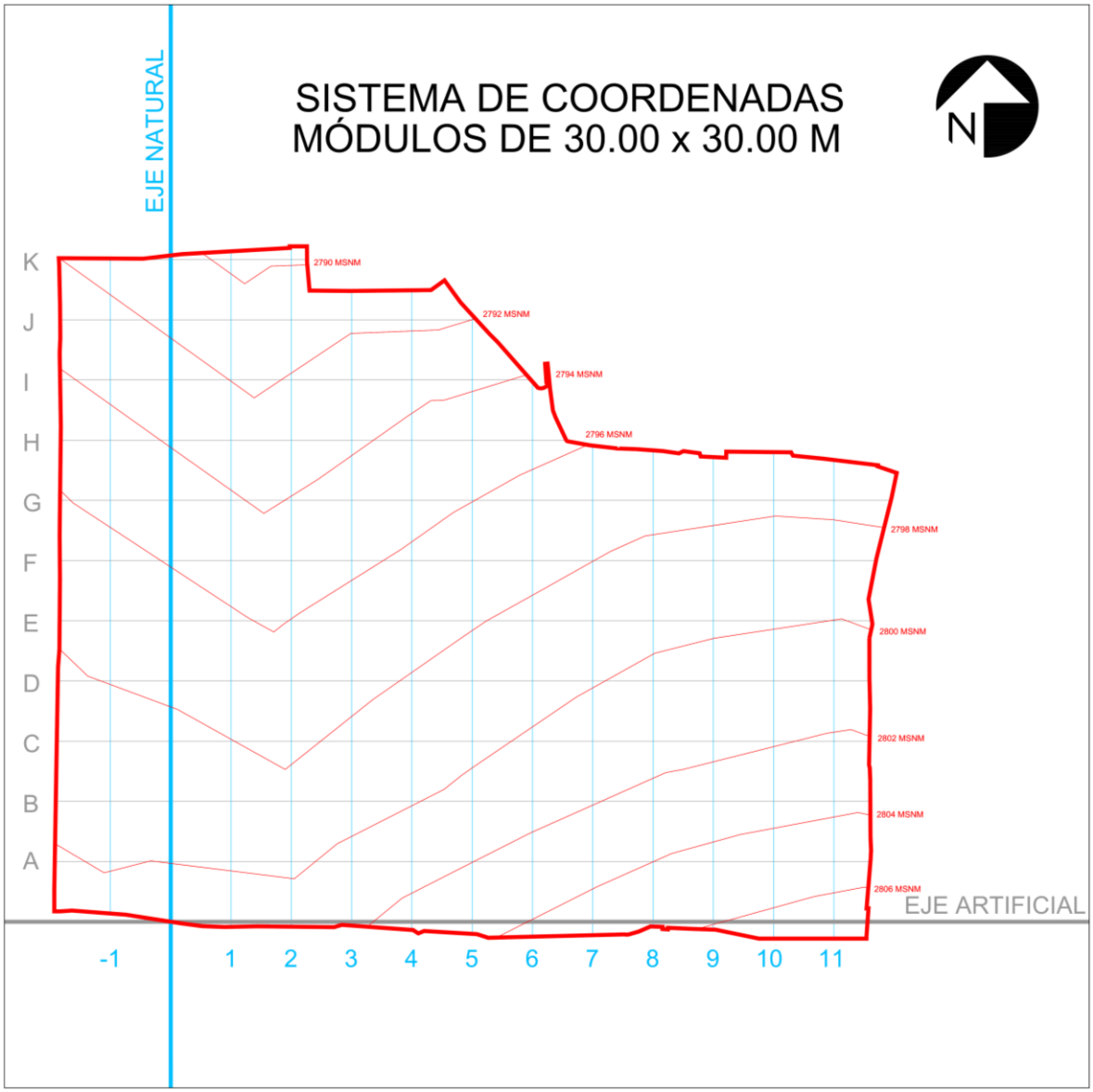
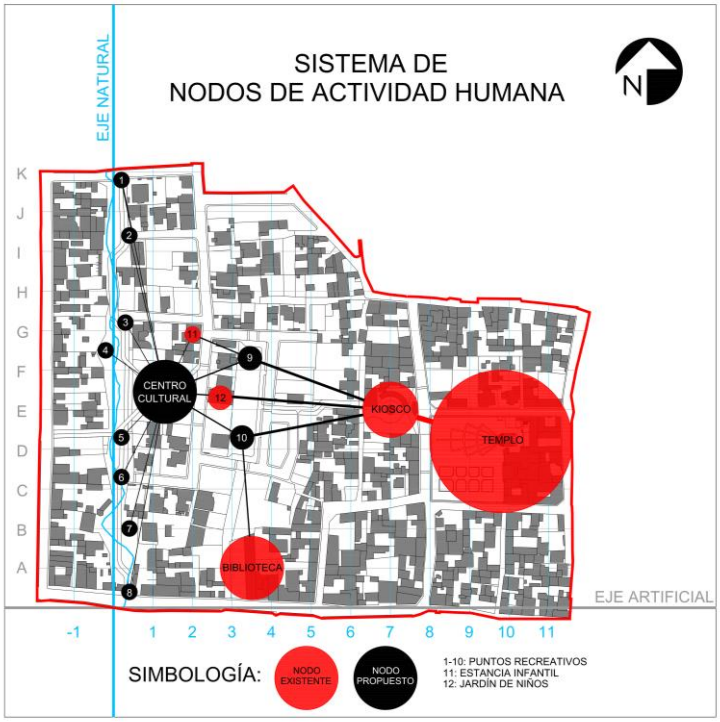


Imagen 119- Sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

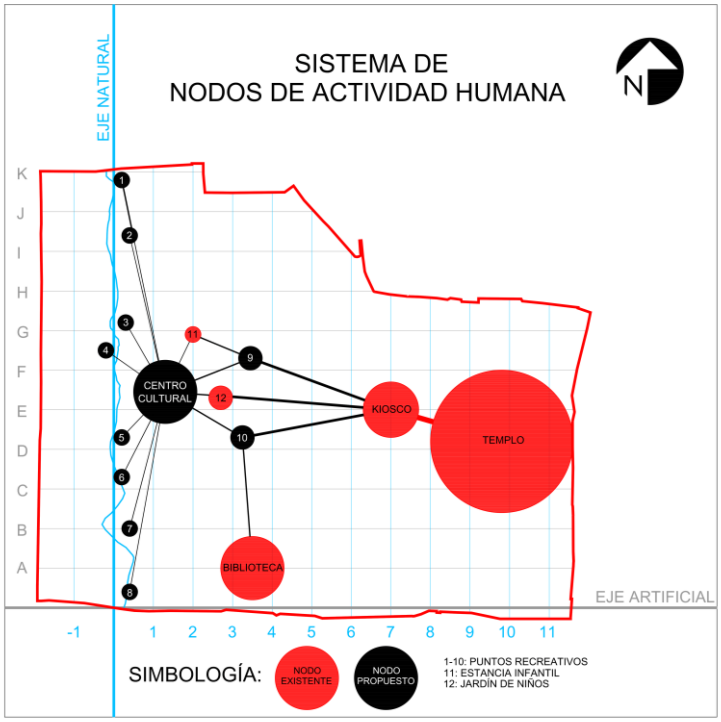
Para realizar esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, se estableció un sistema de coordenadas con módulos de 30.00 x 30.00 metros, a partir del Eje Natural (el Río) y el Eje Artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección) de la comunidad. Se marcan las curvas de nivel a cada 2 metros, la cota más baja es 2790 m.s.n.m. y la más alta es 2806 m.s.n.m.

ESTRATEGIA DE CONECTIVIDAD:



Se consideraron dos puntos de encuentro masivos en en la comunidad, el Kiosco (7-E) y el Templo de Santa Elena de la Cruz (10-D), a partir de los cuales se trazó una red de conexiones, hasta llegar a la franja de revitalización en el río de la localidad.

Imagen 120- Ubicación de Nodos de actividad humana. Fuente: Elaboración propia 2020.



El diámetro de cada círculo está relacionado con su umbral de alcance espacial. El Templo de Santa Elena de la Cruz, es el que tiene mayor jerarquía en el sistema, tanto por su extensión como por la afluencia de personas que se ahí se reúnen.

Imagen 121- Conectividad de Nodos. Fuente: Elaboración propia 2020.

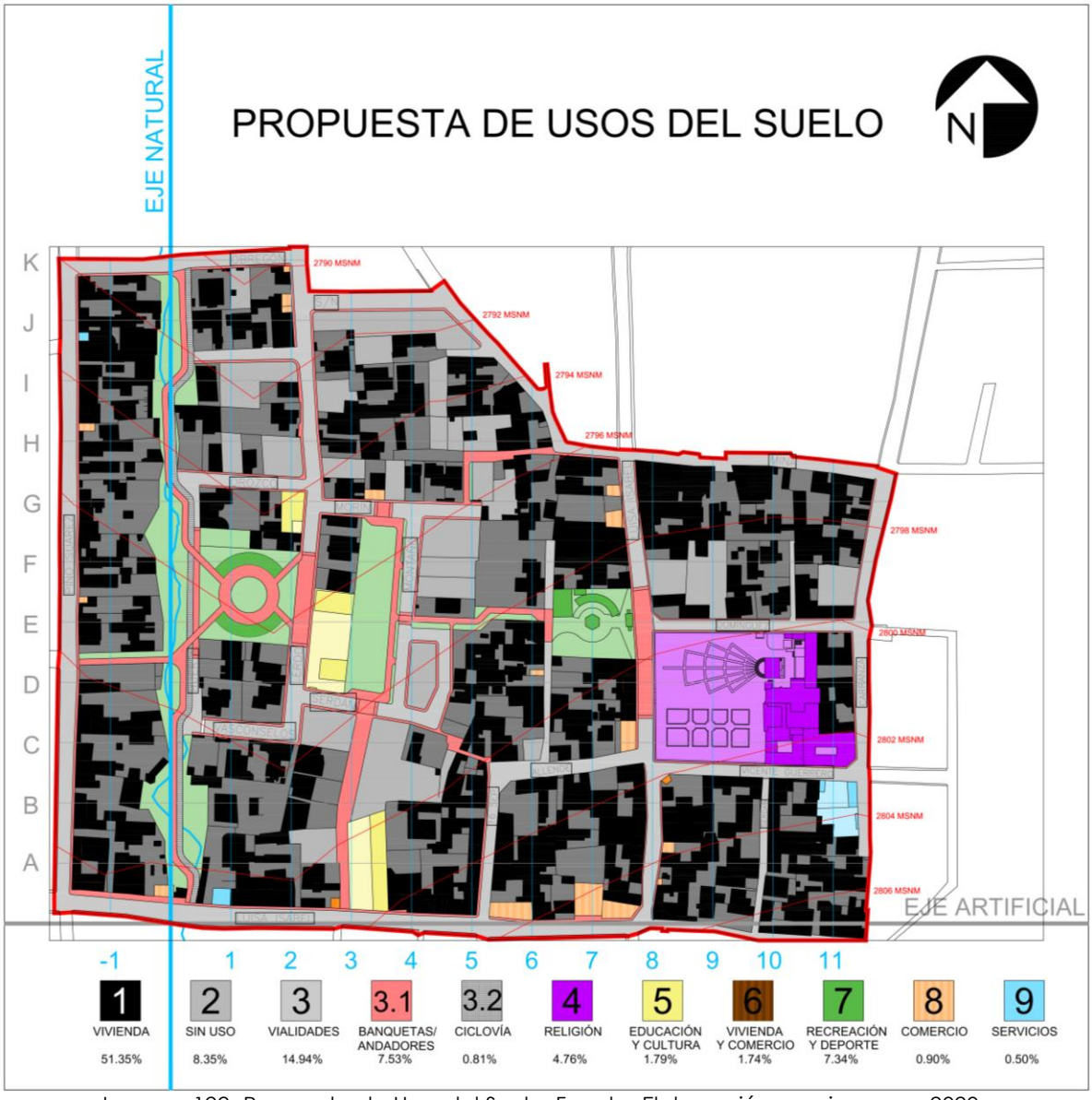


Imagen 122- Propuesta de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En esta imagen, se sintetizan las 9 categorías de uso del suelo en las que se estructura esta propuesta de mejoramiento. Con respecto al tema 3.1 "banquetas/andadores" y 3.2 "ciclovía", se consideran parte de la categoría 3, de "vialidades", por pertenecer al rubro de movilidad, las cuales suman un total de 23.28% del área polígono de intervención.

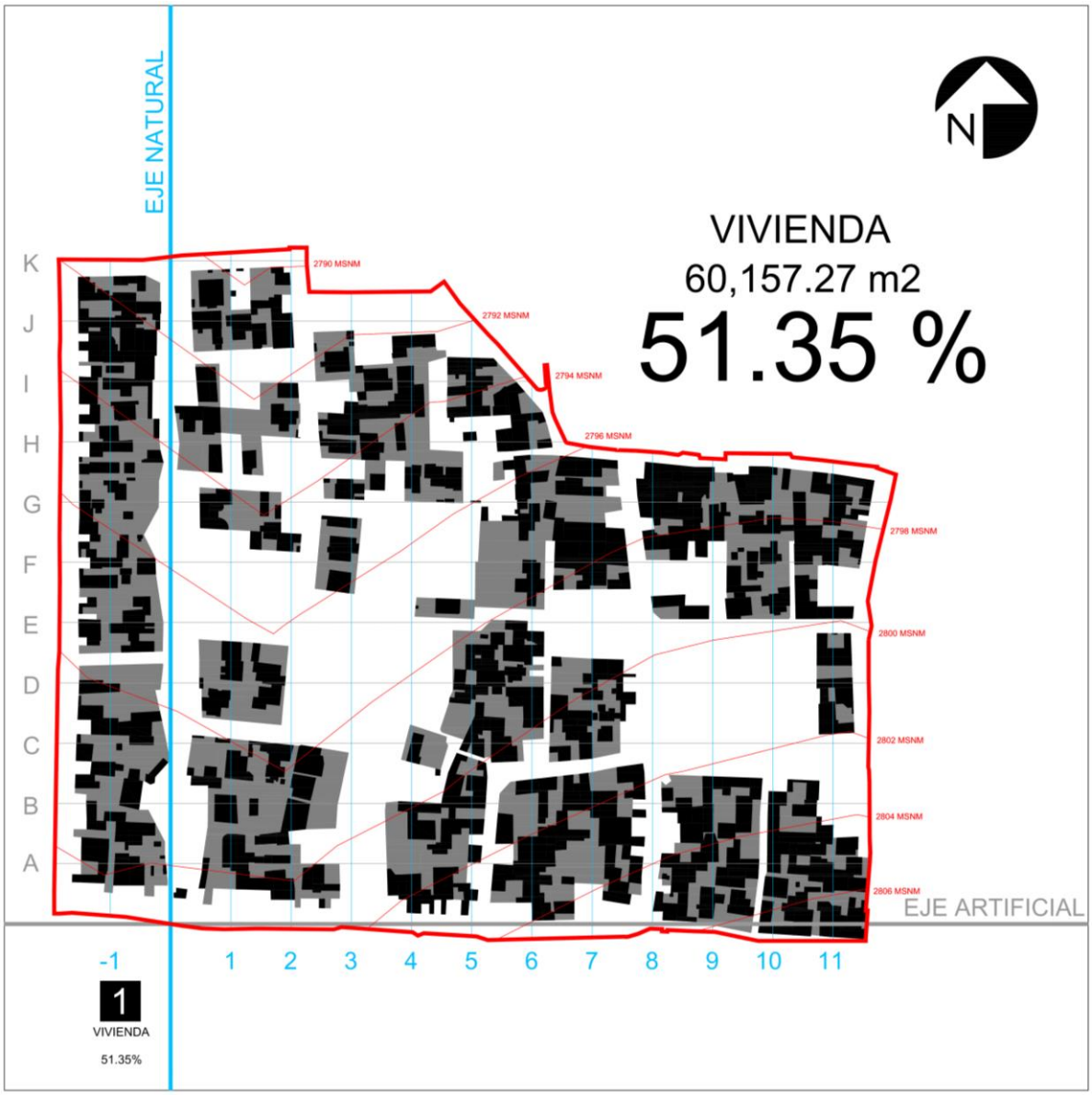


Imagen 123- Uso del Suelo "Vivienda". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a la categoría de Vivienda, actualmente ocupa el 52.05% (60,983.99 m2) del territorio. En esta propuesta de mejoramiento, el 51.35% (60,157.27 m2), ya que la superficie de diferencia se destina a la habilitación de conexiones y espacios públicos, por lo que es necesario gestionar con los propietarios involucrados para llegar a una indemnización.

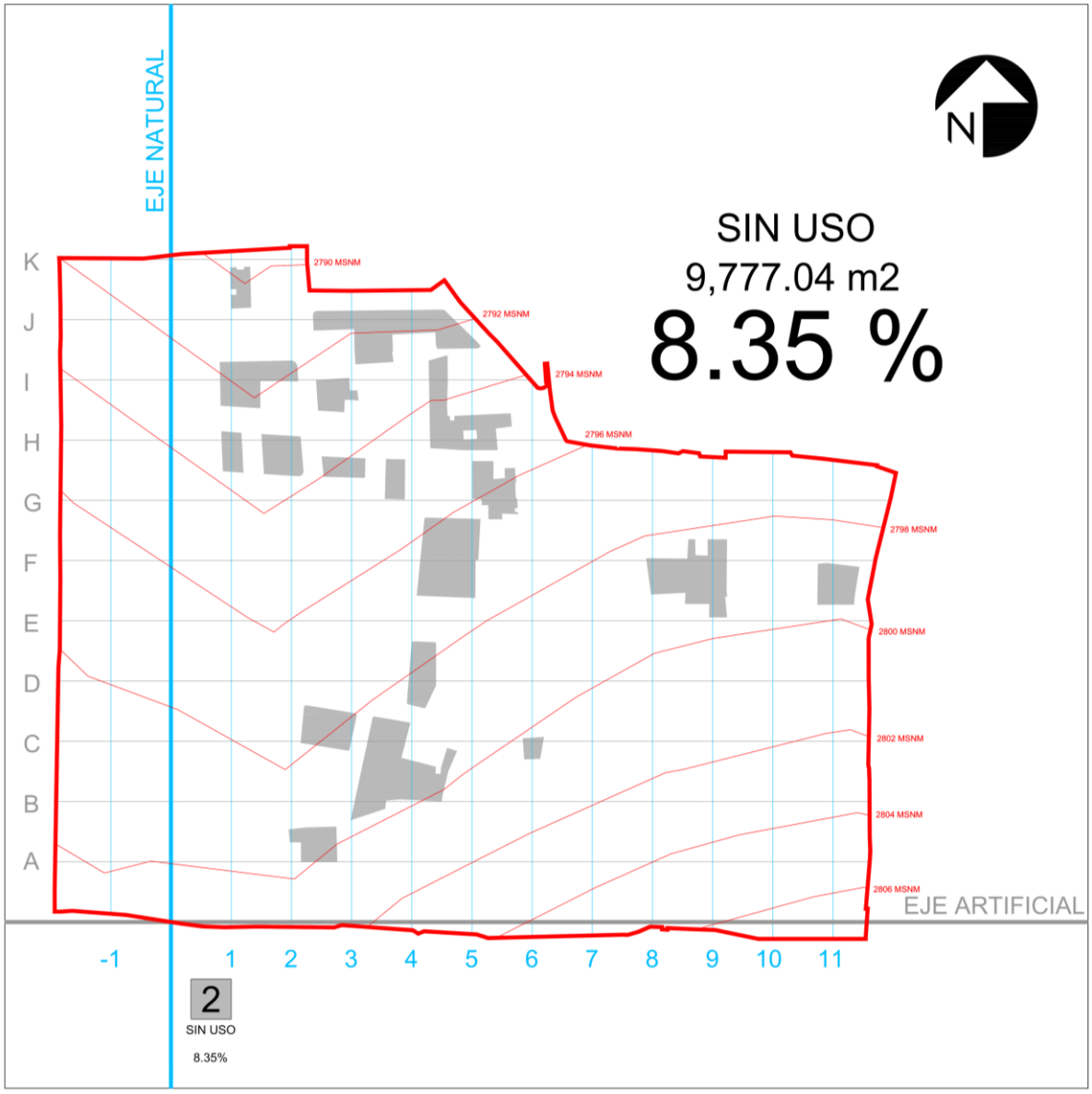


Imagen 124- Uso del Suelo "Sin Uso". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En el análisis del territorio, se calculó que la categoría "Sin Uso" ocupaba el 18.87% (22,111.41 m2) del área de estudio. En esta propuesta de mejoramiento, el 8.35% (9,777.04 m2), aprovechando 12,334.37 metros cuadrados (para espacios públicos, recreativos y culturales), que anteriormente no estaban destinados a ningún fin.

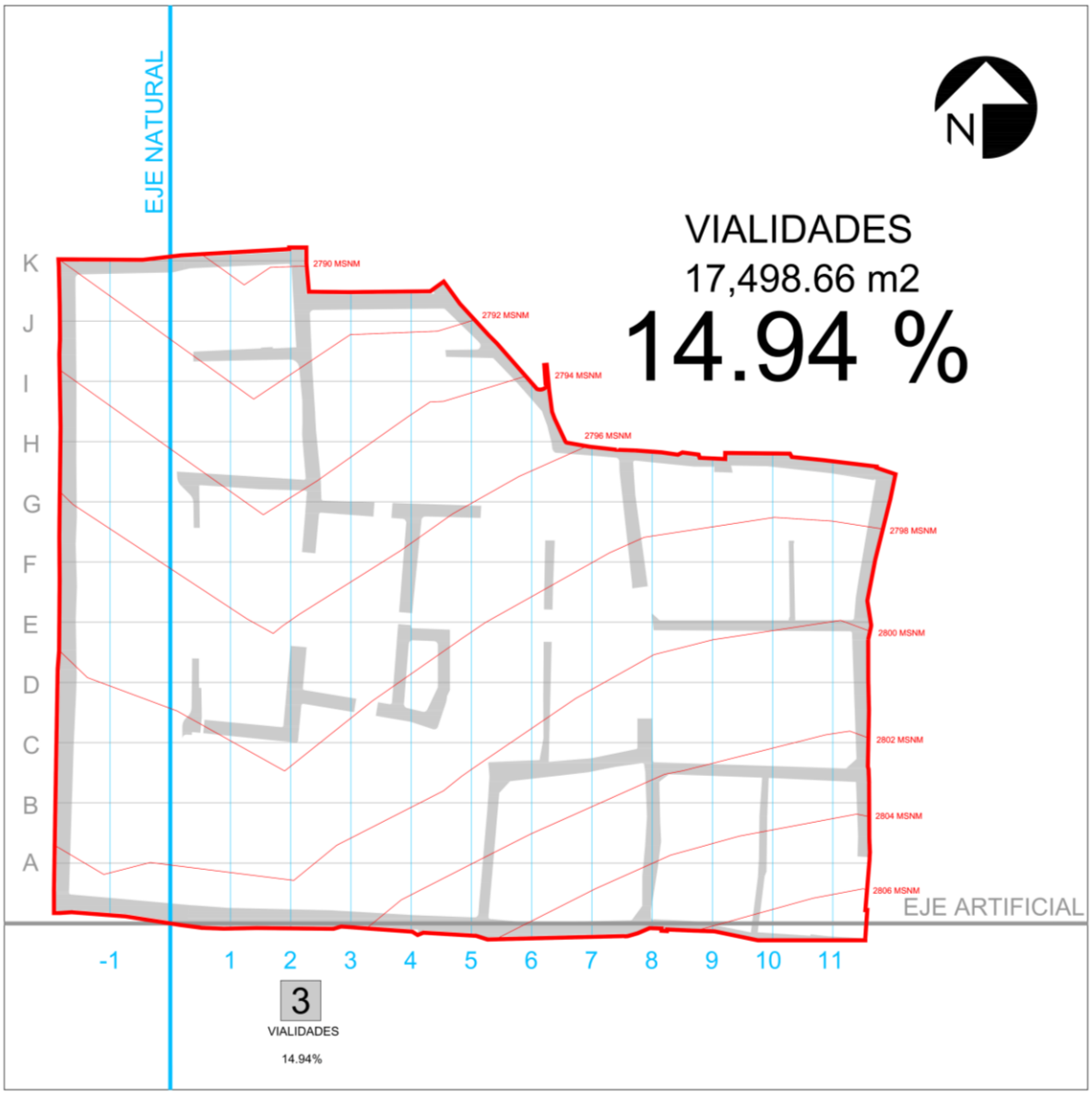


Imagen 125- Uso del Suelo "Vialidades". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Con respecto a la categoría de Vialidades, el porcentaje de ocupación superficial disminuyó ligeramente, de 16.12% (18,889.39 m2) a 14.94% (17,498.66 m2), ya que se implementaron banquetas y andadores en espacios que estaban destinados totalmente al uso vehicular (ver imagen 126 de banquetas), dando prioridad al peatón y a la movilidad sustentable.

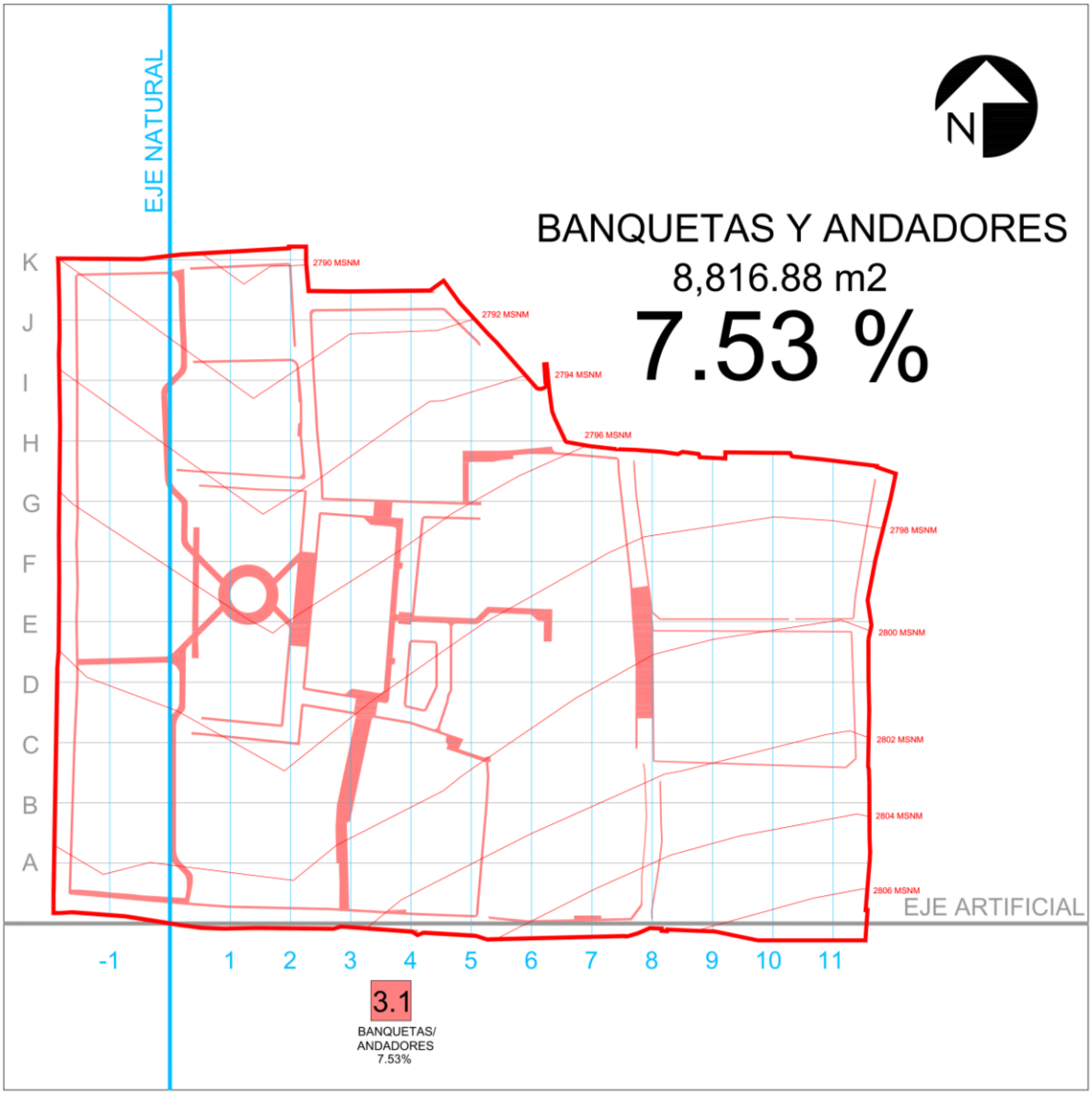


Imagen 126- Uso del Suelo "Banquetas y Andadores". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Esta imagen complementa la categoría anterior de Vialidades, ya que, si se traslapan las capas de información, se genera un circuito de movilidad peatonal y vehicular. Las banquetas y andadores aumentaron 6,373.59 m2 en esta propuesta de mejoramiento, al pasar de un 2.09% (2,443.29 m2) a un 7.53% (8,816.88 m2) de ocupación superficial en el territorio.

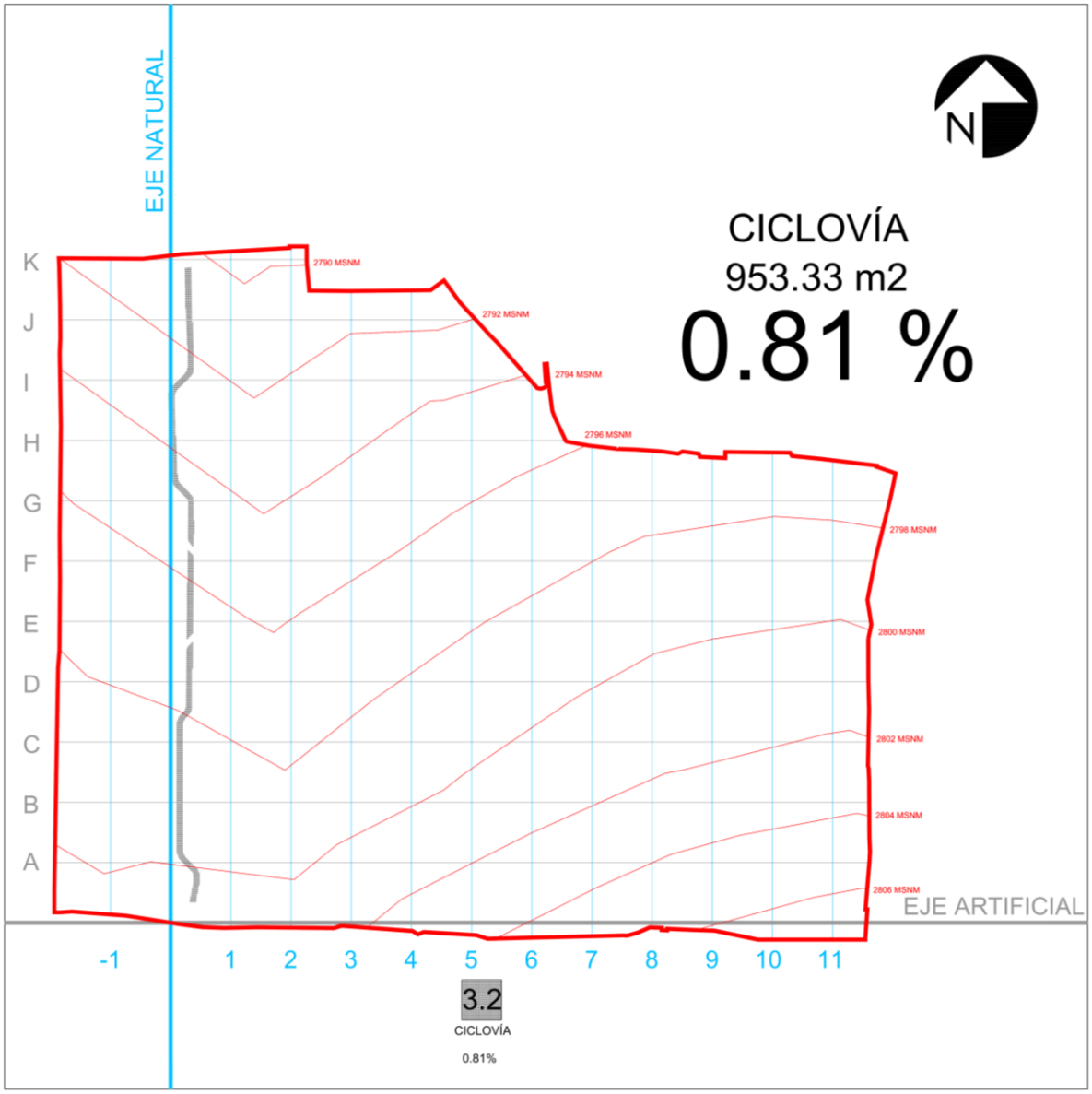


Imagen 127- Uso del Suelo "Ciclovía". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Como solución a la segunda necesidad delimitada en esta propuesta de mejoramiento (la conectividad), se considera la implementación de una ciclovía paralela al caudal del río. Cabe destacar que la iniciativa de una ciclovía en las afueras de la comunidad (ver imagen 117), se encuentra marcada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015.[76]

[76] Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, *op. cit*., Plano E4. Principales Proyectos.

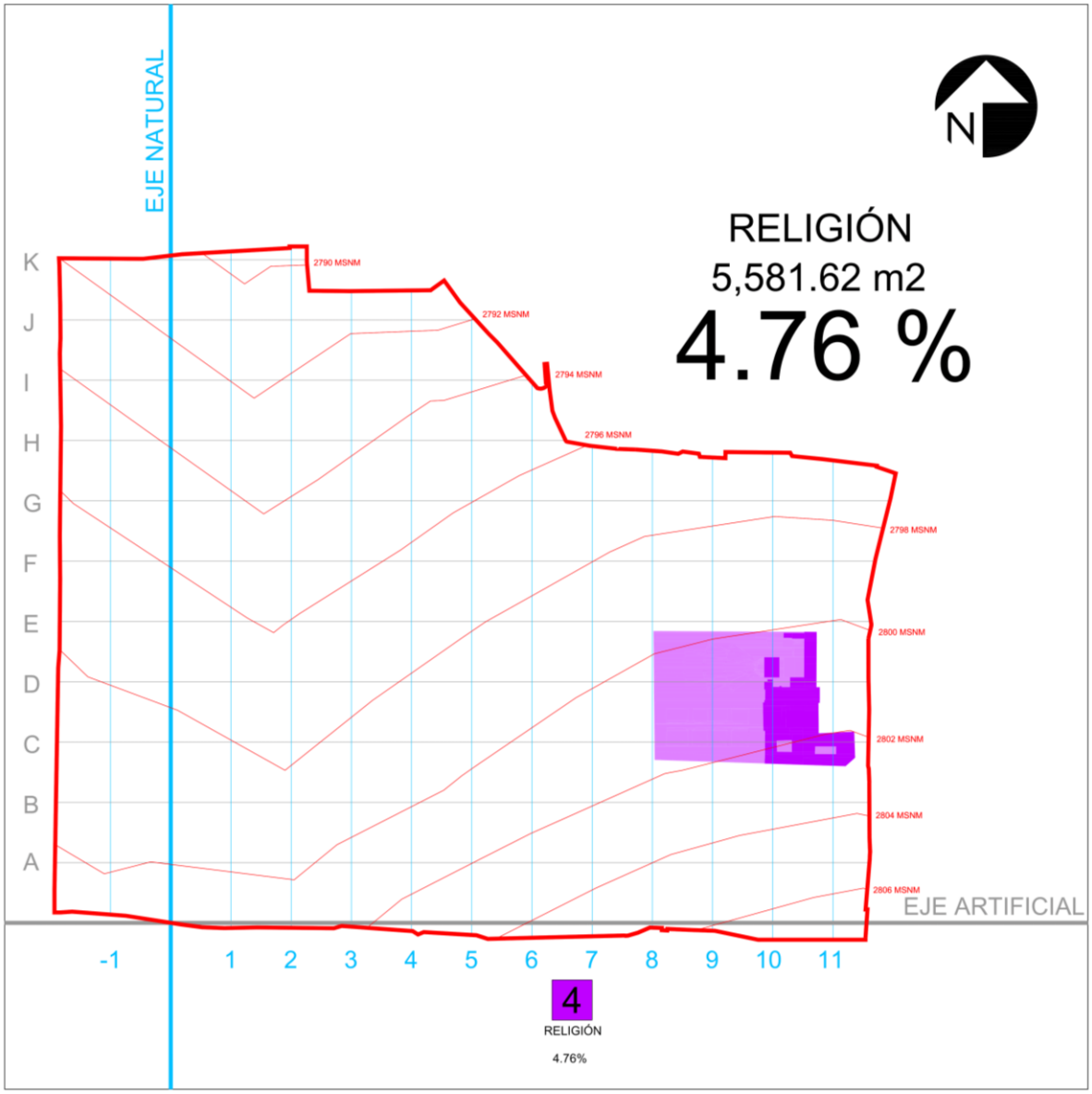


Imagen 128- Uso del Suelo "Religión". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a la categoría de religión, el uso del suelo se mantiene igual, con el 4.76% (5,581.62 m2) de ocupación territorial. Lo que aumenta son los metros de construcción, por el diseño de la Capilla Abierta al Norte del Templo de Santa Elena de la Cruz, la cual mide 10.00 x 7.50 metros (75 m2 de construcción). Posteriormente se presenta el desarrollo de este proyecto.

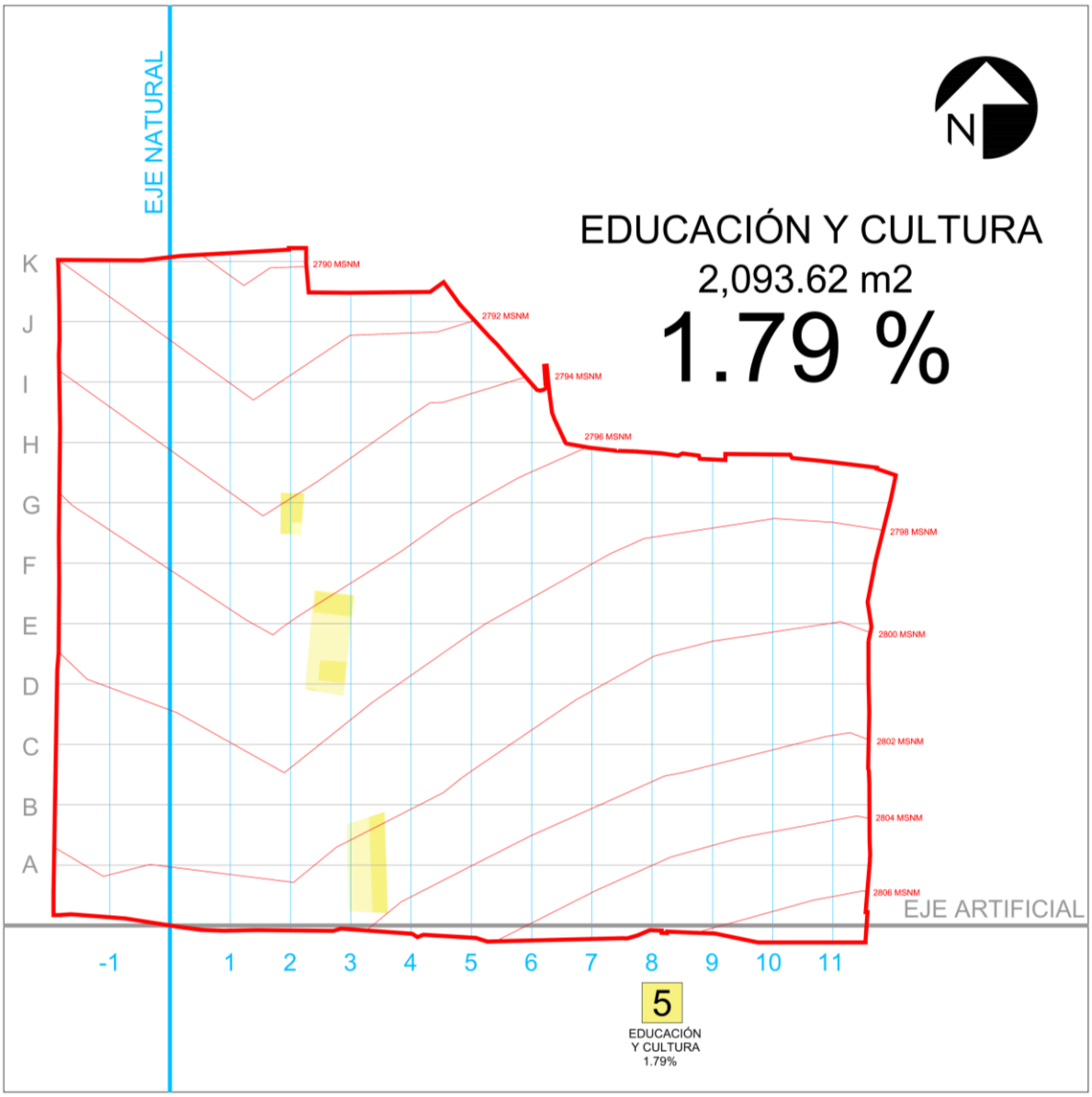


Imagen 129- Uso del Suelo "Educación y Cultura". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El sector de Educación y Cultura conserva la misma cantidad de metros cuadrados existentes, pero ahora se conectan por medio de un andador (ver imagen 126), que va de la Biblioteca Pública Municipal Profesor Moisés Pérez Alvirde (3-A) al Jardín de Niños Genaro Robles Barrera (3-E) y a la Estancia Infantil Pasitos Mágicos (2-G), creando así un Eje Educativo-Cultural.

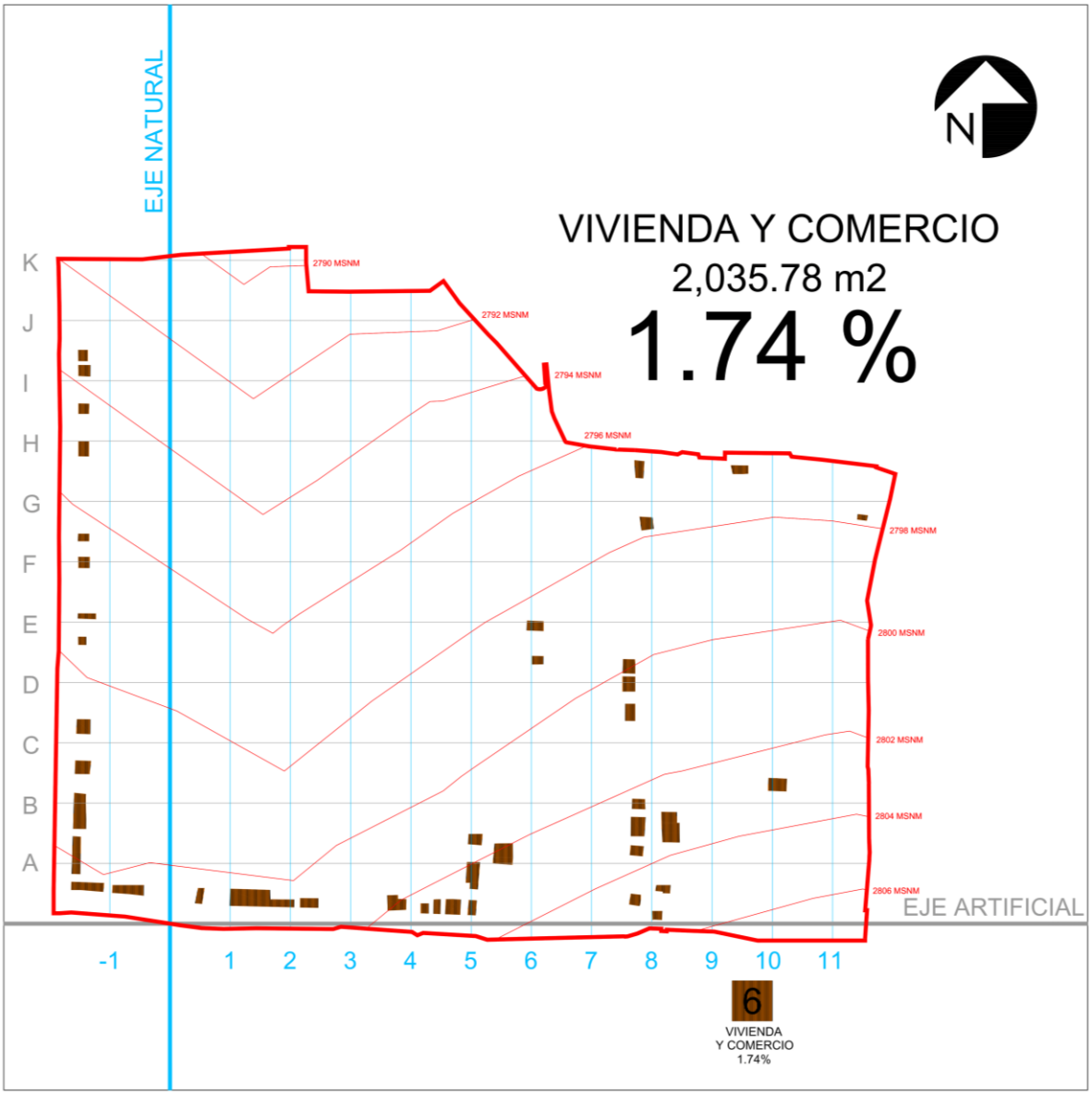


Imagen 130- Uso del Suelo "Vivienda y Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

La categoría de Vivienda y Comercio conserva la misma superficie diagnosticada, sólo que ahora, con la Revitalización del Río, se da pauta a que las viviendas colindantes al caudal del Río puedan abrir una nueva fachada, tanto al andador propuesto como a la ciclovía y convertir su uso del suelo habitacional a un uso mixto (vivienda y comercio).

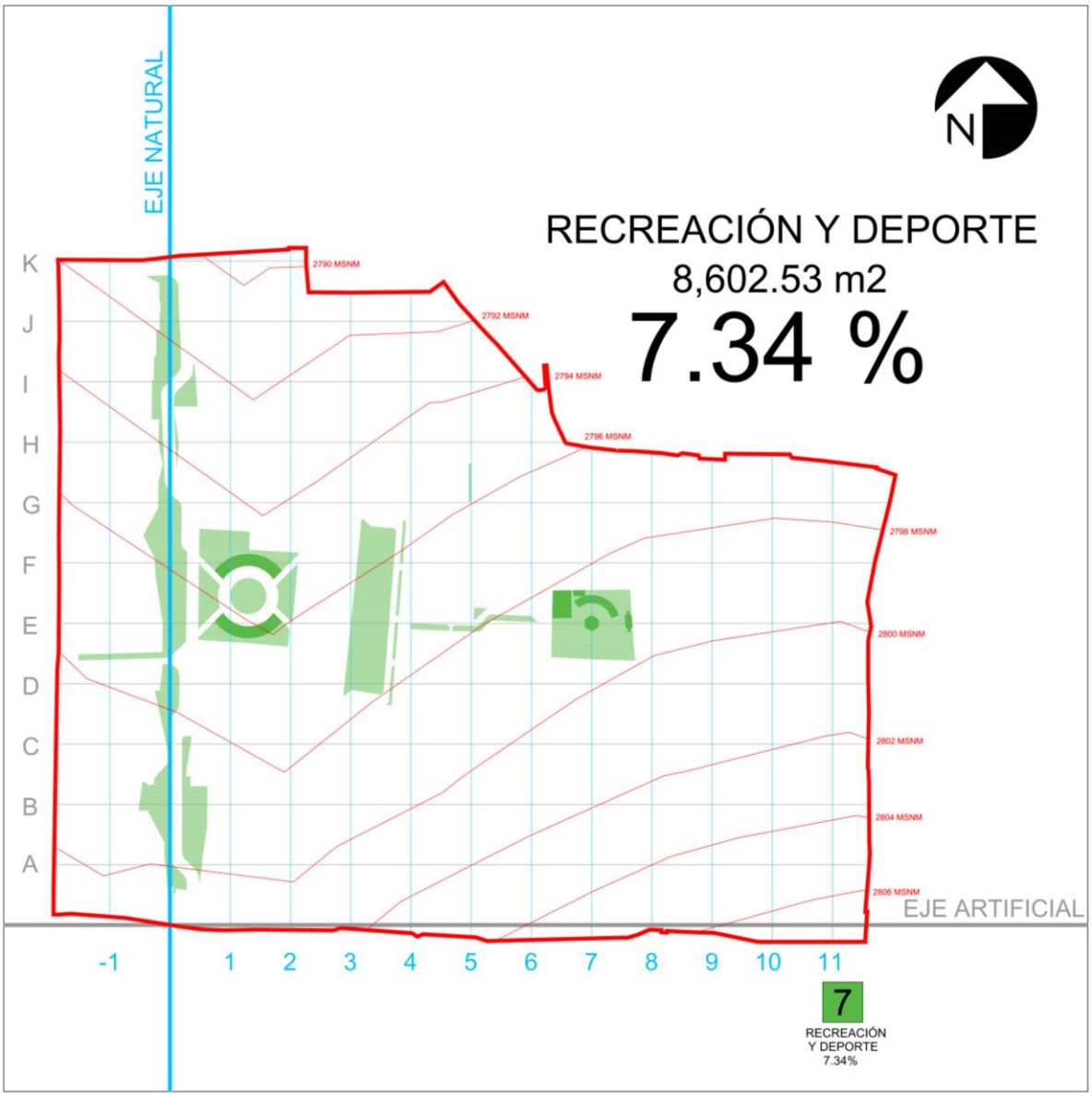


Imagen 131- Uso del Suelo "Recreación y Deporte". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El Uso del Suelo de Recreación y Deporte, aumentó en un 6.16% (7,224.90 m2), al pasar de tener un 1.18% (1,377.63 m2) a un 7.34% (8,602.53 m2) en el territorio, fomentando así espacios recreativos y deportivos, donde los habitantes puedan caminar, trotar o correr a un lado del río (Eje Norte-Sur) y a través del equipamiento existente (Eje Oriente-Poniente).

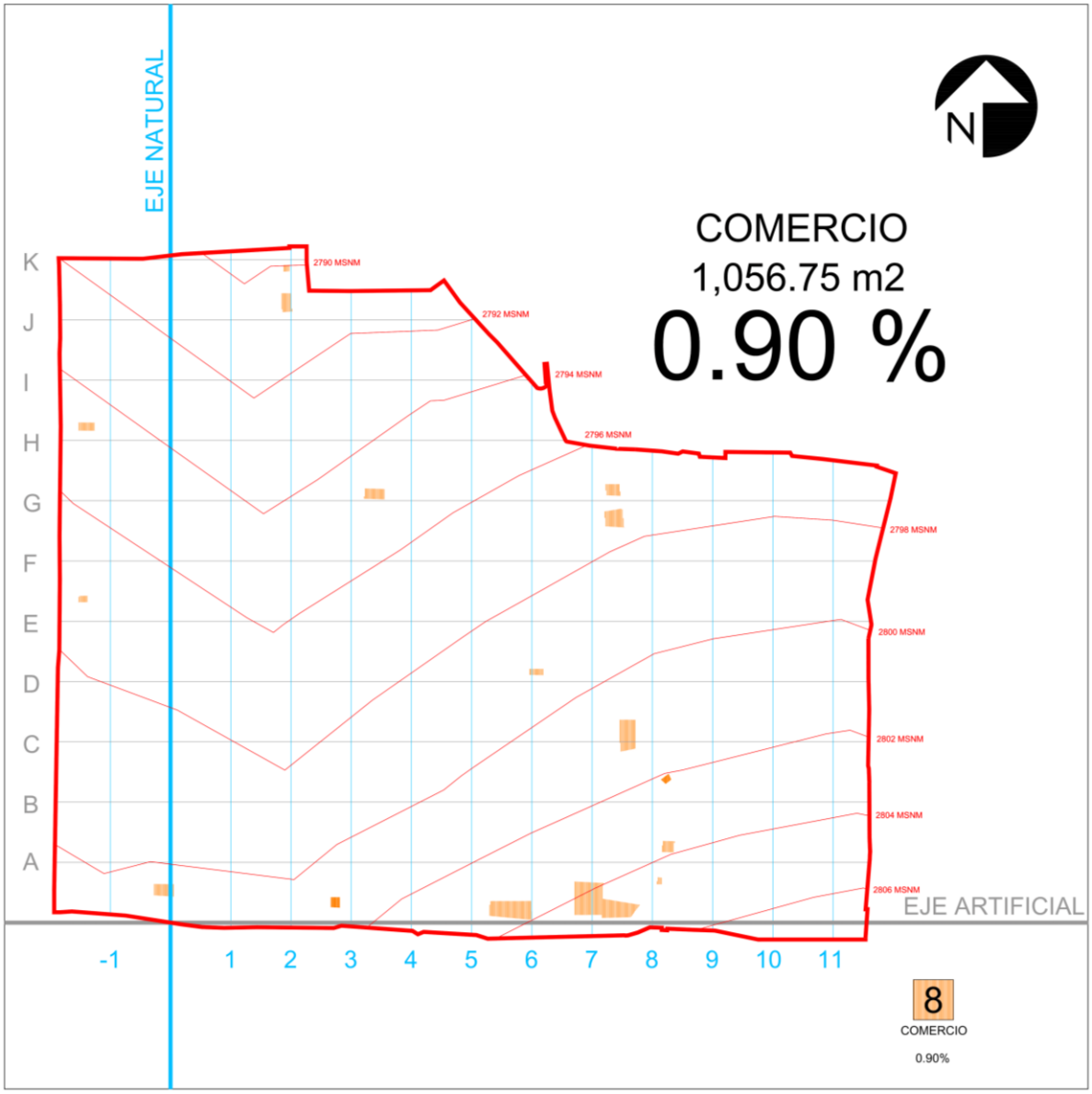


Imagen 132- Uso del Suelo "Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

La categoría de comercio conserva la misma área (1,056.75 m2), pero ahora se abre la posibilidad de expandir el sector, a través del sistema de andadores existentes y habilitados en esta propuesta de mejoramiento (ver imagen 126), para complementar el programa de actividades recreativas y culturales con actividades comerciales.

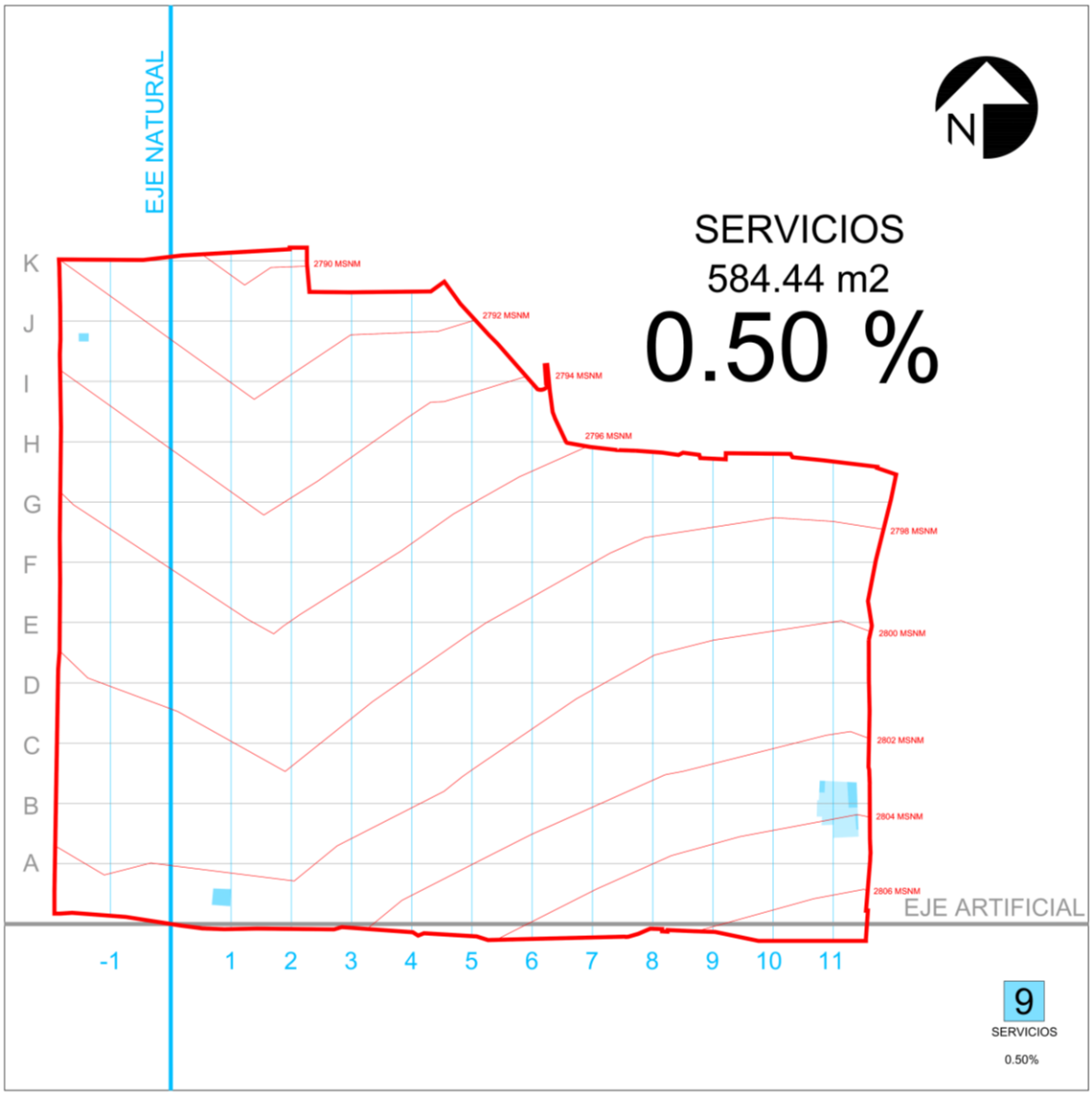


Imagen 133- Uso del Suelo "Servicios". Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El sector de servicios mantiene la misma área de ocupación superficial (584.44 m2), pero como se ha indicado en el capítulo III, es necesario realizar un estudio específico de este sector, para corroborar que cumpla con las necesidades de la población. En caso de no ser así, el desarrollo de los proyectos queda abierto como una continuidad de esta propuesta.

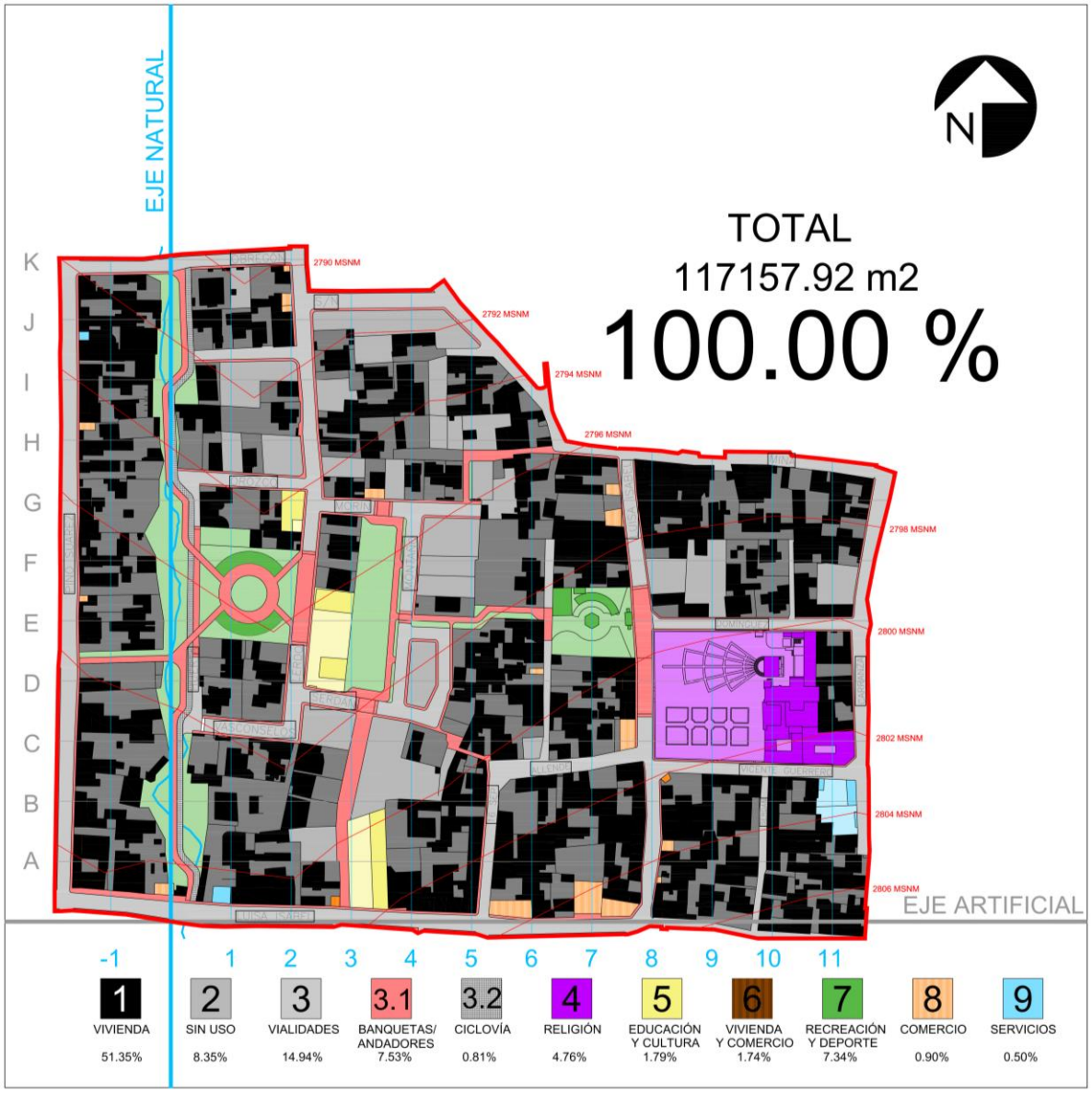


Imagen 134- Total de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

El presente mapa, sintetiza los Usos del Suelo descritos previamente, con un total de 117,157.92 metros cuadrados analizados, donde se priorizan los espacios públicos, recreativos y culturales, para mejorar las condiciones de habitabilidad de la población, además de la creación de circuitos peatonales y de la incorporación de una ciclovía al territorio.

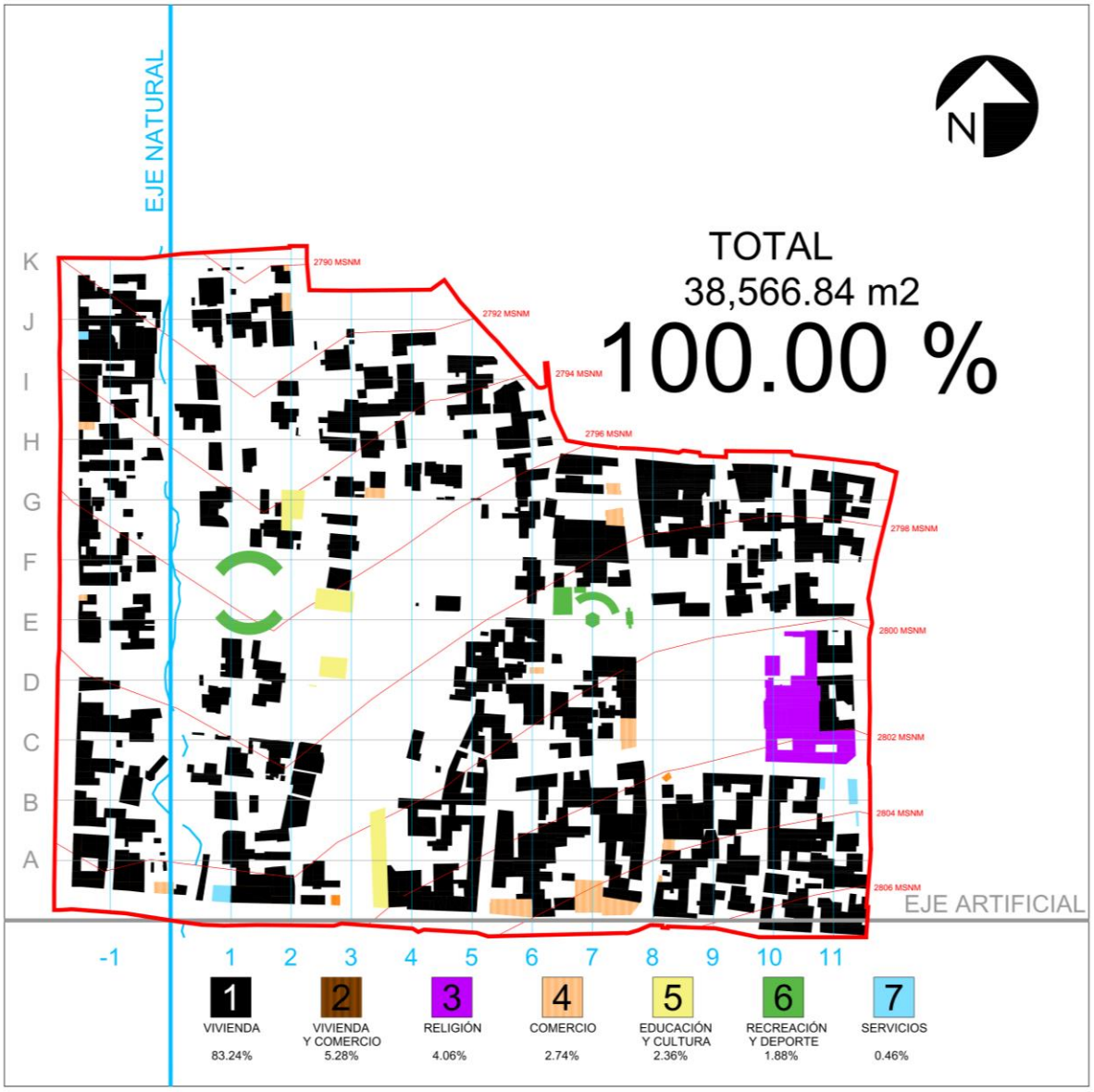
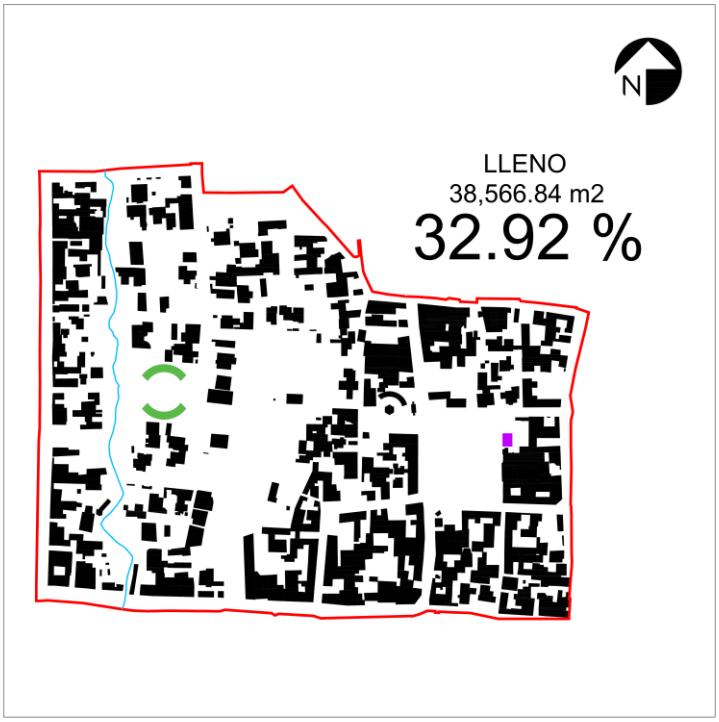


Imagen 135- Total Edificado en el Territorio. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

En cuanto a lo edificado, únicamente aumenta 486.64 metros cuadrados, destinados a la construcción de dos proyectos: 75.00 m2 a la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz (10-C) y 411.64 m2 al Centro Cultural (1-E). Con respecto a la cifra de edificación existente (38,224.43 m2), sólo aumentó 342.42 m2, debido a que los 144.23 m2 restantes, corresponden al área edificada que es necesario indemnizar en el territorio.

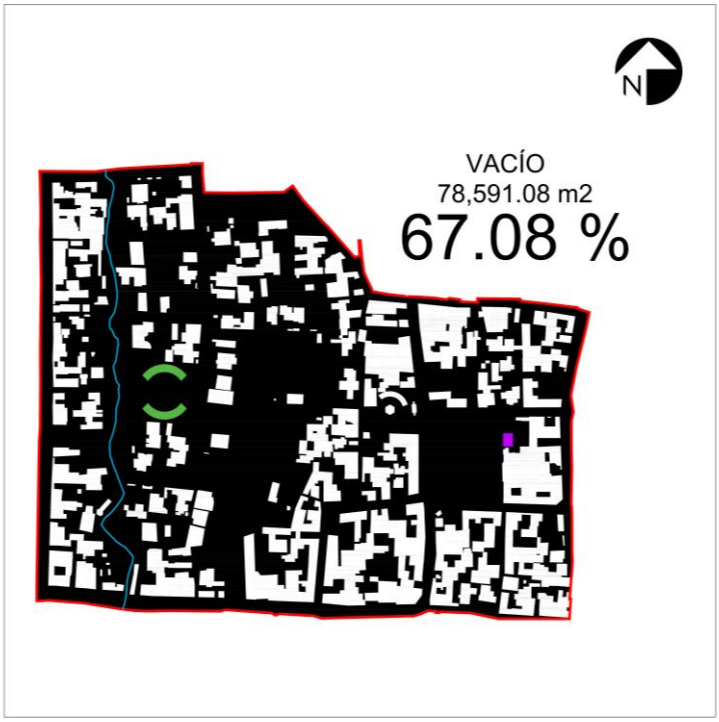
Imagen 136- Plano Nolli Propuesto. Fuente: Elaboración propia. enero 2020.

Se observa la relación de los espacios llenos (edificados) y vacíos (no edificados) en el polígono de intervención, así como la traza urbana. En el estado actual, lo construido ocupa un 32.63% (38,224.43 m2) del territorio, mientras que en esta propuesta un 32.92% (ver imagen 137 con 38,566.84 m2), debido a que en su mayoría se proponen espacios abiertos recreativos.



Con respecto a lo edificado, únicamente aumenta en el área marcada de color verde con 411.64 m2 (para el Centro Cultural) y de color morado con 75.00 m2 (para la Capilla Abierta), dando un total de 486.64 m2.

Imagen 137- Actualización del espacio lleno en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.



En esta propuesta de mejora se aprovecharon 12,333.37 m2 (que antes no estaban destinados a ningún uso y ahora son para espacios públicos y recreativos). El espacio vacío sólo disminuyó sólo un 0.29% (342.41 m2), ya que la mayoría de los espacios propuestos son abiertos.

Imagen 138- Actualización del espacio vacío en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO URBANO-ARQUITECTÓNICO

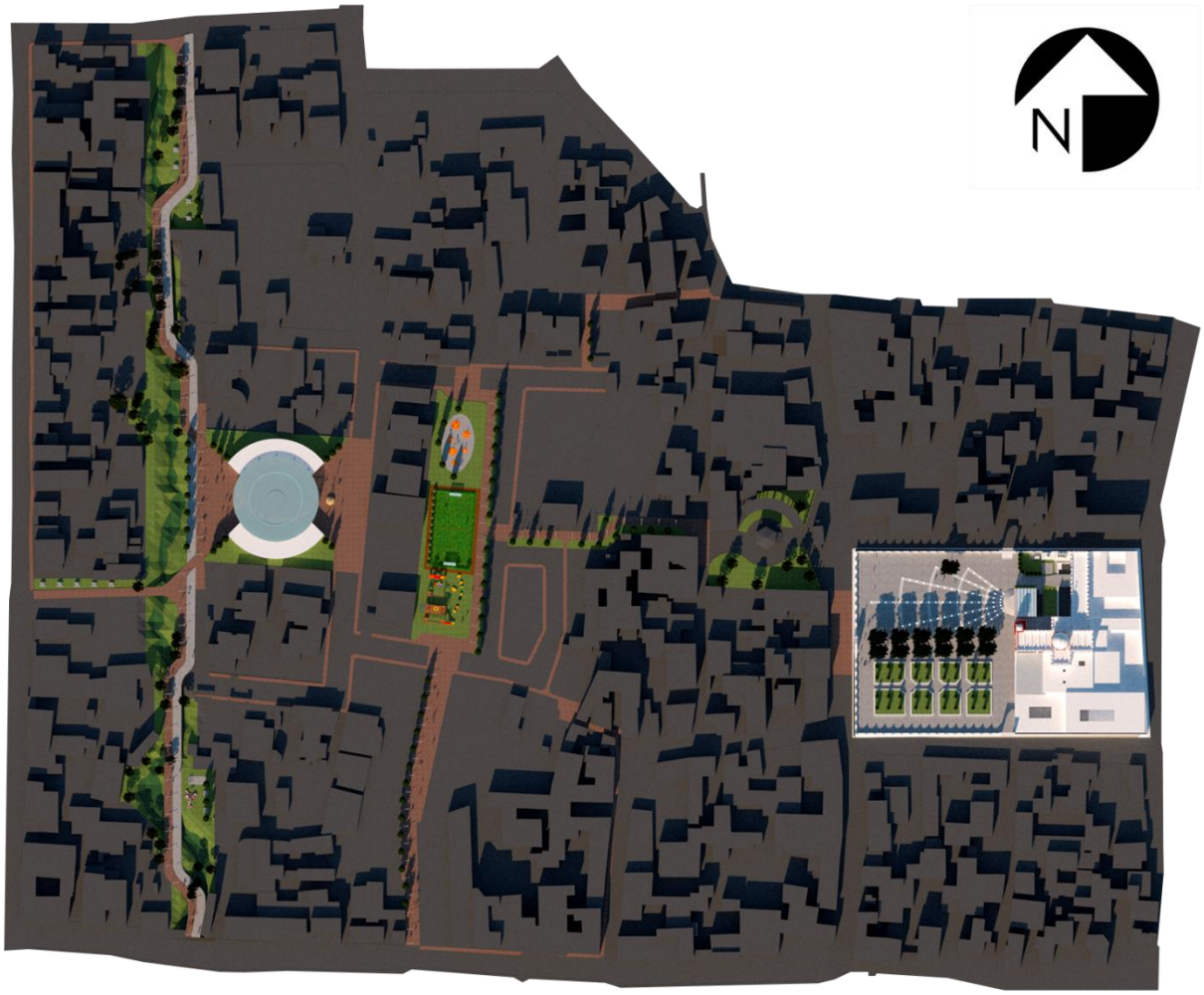


Imagen 139- Síntesis de Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

La imagen 139 muestra las principales áreas de intervención que se consideraron en este proyecto, revitalizando el río que fluye por la comunidad, conectando los sectores por medio de andadores, dotando a la población de espacios recreativos como el centro cultural y el área deportiva y solventando el deterioro del actual escenario en el Templo de Santa Elena de la Cruz, por medio del diseño de la Capilla Abierta.

ACCESO SUR DESDE VIALIDAD LUISA ISABEL 2° SECCIÓN

Imagen 140- Acceso Sur desde Vialidad Luisa Isabel Campos de Jiménez Cantú Segunda Sección. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO NORTE DESDE CALLE ÁLVARO OBREGÓN

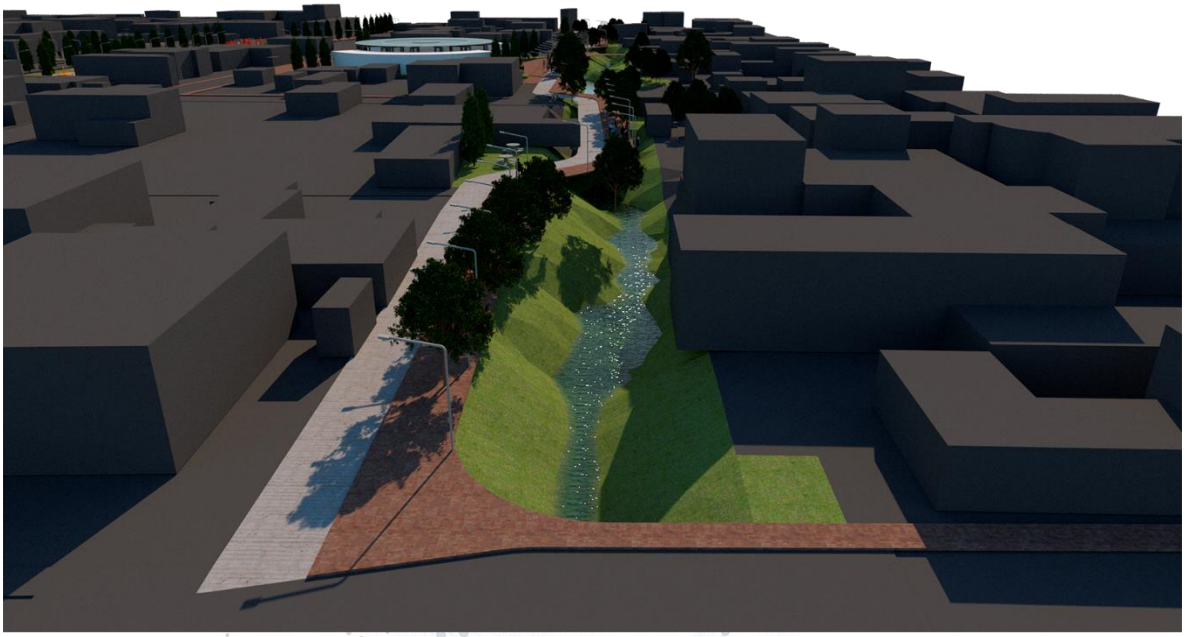


Imagen 141- Acceso Norte desde calle Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 142- Vista de Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 143- Vista de Andador hacia Acceso Poniente de Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

VISTA AÉREA DE RÍO, ANDADOR Y CICLOVÍA

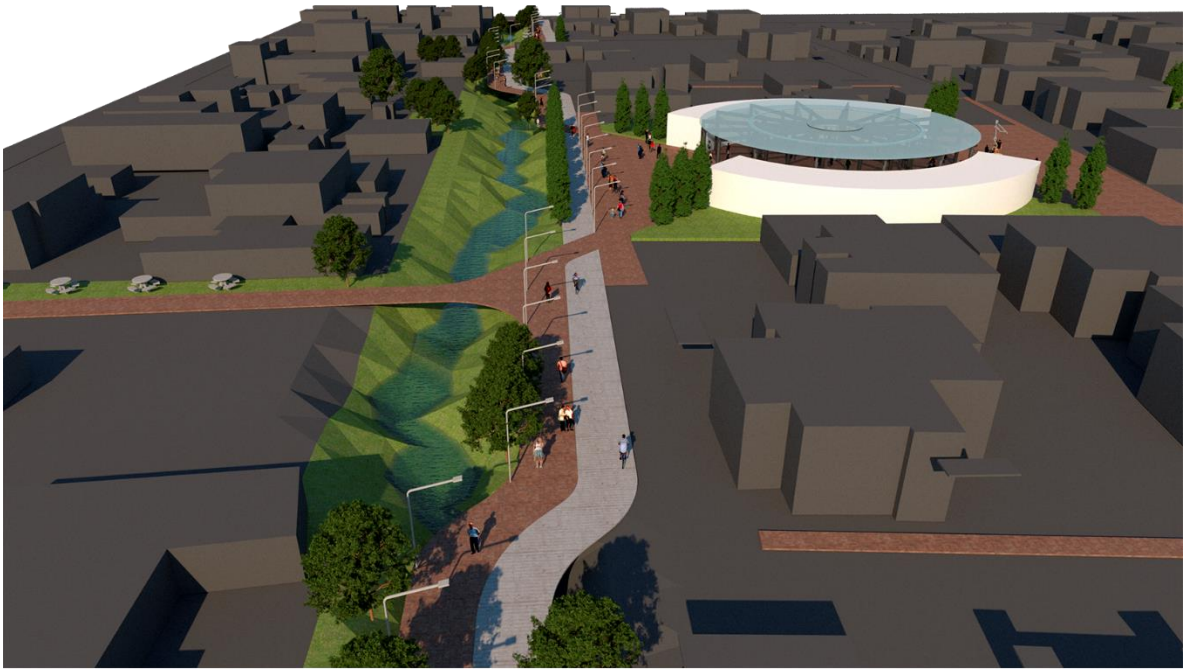


Imagen 144- Vista Aérea de Río, Andador y Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

VISTA DE ÁREA DEPORTIVA-RECREATIVA

Imagen 145- Vista de Área Deportiva-Recreativa. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 146- Detalle de Andador. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

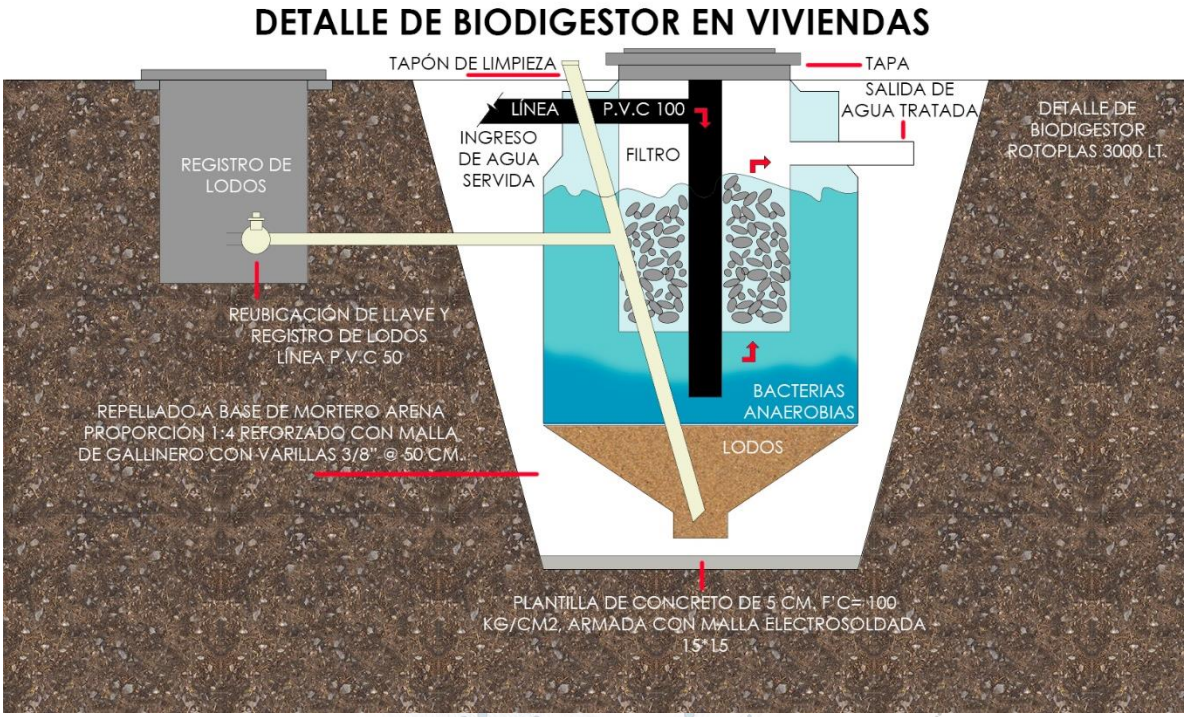


Imagen 147- Detalle de Biodigestor en Viviendas. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO ORIENTE A CENTRO CULTURAL

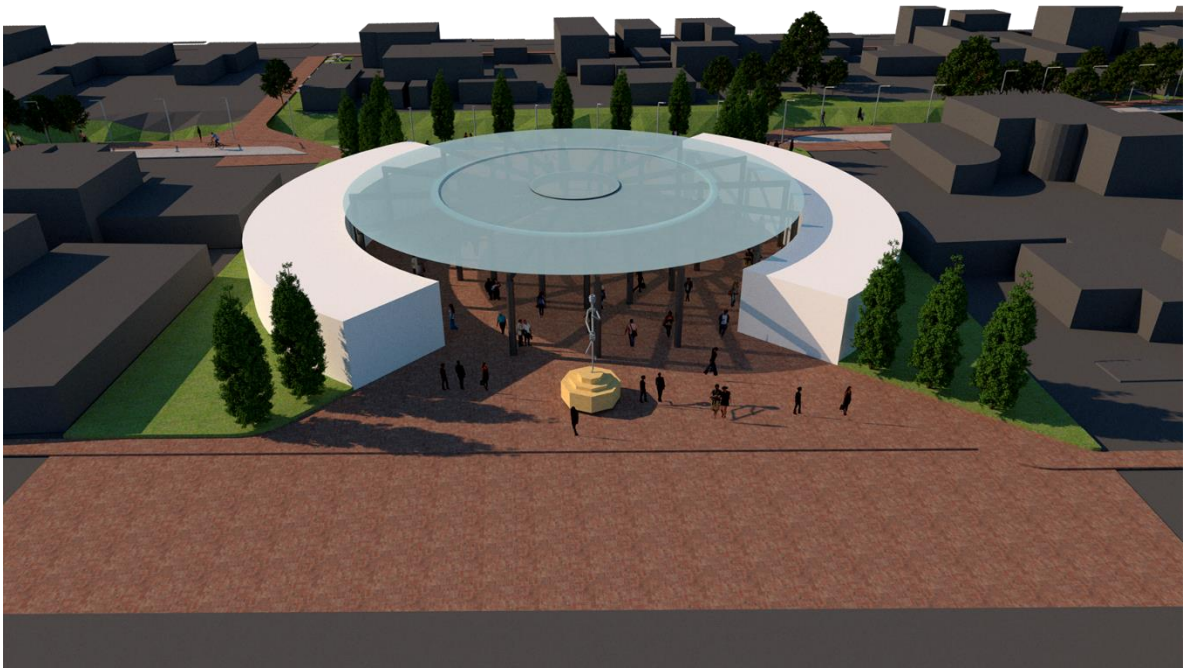


Imagen 148- Vista de Acceso Oriente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

ACCESO PONIENTE A CENTRO CULTURAL

Imagen 149- Vista de Acceso Poniente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

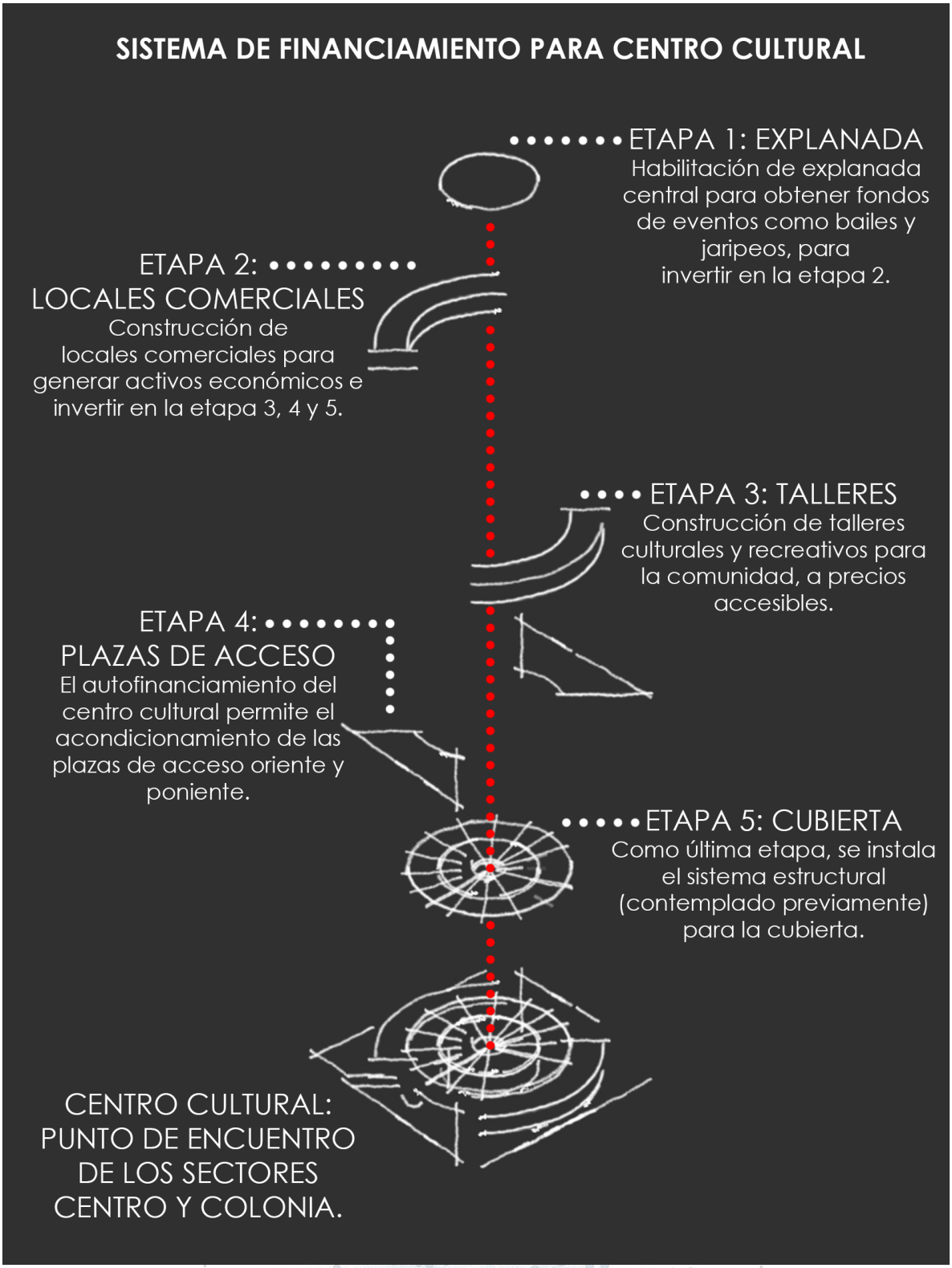


Imagen 150- Sistema de Financiamiento para Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

PROYECTO CAPILLA ABIERTA:

Una vez establecida la propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico, en este apartado se desarrolla uno de los puntos de intervención descritos previamente: la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz (sus antecedentes, el análisis del estado actual y la propuesta arquitectónica, estructural y de instalaciones de la Capilla).

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de conectar la propuesta de mejoramiento con las costumbres y tradiciones de la comunidad. Durante la investigación, se detectó que la plataforma (a manera de Capilla Abierta) ubicada al Norte del Templo, se encuentra deteriorada, por lo que se retomó esta necesidad como origen del proyecto.

En la imagen 151, se puede observar parte del deterioro que presenta el escenario (en el escalón número 3 y 4), así como el uso que se le da al espacio en la fiesta patronal de agosto, cuando las personas se acercan a venerar la imagen de Santa Elena de la Cruz.

En esta caracterización del espacio, cabe destacar elementos como: la lona de plástico amarilla con franjas verdes, el telón rojo con blanco en el fondo del escenario, los signos expuestos, el mobiliario, los arreglos florales y la alfombra en los escalones, donde cada uno tiene un papel importante y es necesario integrar en la Capilla Abierta.

El Templo de Santa Elena de la Cruz, es el mayor punto de encuentro de la localidad, por la afluencia de personas que recibe los fines de semana y en las fiestas patronales de la comunidad, por este motivo su incorporación en esta propuesta de mejoramiento es un punto clave.

Imagen 151- Festividades de agosto en el escenario del Templo de Santa Elena de la Cruz.
Fuente: Archivo personal, tomada el 19 de agosto de 2019.

Como parte de los antecedentes del Templo de Santa Elena de la Cruz, en la imagen 152 se aprecia la vista exterior del templo a mediados del siglo XVIII. Posteriormente, se llevaron a cabo trabajos de reconstrucción y ampliación del Templo, los cuales iniciaron formalmente el 7 de enero de 1930 y se finalizaron el 25 de febrero de 1935.[77]

Imagen 152- Exterior del Templo a mediados del siglo XVIII. Fuente: Palma, A. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.164.

Se observa la volumetría general del templo, así como los 3 elementos principales que estructuran la fachada: la torre del campanario (al norte), el acceso al templo (orientado al poniente) y el volumen contiguo (al sur). Estos elementos se han conservado con el paso del tiempo, confiriendo de una edificación con alto valor patrimonial a la comunidad de Santa Cruz.

[77] Ángel Palma, *op. cit*., pág. 165 y 168.

El conjunto arquitectónico se ha edificado en 5 etapas: la nave principal (data de inicios del siglo XVIII), la sacristía (tercera década del siglo XX), la casa cural (mediados del siglo XX), la ampliación norte (finales del siglo XX) y la casa de evangelización (inicios del siglo XXI), por lo que esta intervención arquitectónica sería la sexta etapa en el conjunto (ver imagen 153).

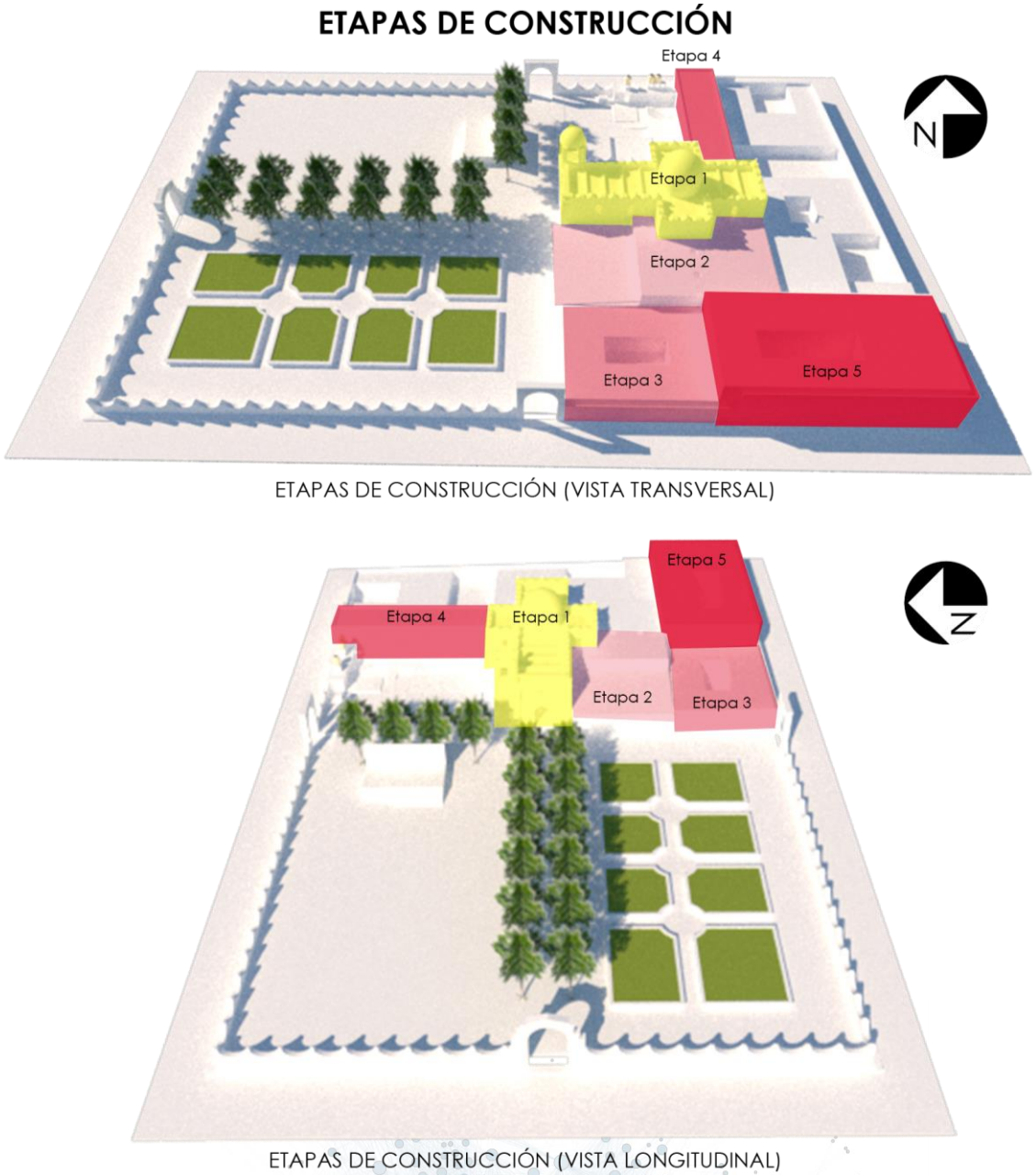
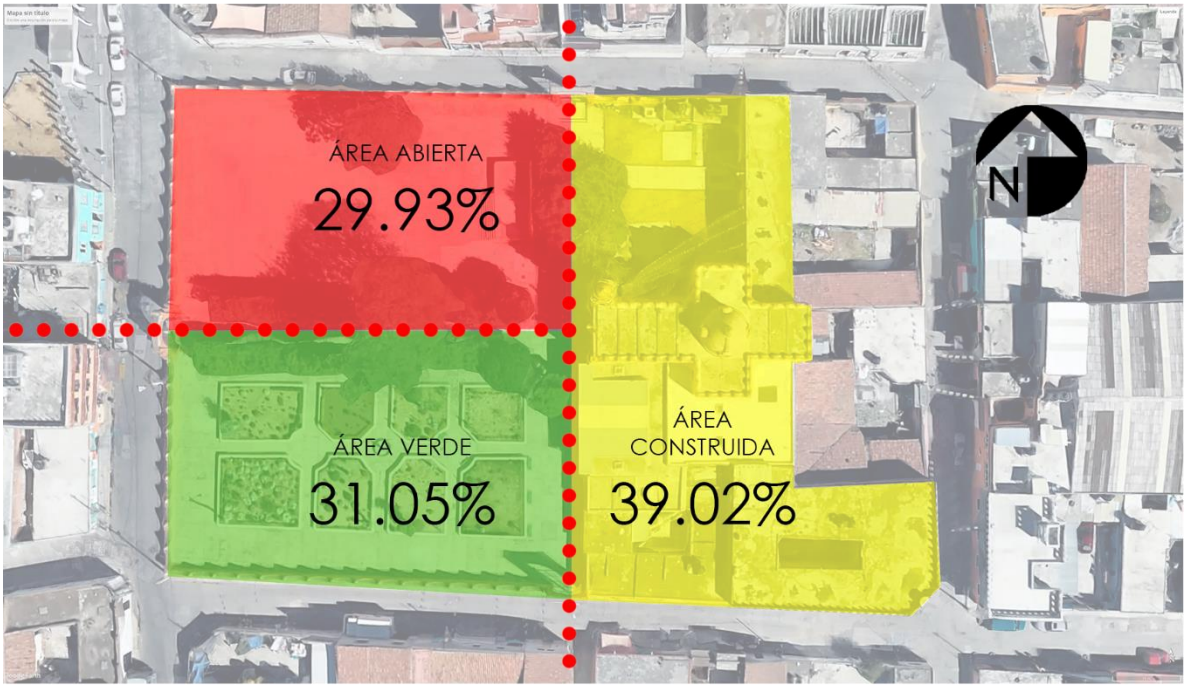


Imagen 153- Etapas de Construcción del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

SECTORES DEL CONJUNTO



ÁREA CONSTRUIDA= 2,177.71 m2
ÁREA VERDE= 1,733.12 m2
ÁREA ABIERTA= 1,670.79 m2
ÁREA TOTAL= 5,581.62 m2

De estos 3 sectores, el que corresponde al área construida es el que ocupa en mayor proporción la superficie del predio.

ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO EN CEREMONIA LITÚRGICA

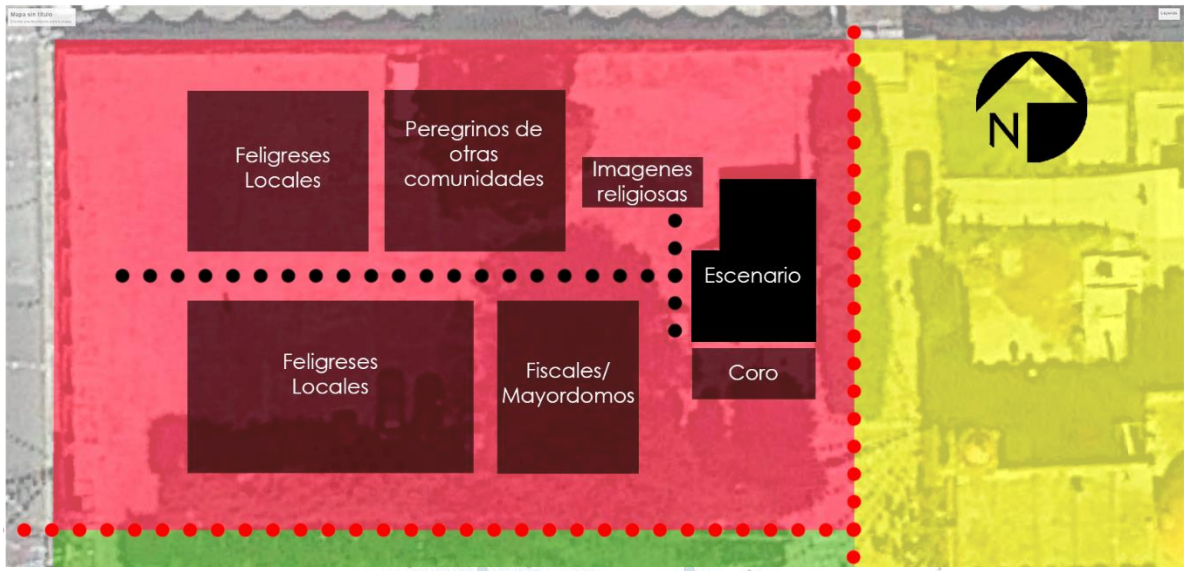


Imagen 154- Sectores del Conjunto Religioso y Organización del Espacio en Ceremonia Litúrgica. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

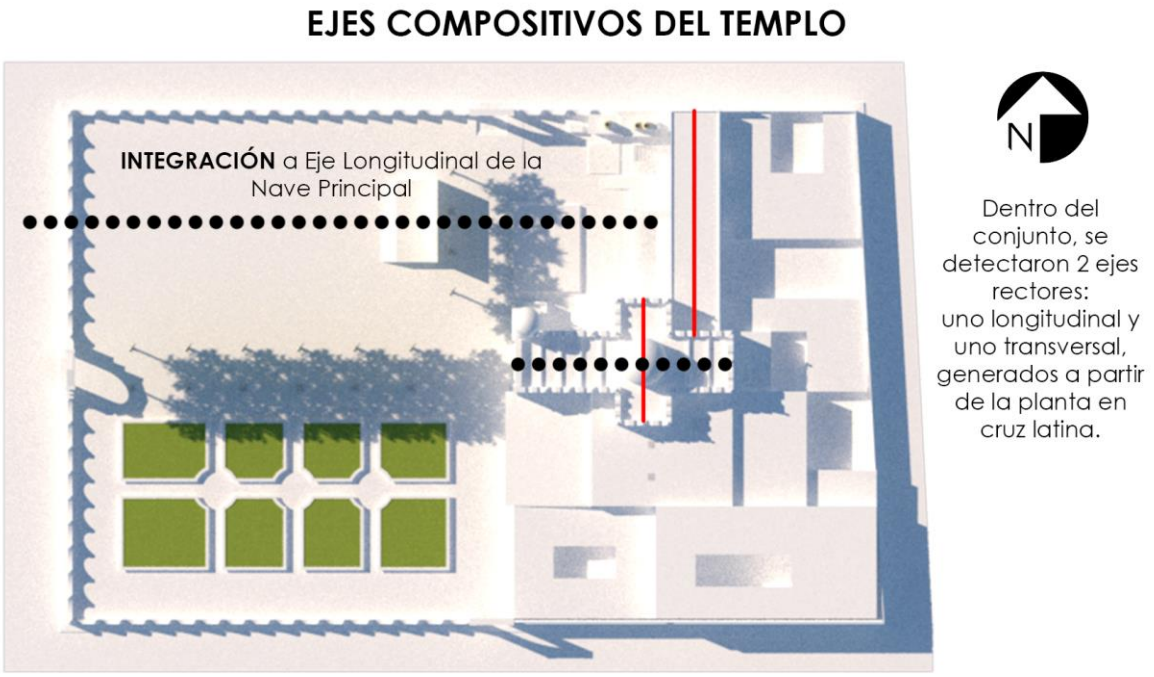


Imagen 155- Ejes compositivos del Templo Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

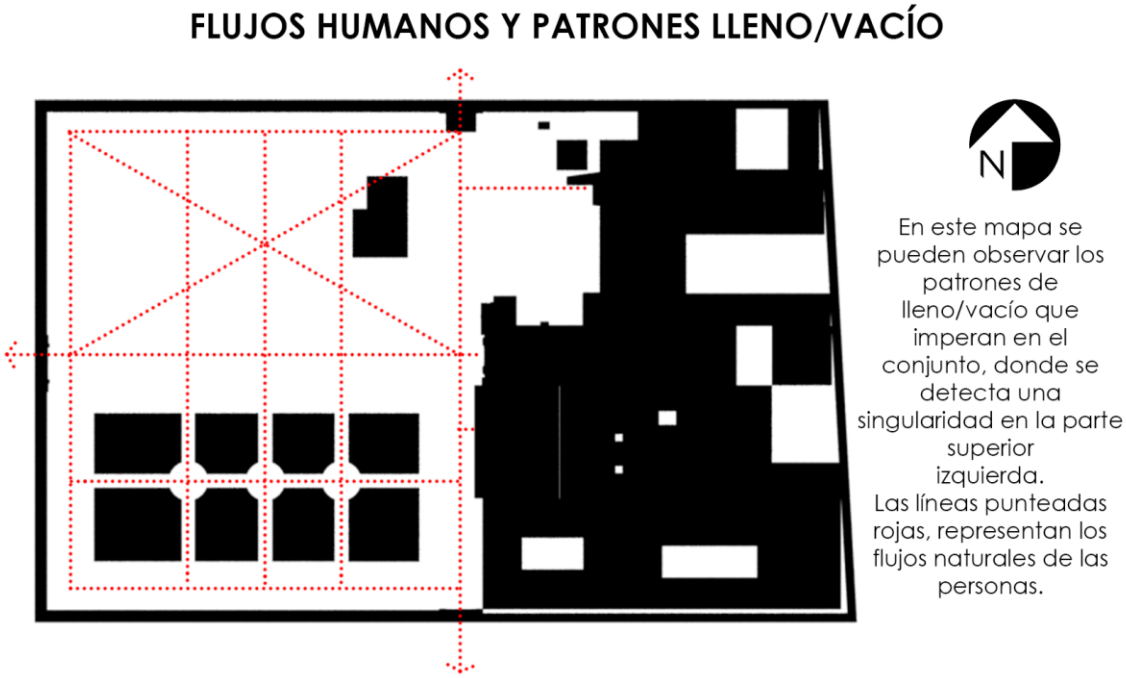


Imagen 156- Flujos humanos y patrones lleno/vacío. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

DENSIDAD ESPACIO-TEMPORAL
"Mismo espacio, diferente tiempo"

Imagen 157- Analogías de la Densidad Espacio-Temporal. Moscú: https://ru-travel.livejournal.com/17160697.html
Tlatelolco: https://homesecurity.press/quotes/mexico-city-earthquake-1985-before.html
Santa Cruz Cuahutenco: Google Maps, octubre de 2018

El presente gráfico ayuda a explicar el concepto de densidad espacio-temporal en este proyecto, ya que como sucede en cada uno de los casos de estudio, el mismo espacio se ocupa de diversas maneras, por lo que adquiere la cualidad de flexibilidad. Bajo esta misma noción, es como se concibe la Capilla Abierta para Santa Cruz Cuahutenco, como un espacio que permita la flexibilidad de usos (no solo litúrgicos, sino también culturales), para la construcción de microhistorias en la población.

EJEMPLOS ANÁLOGOS DE CAPILLA ABIERTA

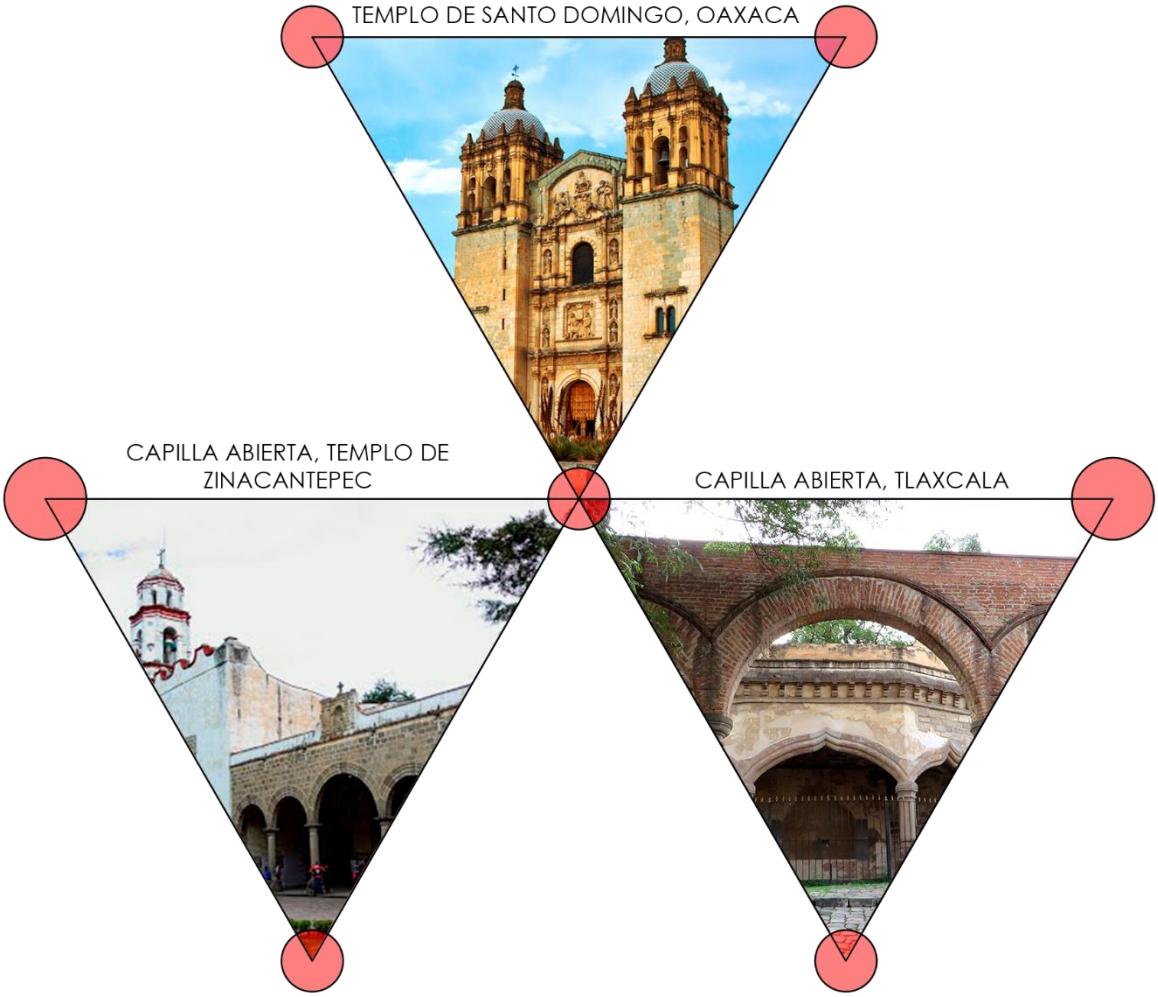


Imagen 158- Referentes históricos de Capilla Abierta. Fuente de imágenes base: Zinacantepec: https://www.turimexico.com/convento-de-san-miguel-zinacantepec/
Oaxaca: https://www.viveoaxaca.org/2010/11/templo-de-santo-domingo-de-guzman_29.html
Tlaxcala: http://zacatelcoradio.com/wp/tlaxcalleando-experiencia-sensitiva-vivela-este-viernes-17-de-marzo/

En cada uno de estos proyectos, la Capilla Abierta se caracteriza por una seriación longitudinal de arcos, por lo que estos elementos serán retomados en el diseño de la Capilla Abierta en Santa Cruz Cuahutenco. Es importante destacar la función primigenia de la Capilla abierta, como medio de evangelización de los indígenas después de la conquista, para reflexionarlo en la tercera década de siglo XXI y ajustarlo a las nuevas necesidades de la población, como lo es la conexión espiritual.

Aún después de más de 250 años, la fachada del templo conserva los mismos 3 elementos, como se muestra en la imagen 159, por lo que, en el proceso de diseño de la Capilla Abierta, estos volúmenes determinan los ejes compositivos del proyecto, en cuanto a la forma, la alineación y la altura de la Capilla.

Imagen 159- Estado actual del templo de Santa Elena. Fuente: Archivo personal, 3 de septiembre de 2019.

En la siguiente página, se explica gráficamente el desarrollo del proceso de diseño que se llevó acabo, iniciando con un esquema del estado actual del templo, para posteriormente determinar los ejes del conjunto que condicionan la nueva propuesta Arquitectónica (como la altura delimitada por la cornisa superior de la torre del campanario).

Así como el sacerdote lleva a cabo el rito de fraccionar el pan en la celebración litúrgica, es este proyecto ese mismo símbolo es trasladado a la Arquitectura a través de una seriación de planos, que representan la fracción de la forma. A cada plano se le extrae media circunferencia, para desplegarse 90° y convertirse en los escalones de la Capilla Abierta, que conducen la transición del ser humano para llegar con Dios.

La sencillez volumétrica permite una integración natural al conjunto Arquitectónico, como se observa en el primer esquema de la siguiente página, donde se integra visualmente la cúpula del crucero del templo al centro de la Capilla Abierta, haciendo que el volumen posterior sea una parte destacable de la nueva edificación.

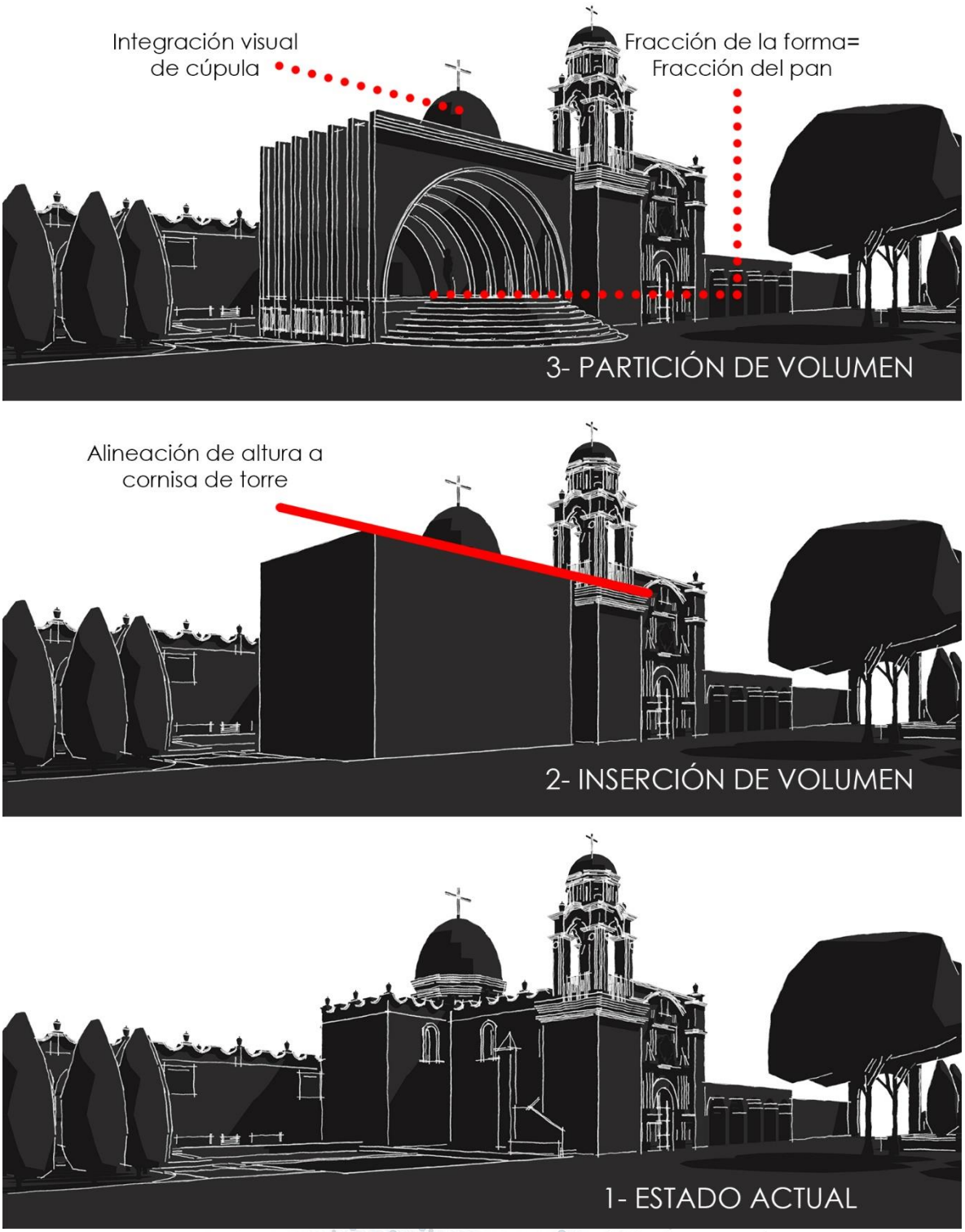


Imagen 160- Proceso de Diseño de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

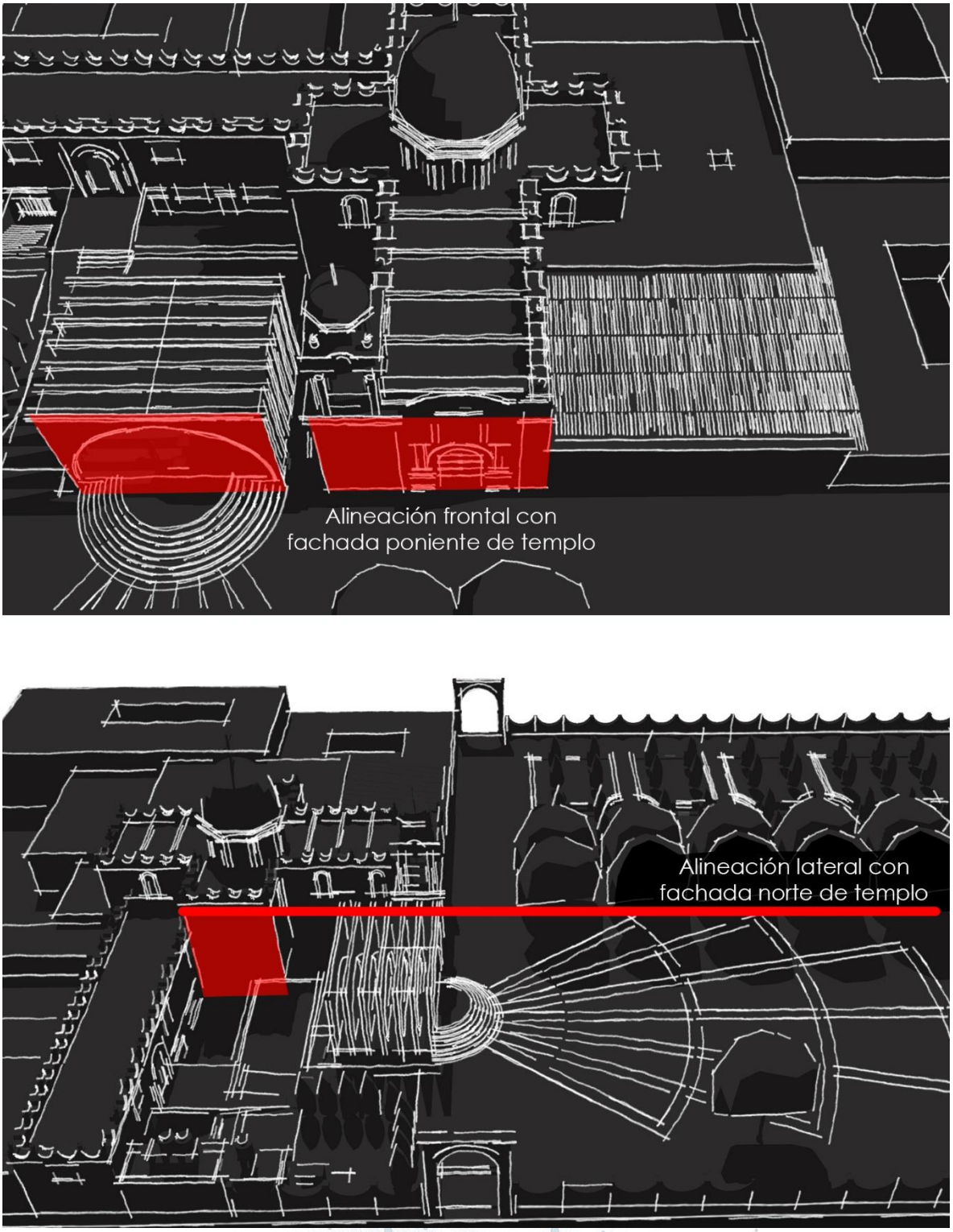


Imagen 161- Alineación frontal y lateral a Templo existente. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

La fracción de la forma en 7 partes hace referencia al simbolismo que tiene el número 7 en el ámbito religioso, como símbolo de *perfección y plenitud*. Bajo este mismo significado, es como se emplean formas puras, como en el caso del círculo, el cual alude a la pureza de la hostia.

Al fraccionar el volumen en 7 planos, se generan 6 vanos de cada lado, en los cuales serán colocados 12 vitrales de los 12 apóstoles de Jesús de Nazaret. El vitral de Jesús será colocado al centro de la Capilla Abierta, como signo de haber finalizado la transición de los 7 planos.

La mitad superior del vitral de Jesús está destinada a iluminar el escenario de la Capilla Abierta y la mitad inferior, tiene la función de iluminar las criptas que se encuentran debajo (las cuales se implementaron ante una necesidad espacial en el panteón de la comunidad).

En cuanto a un aporte tecnológico, se propone que la iluminación nocturna de la Capilla esté regulada lumínicamente según la época litúrgica del año, por lo que por temporadas estará iluminada de color blanco, rojo, verde o morado, conforme la celebración respectiva.

Como una segunda etapa de construcción del proyecto, se plantea un cambio del tratamiento de piso del atrio, en forma radial al centro de la Capilla, que por las noches esté iluminado. Cuando los feligreses realicen humildemente el acto de arrodillarse en la consagración del pan, estarán en contacto con este nuevo tratamiento de piso en forma de resplandor, como símbolo de la conexión con Dios, con la naturaleza, con todo.

Como una tercera etapa de construcción, se propone la intervención en los arcos de la actual sacristía, para homogenizarlos con la cantera propuesta en el primer muro de la Capilla y la existente de la fachada del templo, para crear una continuidad en el entorno.

Imagen 162- Lámina Conceptual de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 163- Vista Poniente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 164- Vista Oriente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 165- Vista hacia Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

Imagen 166- Vista desde Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL CAPILLA ABIERTA:

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN TRABE DE 10 M (MOMENTO NEGATIVO)

h=d+r	45	cm	M=WL2/12	Negativo	Apoyos	1613918
b=	25	cm	M=WL2/24	Positivo	Centro	806959
d=	42	cm				
f'c=	250	kg/cm2				
fy=	4200	kg/cm2				
fr=	0.9	Flexión				
mr=	1613918	kg.cm	(Ver diagrama de Flexión Momento Negativo)			
f*c=	0.8	f'c=	200 kg/cm2			
f''c=	0.85	f*c=	170 kg/cm2			
Av=	0.71	cm2				
Fy=	4200	kg/cm2				

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,d f_c''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_c''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R F y^2}}$$

13718303000

As=	42.50	-	1806.25	-	864.09	15876000

As=	42.50	-	RAÍZ	942.16

As=	42.50	-	30.69

As=	11.805	cm

ARMADO

	No. De Varilla	Varilla #6	As	% Acero
A. Sup. (M. Negativo)	4.00	2.87	11.48	0.0112
A. Inf. (M. Positivo)	2.00	2.87	5.74	0.0112

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_c'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	25	42
			4200			

Asmin=	0.7		15.81	1050
		4200		

Asmin=	2.77	cm	Pmin=	0.0026	1.19	cm

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right) bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	25	42
		4200	10200		

Asmáx=	0.75	0.04	0.47

Asmáx=	15.00	cm

DIAGRAMA DE FLEXIÓN CALCULADO EN SAP 2000 CON TRABE DE 0.25 X 0.45 M.

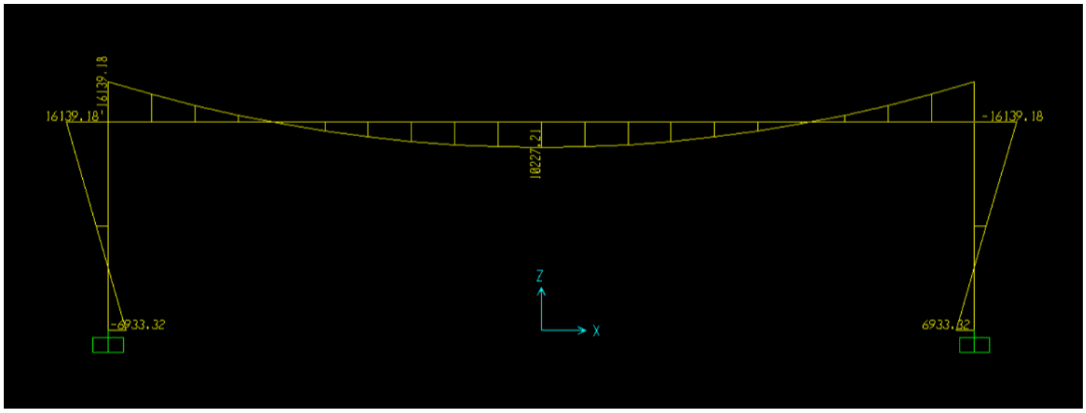


DIAGRAMA DE CORTANTE CALCULADO EN SAP 2000 CON TRABE DE 0.25 X 0.45 M.

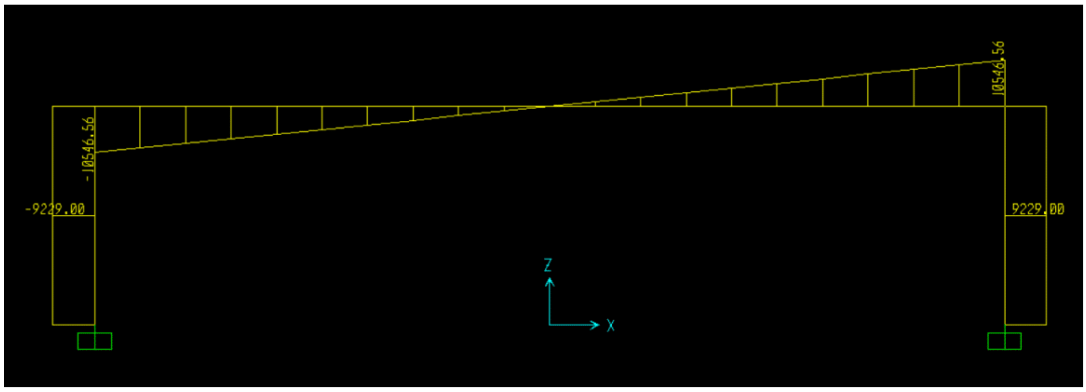
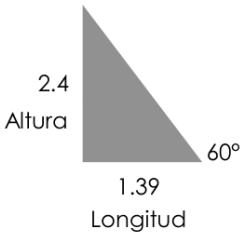


DIAGRAMA DE FLEXIÓN EN MURO DE CONTENCIÓN



Área=	1.668	m2
Volúmen=	1.668	m3
Peso=	2.8356	Ton
Palanca=	0.8	m
Peso Total=	2.26848	Ton.m

ANÁLISIS POR METRO LINEAL DE CARGAS EN LOSA DE ENTREPISO

Peso propio de trabe	0.25 x 0.45 x 2400 =	270	kg/ml	
Losa	1.20 x 1.0 x 0.10 x 2400 =	288	kg/ml	
RDF	1.20 x 1.0 x 20 x 2 =	48	kg/ml	
Firme	1.20 x 1.0 x 0.03 x 1800 =	64.8	kg/ml	
Aplanado	1.20 x 1.0 x 0.02 x 1800 =	43.2	kg/ml	
Loseta	1.20 x 1.0 x 15 =	18	kg/ml	
Pega piso	1.20 x 1.0 x 15 =	18	kg/ml	
	Subtotal	750	kg/ml	CM
	Total	1125	kg/ml	Factor 1.5

350 x 1.20 =	420	kg/ml	CV
Total	714	kg/ml	Factor 1.7

1839	kg/ml	CM + CV

PESO TOTAL DE ENTREPISO

Peso propio de trabe	0.25x0.35x10x7x2400 =	14700	kg	
Losa	7.5 x 10 x 0.10 x 2400 =	18000	kg	
RDF	7.5 x 10 x 20 x 2 =	3000	kg	
Firme	7.5 x 10 x 0.03 x 1800 =	4050	kg	
Aplanado	7.5 x 10 x 0.02 x 1800 =	2700	kg	
Loseta	7.5 x 10 x 15 =	1125	kg	
Pega piso	7.5 x 10 x 15 =	1125	kg	
	Subtotal	44700	kg	CM
	Total	67050	kg	Factor 1.5

350 x 75 =	26250	kg	CV
Total	44625	kg	Factor 1.7

111675	kg	CM + CV

1489	kg/m2

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN TRABE DE 10 M (MOMENTO POSITIVO)

h=d+r	45	cm	
b=	25	cm	
d=	42	cm	
f'c=	250	kg/cm2	
fy=	4200	kg/cm2	
fr=	0.9		
mr=	1022721	kg.cm	(Ver diagrama de Flexión Momento Positivo)
f*c=	0.8	f'c=	200 kg/cm2
f"c=	0.85	f*c=	170 kg/cm2

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,df_C''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_C''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R Fy^2}}$$

8693128500

As=	42.50	-	1806.25	-	547.56	15876000
As=	42.50	-	RAÍZ	1258.69		
As=	42.50	-	35.48			
As=	7.022	cm				

ARMADO				
	No. De Varilla	Varilla # 5, 6	As	% Acero
Longitudinal	2	2.87	5.74	0.0067
Longitudinal	1	1.99	1.99	0.0007
			7.73	

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_C'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	25	42
			4200			
Asmin=	0.7			15.81	1050	
			4200			
Asmin=	2.77	cm				

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right)bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	25	42
		4200	10200		
Asmáx=	0.75	0.04	0.47		
Asmáx=	15.00	cm			

CÁLCULO DE FLEXIÓN Y ACERO EN MURO DE CONTENCIÓN 1.00 X 2.40 M

h=d+r	20	cm
b=	100	cm
d=	15	cm
f'c=	250	kg/cm2
fy=	4200	kg/cm2
fr=	0.9	
mr=	226848	kg.cm
f*c=	0.8	f'c=
f''c=	0.85	f*c=

(Ver diagrama de Flexión en Muro de Contención)
200 kg/cm2
170 kg/cm2

CUANTÍA DE ACERO

$$A_s = \frac{b\,d f_C''}{Fy} - \sqrt{\left(\frac{bdf_C''}{F_y}\right)^2 - \frac{2bf_c''M_R}{F_R Fy^2}}$$

7712832000

As=	60.71	-	3686.22	-	485.82	15876000

As=	60.71	-	RAÍZ	3200.41

As=	60.71	-	56.57

As=	4.142	cm

ARMADO

	Separación	# Varillas	Varilla #4	As	% Acero
Vertical	25.00	4.00	1.27	5.08	0.0028
Horizontal	25.00	4.00	1.27	5.08	0.0028

ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7\sqrt{f_C'}}{F_y} bd$$

Asmin=	0.7		RAÍZ	250	100	15
			4200			

Asmin=	0.7			15.81	1500
			4200		

Asmin=	3.95	cm

ACERO MÁXIMO

$$A_s m_a x = 0.75\left(\frac{f''c}{fy}\frac{4800}{f_y + 6000}\right) bd$$

Asmáx=	0.75	170	4800	100	15
		4200	10200		

Asmáx=	0.75	0.04	0.47

Asmáx=	21.43	cm

REVISIÓN POR CORTANTE EN TRABE PRINCIPAL

Vu=	9195	kg (Cortante actuante)

Condición para la separación de los estribos no mayor a 0.25d $1.5*fr*bd\sqrt{f*c}$

Lim. de V=	17819.09	kg (Condición de limitante para cortante)

Cortante resistente de la sección de concreto cuando P<0.015 $Frbd(0.2+20p)\sqrt{f*c}$

Vcr=	5047.13	kg (Cortante resistente por la sección de concreto)

Caso 1: Si Vu>Vcr pero Vu < Lim. V la separación no debe ser mayor a la mitad del peralte

Caso 2: Si Vu>Lim V la separación no debe ser mayor de 1/4 del peralte

Para este caso la separación de los estribos no debe ser mayor a 21.5 cm

Separación de estribos= $Fr*AvFyd/(Vu-Vcr)$

24.16

Conclusión:

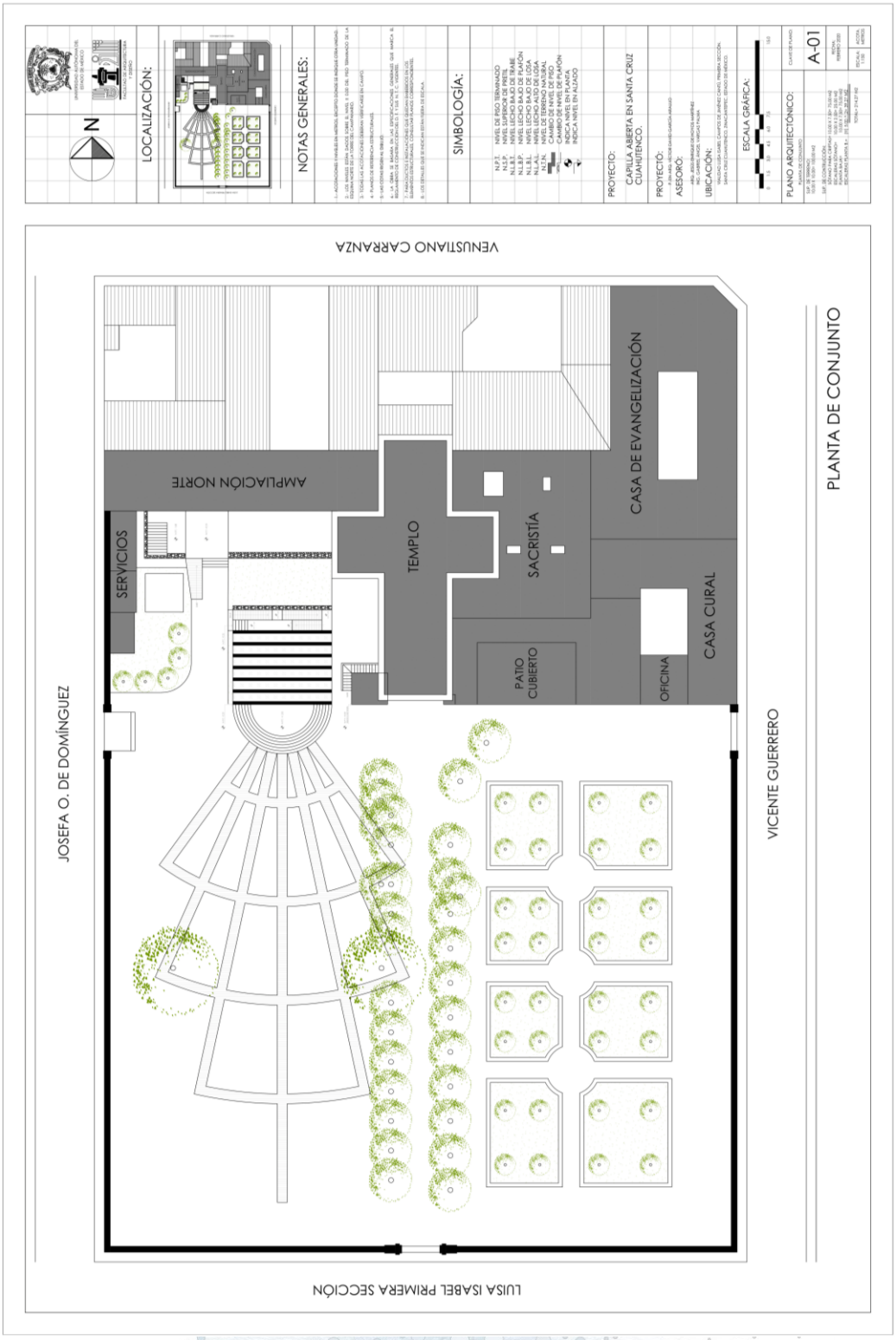
Los primeros 5 estribos de cada lado se colocarán @5 cm con varilla #3
Los siguientes 17 estribos de cada lado se colocarán @ 15 cm con varilla #3
Los estribos centrales se colocarán @20 cm con varilla #3

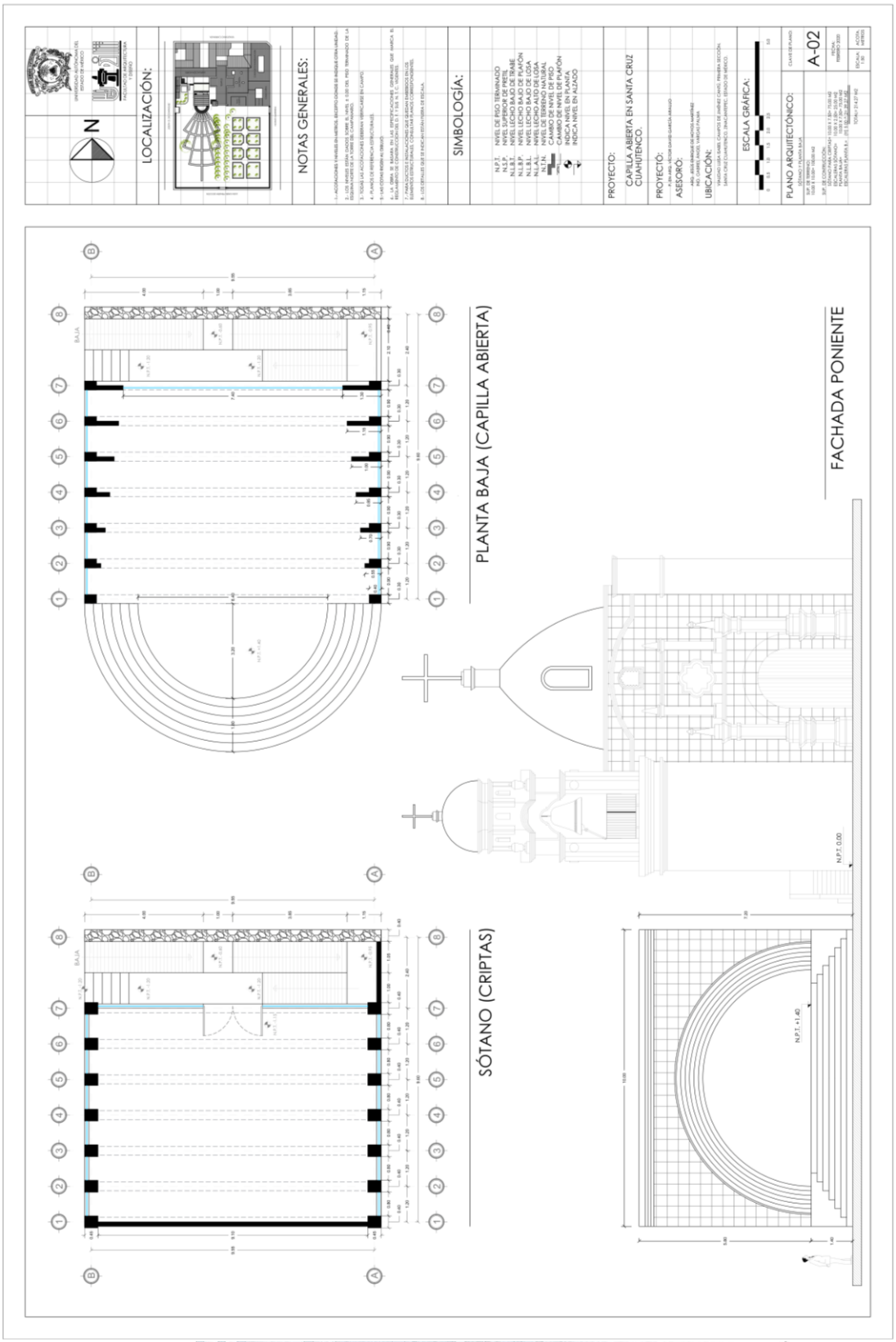
Para la realización de esta memoria de cálculo estructural, se consideraron los factores de seguridad y las normas que marca el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.[78] Se incluyen los detalles constructivos realizados en los planos estructurales.

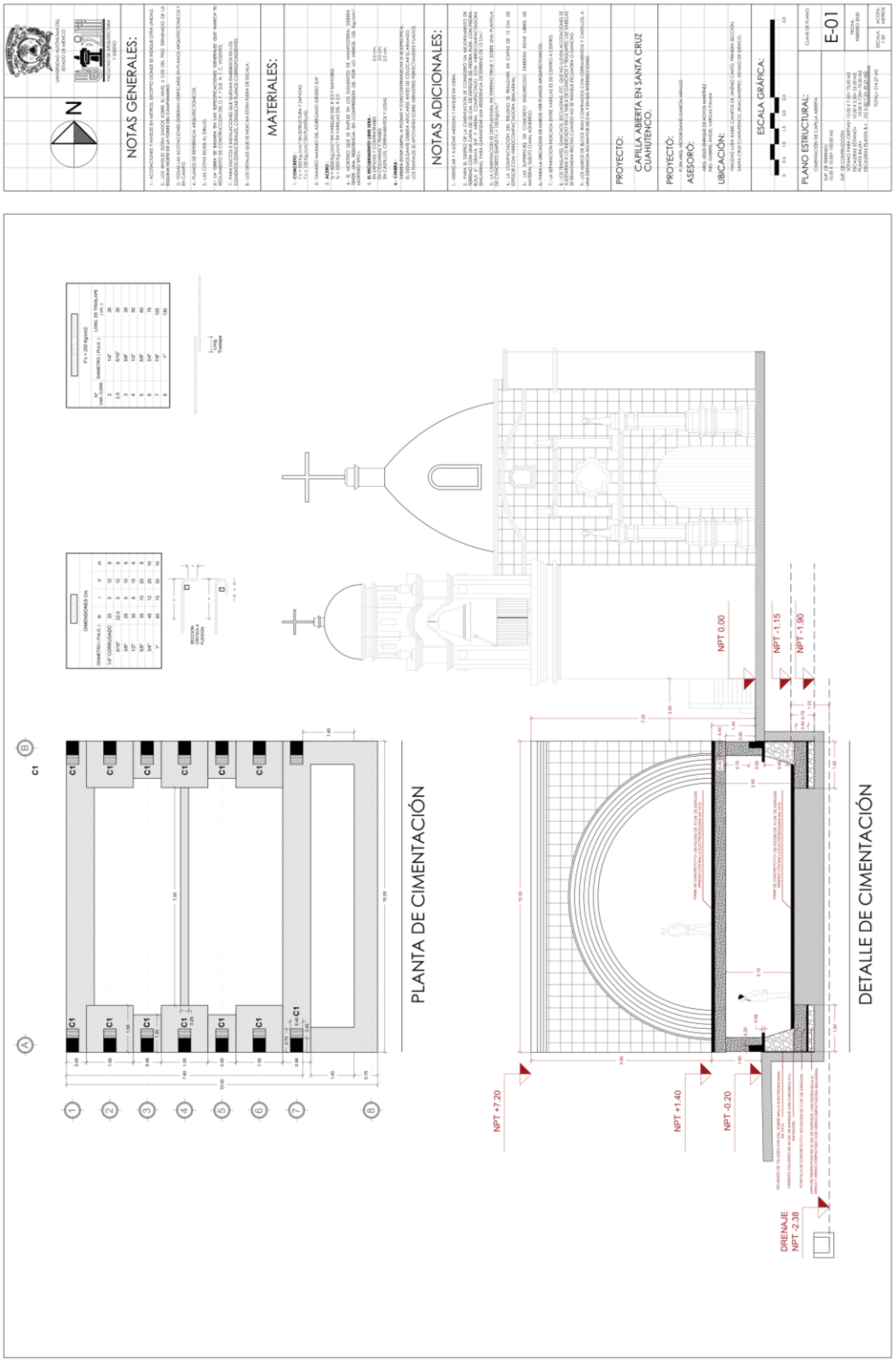
Los diagramas de flexión y cortante de las trabes principales, se calcularon en el Software SAP 2000. Para el diseño de la cimentación, se consideró un mejoramiento de terreno con una capa de 20 cm. de espesor de piedra plen, con piedra bola 6", grava ¾" y arena, compactado con vibro compactadora, para garantizar una resistencia del terreno de 12 toneladas por metro cuadrado.

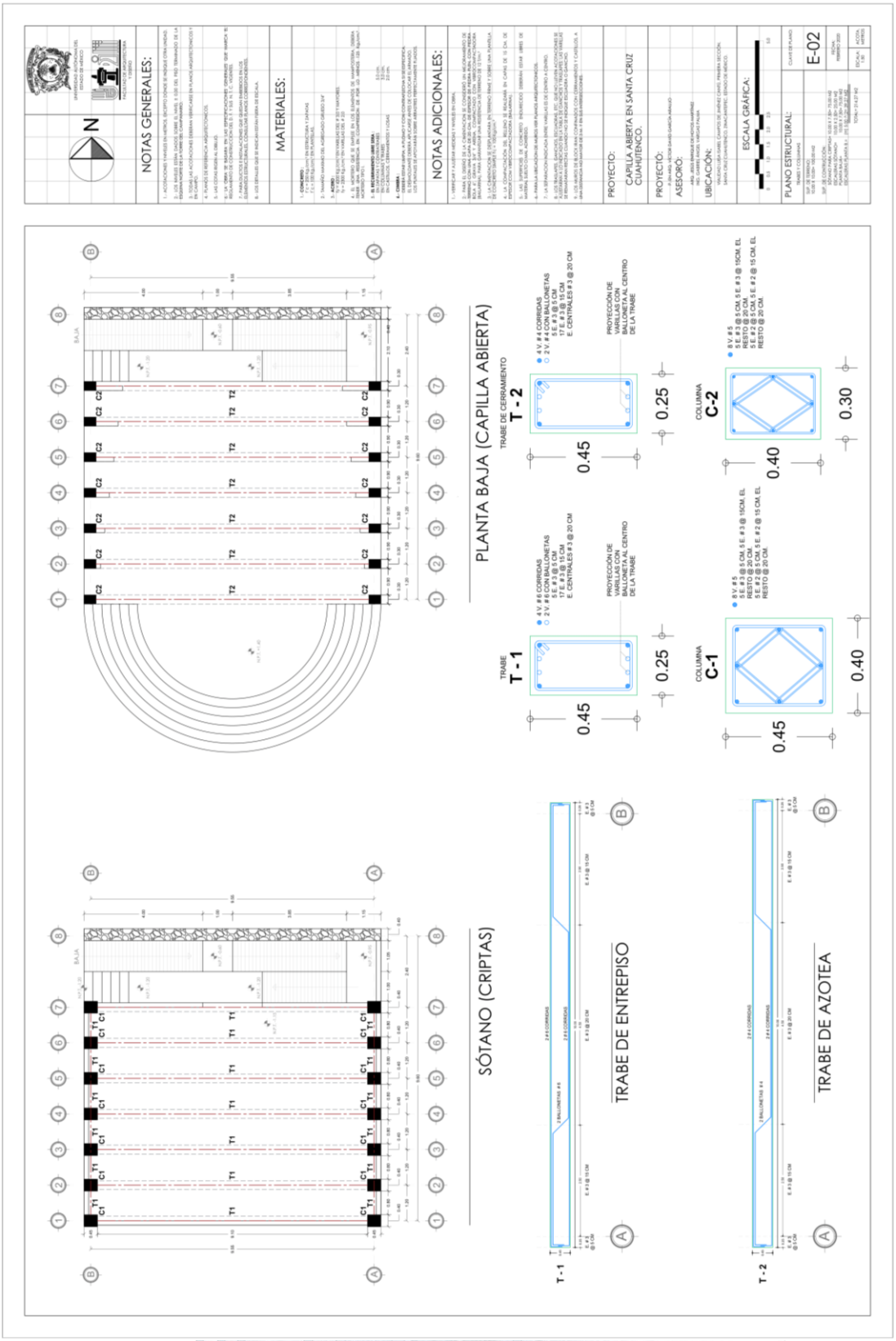
[78] Luis Arnal y Max Betancourt, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2014, Capítulo de Concreto.

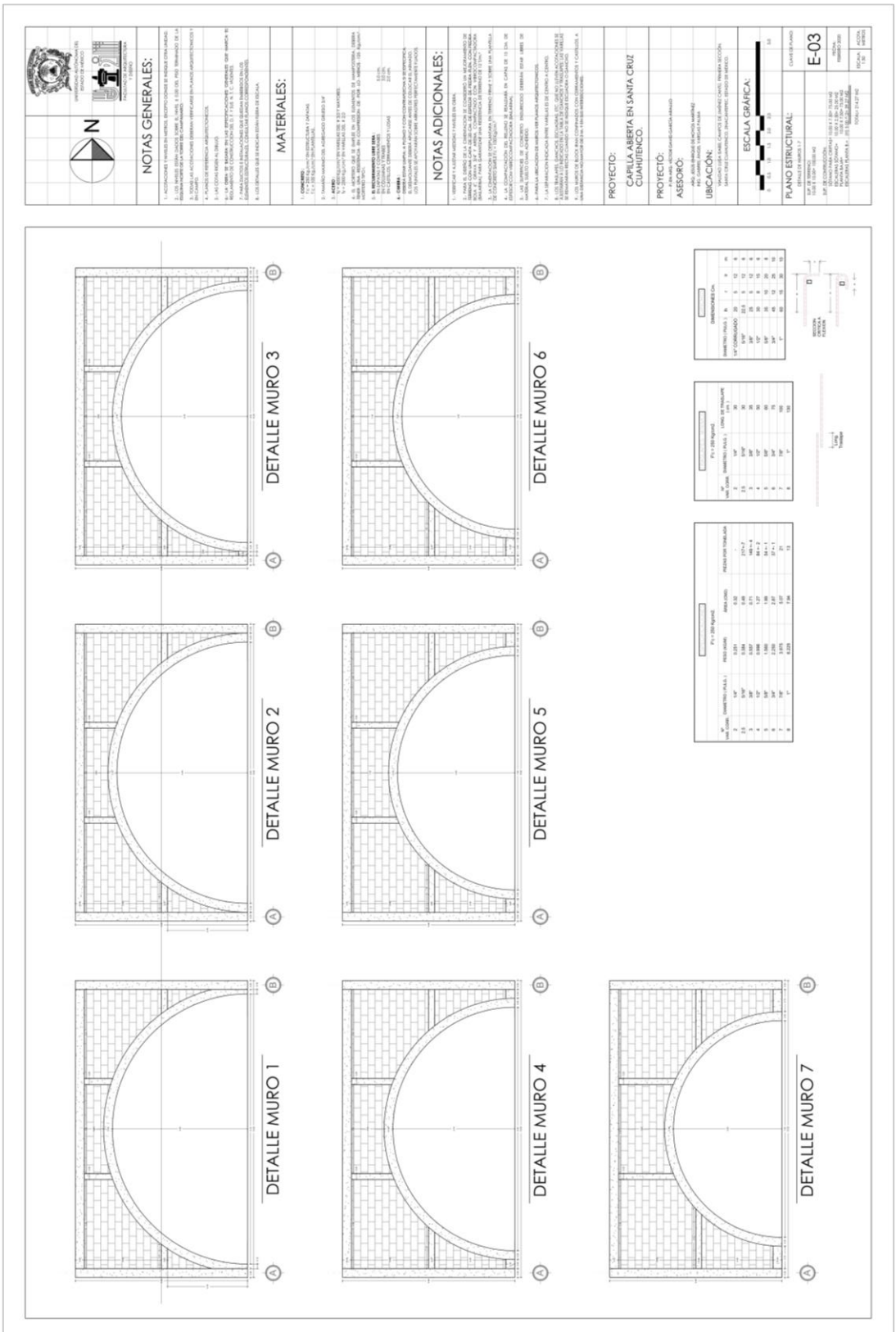
PLANOS CAPILLA ABIERTA:

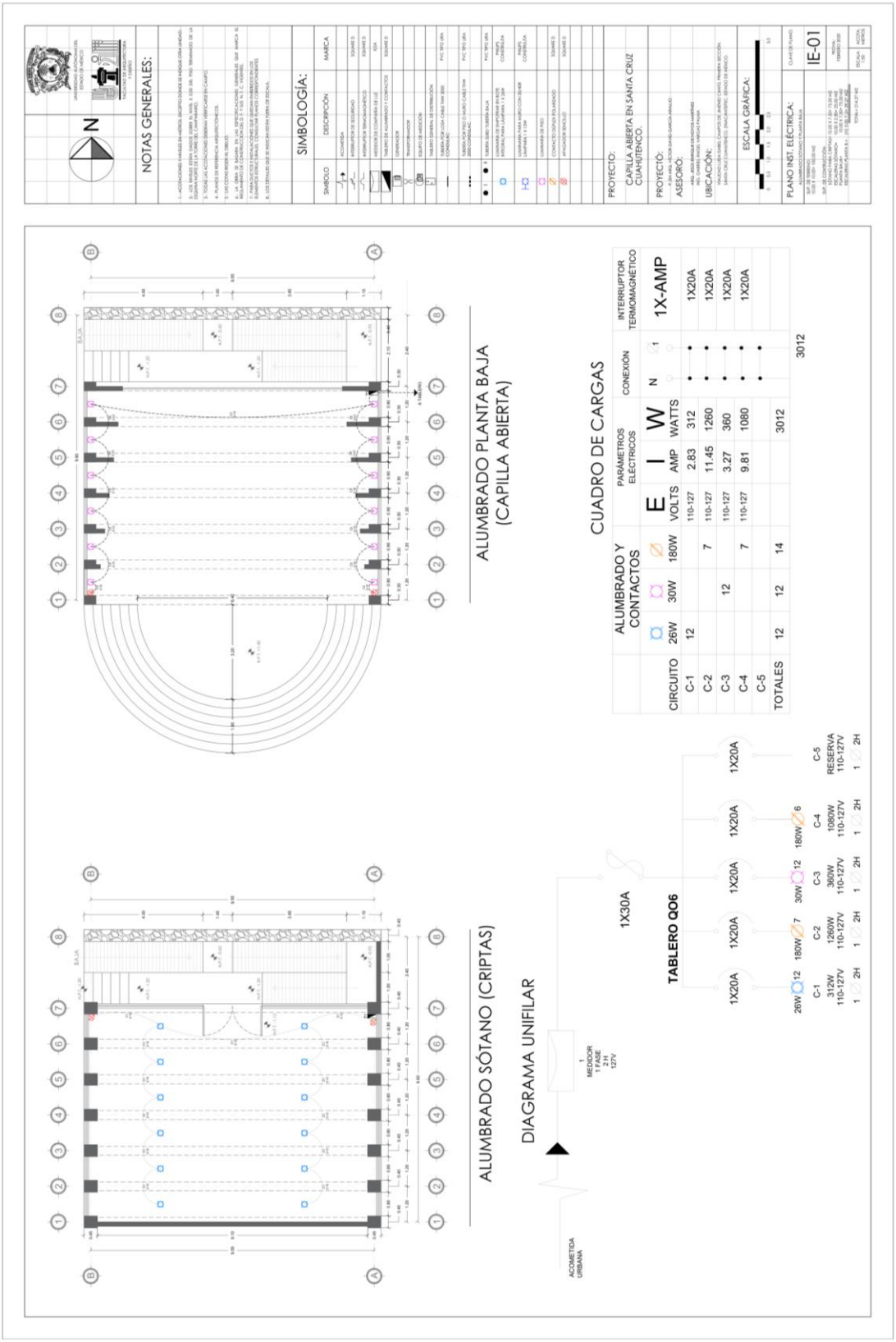


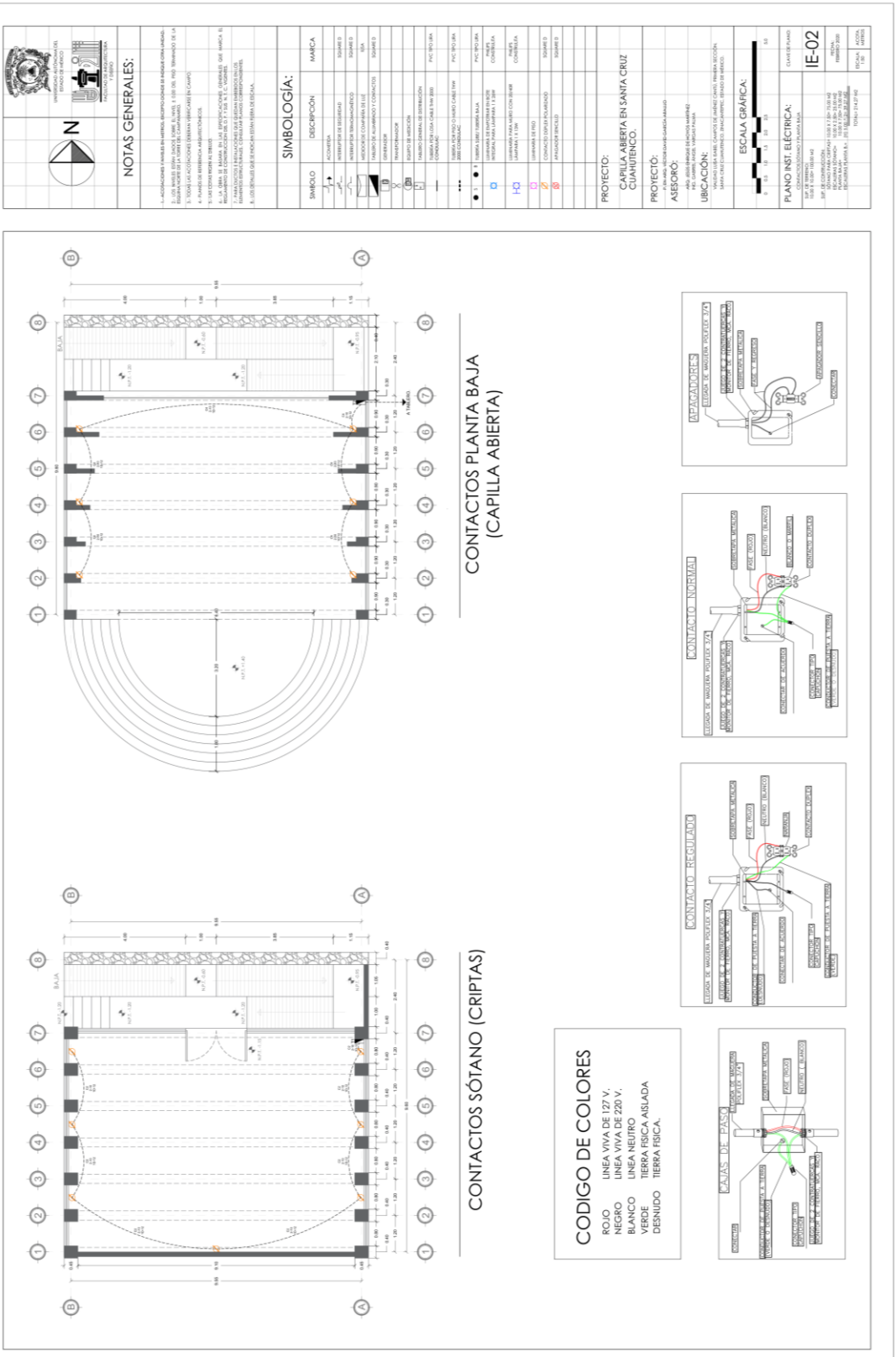

LOCALIZACIÓN:
NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ARQUITECTÓNICO:
A-02
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
FACHADA PONIENTE
SÓTANO (CRIPTAS)

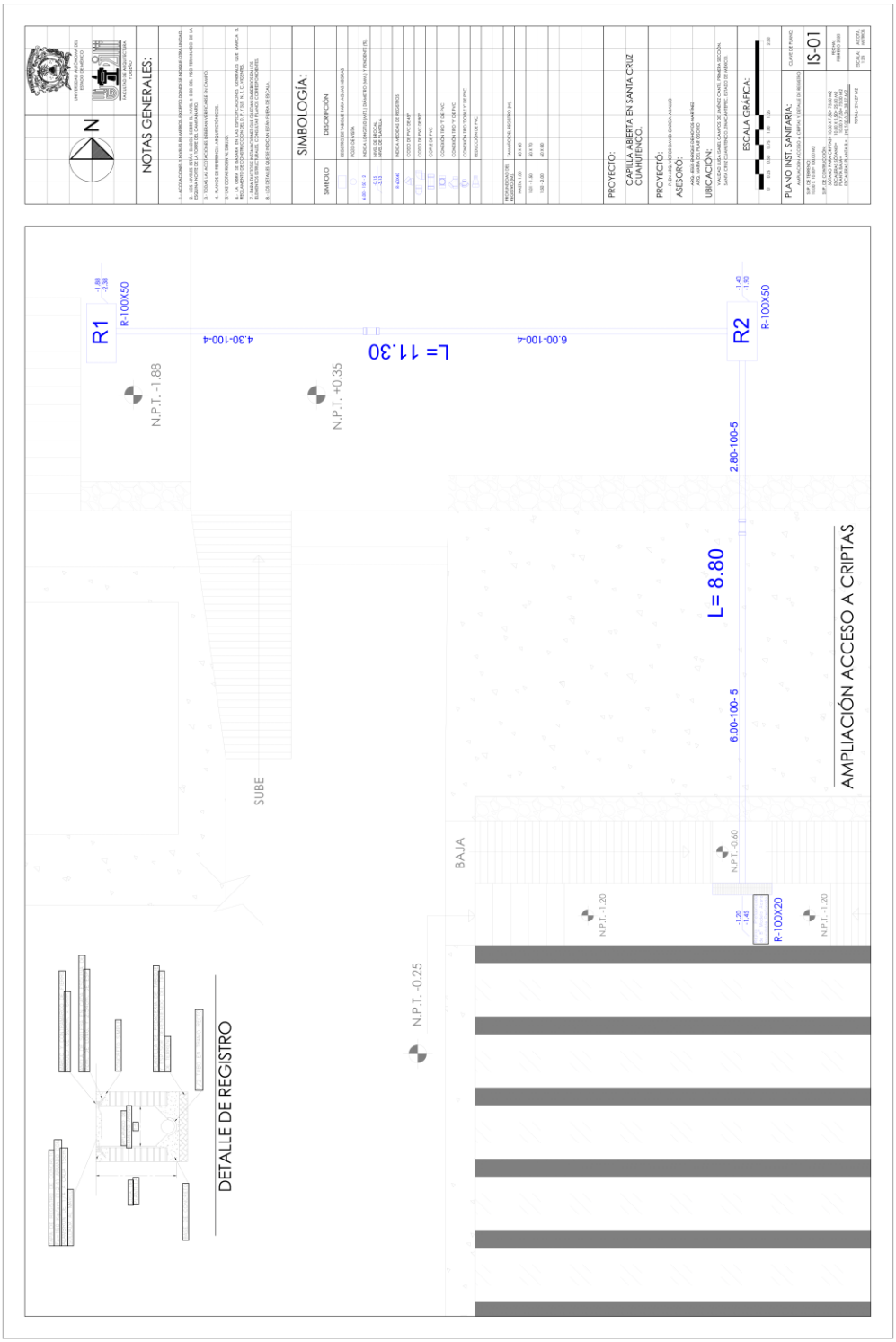

NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-01
PLANTA DE CIMENTACIÓN
DETALLE DE CIMENTACIÓN
NPT 0.00
NPT -1.15
NPT -1.90
NPT +7.20
NPT +1.40
NPT -0.20
DRENAJE
NPT -2.38


NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-02
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
TRABE T - 1
TRABE T - 2
COLUMNA C-1
COLUMNA C-2
SÓTANO (CRIPTAS)
TRABE DE ENTREPISO
TRABE DE AZOTEA


NOTAS GENERALES:
MATERIALES:
NOTAS ADICIONALES:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRAFICA:
PLANO ESTRUCTURAL:
E-03
DETALLE MURO 1
DETALLE MURO 2
DETALLE MURO 3
DETALLE MURO 4
DETALLE MURO 5
DETALLE MURO 6
DETALLE MURO 7


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. ELÉCTRICA:
IE-01
ALUMBRADO PLANTA BAJA
(CAPILLA ABIERTA)
ALUMBRADO SÓTANO (CRIPTAS)
CUADRO DE CARGAS
ALUMBRADO Y CONTACTOS
PARÁMETROS ELÉCTRICOS
CONEXION
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
1X-AMP
CIRCUITO
26W
30W
180W
E
VOLTS
I
AMP
W
WATTS
N
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
TOTALES
1X20A
3012
DIAGRAMA UNIFILAR
ACOMETIDA URBANA
1 MEDIDOR 1 FASE 2 H 127V
1X30A
TABLERO QO6
RESERVA 110-127V


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTO:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. ELÉCTRICA:
IE-02
CONTACTOS PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)
CONTACTOS SÓTANO (CRIPTAS)
CODIGO DE COLORES
ROJO LINEA VIVA DE 127 V.
NEGRO LINEA VIVA DE 220 V.
BLANCO LINEA NEUTRO
VERDE TIERRA FISICA AISLADA
DESNUDO TIERRA FISICA.
APAGADORES
CONTACTO NORMAL
CONTACTO REGULADO
CAJAS DE PASO


NOTAS GENERALES:
SIMBOLOGÍA:
PROYECTO:
CAPILLA ABIERTA EN SANTA CRUZ CUAHUTENCO.
PROYECTÓ:
ASESORÓ:
UBICACIÓN:
ESCALA GRÁFICA:
PLANO INST. SANITARIA:
IS-01
R1
R2
R-100X50
L= 11.30
4.30-100-4
6.00-100-4
N.P.T. -1.88
N.P.T. +0.35
L= 8.80
2.80-100-5
6.00-100- 5
AMPLIACIÓN ACCESO A CRIPTAS
SUBE
BAJA
N.P.T. -0.60
N.P.T. -1.20
N.P.T. -0.25
R-100X20
DETALLE DE REGISTRO

PRESUPUESTO PARAMÉTRICO:

A continuación, se presenta una tabla con precios paramétricos de los conceptos principales de esta Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico, para tener un estimado de la inversión necesaria.

PRESUPUESTO MEJORA URBANA				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LIMPIEZA Y DESASOLVE DE RÍO	ML	325.00	449.00	145,925.00
ANDADORES	M2	6,373.59	579.00	3,690,308.61
CICLOVÍA	M2	953.33	599.00	571,044.67
HABILITACIÓN DE ÁREAS VERDES Y PAISAJE	M2	4,797.89	397.00	1,904,762.33
INDEMNIZACIÓN DE EDIFICACIÓN EXISTENTE	M2	144.22	7,490.00	1,080,207.80
INDEMNIZACIÓN DE TERRENOS	M2	4,590.00	1,490.00	6,839,100.00
			TOTAL	14,231,348.41

PRESUPUESTO CAPILLA ABIERTA				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACCESO A CRIPTAS Y SÓTANO	M2	25.00	5,790.00	144,750.00
SÓTANO (CRIPTAS)	M3	75.00	8,490.00	636,750.00
PLANTA BAJA (CAPILLA ABIERTA)	M4	75.00	7,490.00	561,750.00
ESCALONES DE ACCESO A CAPILLA ABIERTA	M5	39.27	2,490.00	97,782.30
			TOTAL	1,441,032.30

PRESUPUESTO CENTRO CULTURAL				
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ÁREAS VERDES	M2	731.18	397.00	290,278.46
EXPLANADA CENTRAL	M2	254.47	1,190.00	302,819.30
PLAZAS DE ACCESO	M2	407.60	1,190.00	485,044.00
EDIFICIO DE TALLERES	M2	205.82	7,490.00	1,541,591.80
EDIFICIO DE LOCALES COMERCIALES	M2	205.82	7,490.00	1,541,591.80
CUBIERTA DEL CONJUNTO	M2	706.86	4,150.00	2,933,469.00
			TOTAL	7,094,794.36

TOTAL DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	22,767,175.07

Tabla 18: Presupuesto Paramétrico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.

CONCLUSIÓN CAPÍTULO IV:

El punto de partida de este Capítulo IV, fue la información cartográfica del IGECEM del vuelo realizado en 1983-1984 sobre el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, donde se pudo observar que la ubicación del Centro Cultural propuesto corresponde con el que ha sido el punto de encuentro natural entre los sectores centro y colonia desde hace más de 40 años.

Se presentó un diagrama síntesis de los 4 puntos que se atendieron en esta propuesta de mejoramiento, así como un mapeo de la conectividad a nivel macro y micro, integrando la visión plasmada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015 en la propuesta de movilidad.

A partir de una retícula de 30.00 x 30.00 metros, generada por los ejes natural (río) y artificial (Vialidad Luisa Isabel 2° Sección) del polígono de estudio, se describió la estrategia de conectividad en la localidad, estructurada por nodos, conexiones y jerarquía.

La propuesta de Usos del Suelo planteó revitalizar el río, conectar los sectores, dotar de mayor área verde y espacios recreativos-culturales a la población y atender el deterioro de la actual plataforma (a manera de Capilla Abierta) en el Templo de Santa Elena de la Cruz.

Las categorías en las que se conforma la propuesta de mejoramiento son las siguientes:

1- Vivienda
2- Sin Uso
3- Vialidades
   - 3.1 Banquetas/Andadores
   - 3.2 Ciclovía
4- Religión
5- Educación y Cultura
6- Vivienda y Comercio
7- Recreación y Deporte
8- Comercio
9- Servicios

Para analizar específicamente cada rubro, en el mapa correspondiente al sector se describen los porcentajes actuales y propuestos del mismo, así como los metros cuadrados. A continuación, se presenta la tabla 19 como síntesis de los alcances cualitativos de esta propuesta de mejoramiento:

USOS DEL SUELO EN EL TERRITORIO					
	EXISTENTE		PROPUESTA		ESTATUS
	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	M2
SUPERFICIE TOTAL	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	
CONSTRUIDO	38224.43	32.63%	38596.02	32.94%	371.59
VIVIENDA	60983.99	52.05%	60157.27	51.35%	-826.72
SIN USO	22111.41	18.87%	9777.04	8.35%	-12334
VIALIDADES	18889.39	16.12%	17498.66	14.94%	-1390.7
BANQUETAS/ANDADORES	2443.29	2.09%	8816.88	7.53%	6373.59
CICLOVÍA	0	0.00%	953.33	0.81%	953.33
RELIGIÓN	5581.62	4.76%	5581.62	4.76%	
EDUCACIÓN Y CULTURA	2093.62	1.79%	2093.62	1.79%	
VIVIENDA Y COMERCIO	2035.78	1.74%	2035.78	1.74%	
RECREACIÓN Y DEPORTE	1377.63	1.18%	8602.53	7.34%	7224.9
COMERCIO	1056.75	0.90%	1056.75	0.90%	
SERVICIOS	584.44	0.50%	584.44	0.50%	
	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	

DESGLOSE DE LO CONSTRUIDO					
	EXISTENTE		PROPUESTA		ESTATUS
	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	ÁREA (M2)	PORCENTAJE (%)	M2
SUPERFICIE TOTAL	117157.92	100.00%	117157.92	100.00%	
LLENO	38224.43	32.63%	38566.84	32.92%	342.41
VACÍO	78933.49	67.37%	78591.08	67.08%	-342.41
VIVIENDA	32246.29	84.36%	32102.07	83.24%	-144.22
VIVIENDA Y COMERCIO	2035.78	5.33%	2035.78	5.28%	
RELIGIÓN	1492.38	3.90%	1567.38	4.06%	75
COMERCIO	1056.75	2.76%	1056.75	2.74%	
EDUCACIÓN Y CULTURA	903.72	2.36%	903.72	2.34%	
RECREACIÓN Y DEPORTE	313.52	0.82%	725.16	1.88%	411.64
SERVICIOS	175.98	0.46%	175.98	0.46%	
	38224.42	100.00%	38566.84	100.00%	342.42

Tabla 19: Comparativa de estado actual y propuesta de Usos del Suelo y Edificación.

Posteriormente, se expresó la propuesta de mejoramiento por medio de renders, desde la escala general del territorio hasta detalles de puntos específicos. Para el tratamiento del agua servida de las viviendas paralelas al río, se propone la implementación de un biodigestor en cada vivienda que desemboca al río, para reducir el grado de contaminación.

Se desarrolló conceptualmente el proyecto del Centro Cultural en el punto de encuentro natural de los sectores, así como una propuesta de las etapas de financiamiento para la construcción de este, a partir de la integración de las actividades tradicionales de la comunidad.

En cuanto al proyecto de la Capilla Abierta, se realizó el estudio general de la tipología de la edificación y en particular del conjunto religioso, para delimitar los ejes principales para el desarrollo del proyecto, como se muestra en las láminas conceptuales y en los renders presentados.

El espacio atrial es entendido a partir de la flexibilidad de usos de actualmente presenta, desde funcionar para la realización de ceremoniales litúrgicas hasta ser escenario de juegos pirotécnicos y música en vivo de las festividades tradicionales de la comunidad.

Se adjuntó la memoria de cálculo estructural de la Capilla Abierta, así como las especificaciones correspondientes y los planos Arquitectónicos, Estructurales y de Instalaciones del proyecto.

Se llegó a un costo paramétrico de cada etapa de la propuesta, dividida en 3 etapas: la mejora urbana (relacionada con la revitalización del río, los andadores, la ciclovía, las áreas verdes y las indemnizaciones respectivas), la Capilla Abierta (constituida por el acceso a las criptas, el sótano, la planta baja y el acceso a la Capilla) y el Centro Cultural (conformado por áreas verdes, la explanada central, las plazas de acceso, el edificio de talleres, los locales comerciales y la cubierta del conjunto).

Finalmente, se estimó un costo total de $ 22,767,175.07 (veintidós millones setecientos sesenta y siete mil ciento setenta y cinco pesos 07/100 m.n.), el cual fue concebido para realizarse en 3 etapas principales.

CONCLUSIÓN GENERAL:

1. **RESPUESTA GENERAL AL PROBLEMA:**

1.1- Revitalización de Río: Se realizó la limpieza y el desazolve del río que fluye por la comunidad, en una longitud de 325 metros (desde la Vialidad Luisa Isabel Segunda Sección hasta la calle Álvaro Obregón), para su integración con los andadores y la ciclovía de esta propuesta de mejoramiento. Se adjuntó el detalle técnico de un biodigestor, como medida de tratamiento del agua servida en cada una de las viviendas que desembocan actualmente al río.

1.2- Conectividad de Sectores: Se diseñó una red de andadores, que comunican peatonalmente a la población, en particular el andador que conecta oriente-poniente los sectores centro y colonia, acortando la distancia actual de cruce del río de 325 metros.

Cabe destacar que en el proceso de diseño se adjuntó la visión plasmada en el Plan de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, para atender 2 puntos ahí señalados: la contaminación del "río chiquito" y la "red de ciclovía" proyectada al Sur de Santa Cruz.

1.3- Diseño de espacios recreativos y culturales: Se aumentó un 6.16% (7,224.90 m2) el Uso del Suelo existente de recreación y deporte, a través de espacios como: la cancha deportiva, el área de juegos infantiles, el gimnasio al aire libre y el centro cultural (ubicado en el punto de encuentro natural entre los sectores).

1.4- Diseño de Capilla Abierta: Se diseñó la Capilla Abierta en el Templo de Santa Elena de la Cruz, como respuesta ante el actual deterioro de la plataforma existente (a manera de Capilla Abierta).

2. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS:

Objetivo General:

A partir de un estudio multidisciplinario, se extrapolaron conceptos de la Geometría Fractal para el desarrollo de la Propuesta de Mejoramiento Urbano Arquitectónico en la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, con la finalidad de mejorar sus condiciones de habitabilidad.

El patrón local de diseño se ajustó a las necesidades específicas de la localidad, tanto objetivas (ausencia de espacios recreativos y culturales) como subjetivas (al integrar actividades cívicas y religiosas de la población).

Objetivos Particulares:

En el modelo del triángulo de Sierpinski, se representa la Conceptualización de la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco: una visión desde la Geometría Fractal, como la aplicación de este conjunto de conocimientos en la Arquitectura y el Urbanismo.

A través de un estudio por capas del territorio, se realizó el diagnóstico y el análisis de la comunidad de Santa Cruz Cuahutenco, para detectar las necesidades y mapearlas en un sistema de coordenadas estructurado por el eje natural norte-sur (del río) y el eje artificial oriente-poniente (de la vialidad Luisa Isabel Segunda Sección) de la misma comunidad.

En el capítulo IV se presentó el desarrollo de las 4 necesidades detectadas en la comunidad: la contaminación del río, la desconectividad de sectores, la ausencia de espacios recreativos y culturales y el escenario deteriorado en el templo de Santa Elena de la Cruz.

3. RELACIÓN DEL PROBLEMA CON LA GEOMETRÍA FRACTAL:

A partir de "Connecting the Fractal City" y la "*Teoría de la Red Urbana*" propuestas por el Polímata Nikos A. Salíngaros, se establece una analogía entre el equipamiento existente en la comunidad de Santa Cruz y los 3 principios que plantea para la estructura de una red urbana: nodos (de actividad humana), conexiones (caminos) y jerarquía (orden de vialidades).

Bajo esta premisa, se retoman estos 3 puntos para su aplicación en el territorio de Santa Cruz Cuahutenco, por medio de nodos (que son cada una de las 4 necesidades detectadas), que se conectan por medio de vías (peatonales y vehiculares) en una estructura troncal (a partir de la afluencia de personas) para configurar la Red Urbana.

4. RELACIÓN DE SANTA CRUZ CON LA GEOMETRÍA FRACTAL:

Después de estudiar las teorías relacionadas a la Geometría Fractal y al Diseño Urbano-Arquitectónico, se planteó el **Patrón Regional de Revitalización Urbana**, como estrategia de implementación, a través de dos niveles: el encuadre macro y el encuadre micro.

En el primer nivel, el umbral de alcance es **Regional.** A escala macro, se planteó la mejora Urbano-Arquitectónica del sistema a partir de la Revitalización del Río, desde Santa Cruz Cuahutenco hasta el entronque con el Río Lerma, para generar una aportación ecológica al medio ambiente.

En el segundo nivel, el umbral de alcance es **Local.** A escala micro, se desarrolló la Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico, acorde a las necesidades objetivas y subjetivas de la población de Santa Cruz Cuahutenco, constituyendo así el primer paso para Revitalizar el Río.

Cabe destacar que la localidad de Santa Cruz es la primera por la que fluye el río (proveniente de las escorrentías del Nevado de Toluca), por lo que su intervención es un punto clave para generar una mejora en el sistema.

En cuanto a un patrón de temporalidad, en el patrón local de diseño en Santa Cruz, se retomó como antecedente el Plan Piloto de 1980, el cual consistió en la mejora Urbana y de Infraestructura en la comunidad. Esta Propuesta de Mejoramiento, es un Patrón Temporal que se repite 40 años después, que comparte el mismo ímpetu de mejorar las condiciones de habitabilidad de la población.

5. APORTACIÓN PERSONAL DE LA GEOMETRÍA FRACTAL A LA ARQUITECTURA Y A SANTA CRUZ CUAHUTENCO:

"Creo que es imposible conocer las partes, sin conocer el todo, como conocer el todo sin conocer específicamente las partes." Blaise Pascal (1623-1662). Pensées, capítulo I.

La Arquitectura es una disciplina multidisciplinaria, que integra el conocimiento de diversas materias, con la finalidad de materializar espacios que cumplan con las necesidades objetivas (factores técnicos-constructivos) y subjetivas (gustos personales) del habitante.

Esta propuesta de mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco, extrapola conceptos de la Física (el espacio, el tiempo y la materia), la Matemática (la recursividad) y la Geometría Fractal (patrones e iteraciones), para explorar una nueva visión que mejore las condiciones de habitabilidad de una población y del sistema de ríos.

La curiosidad de explorar esta nueva visión surgió de la observación de la naturaleza y de los elementos que tiene en común con la Arquitectura, como el principio de fractalidad o la analogía del bosque y la ciudad, descrita en la imagen 31, donde en ambos casos, se estructuran sistemas.

Si bien el proceso de diseño de este patrón urbano ha sido complejo, se responde a esta complejidad con una expresión de sencillez (espacial y conceptual), para que de forma clara y con la mínima expresión material, se resuelvan las necesidades detectadas.

Hoy en día, la ciudad no debe ser estructurada a partir de la noción de zonificación (como en su momento fue planteada por Le-Corbusier), sino que debe conceptualizarse como un sistema caótico, flexible, dinámico, que se ajuste a las nuevas necesidades espacio-temporales de cada lugar.

"Todo queda conformado dentro del sistema; el todo con las partes y las partes con el todo, es un sistema caótico, pero en completa armonía.

"Víctor David García Araujo".

En la siguiente página, se describe gráfica y textualmente, la teoría desarrollada en esta tesis para explorar una visión en la Arquitectura y el Urbanismo, a partir de la Geometría Fractal y de su aplicación por medio del Patrón Regional de Revitalización Urbana (a escala macro) y el Patrón Local de Diseño (a escala micro), planteados en el Capítulo IV.

A partir de los nodos indicados en la imagen 167, es como se representan los puntos clave en el sistema de ríos, iniciando en la comunidad de Santa Cruz con las escorrentías provenientes del Nevado de Toluca, continuando con el entronque de este flujo en el río Lerma y finalizando en la desembocadura de la presa Tepuxtepec, Michoacán.

El camino para generar grandes cambios inicia por la acción en pequeñas fracciones, pero que contribuyen a la misma causa colectiva: ser un agente de cambio que mejore las condiciones del medio ambiente.

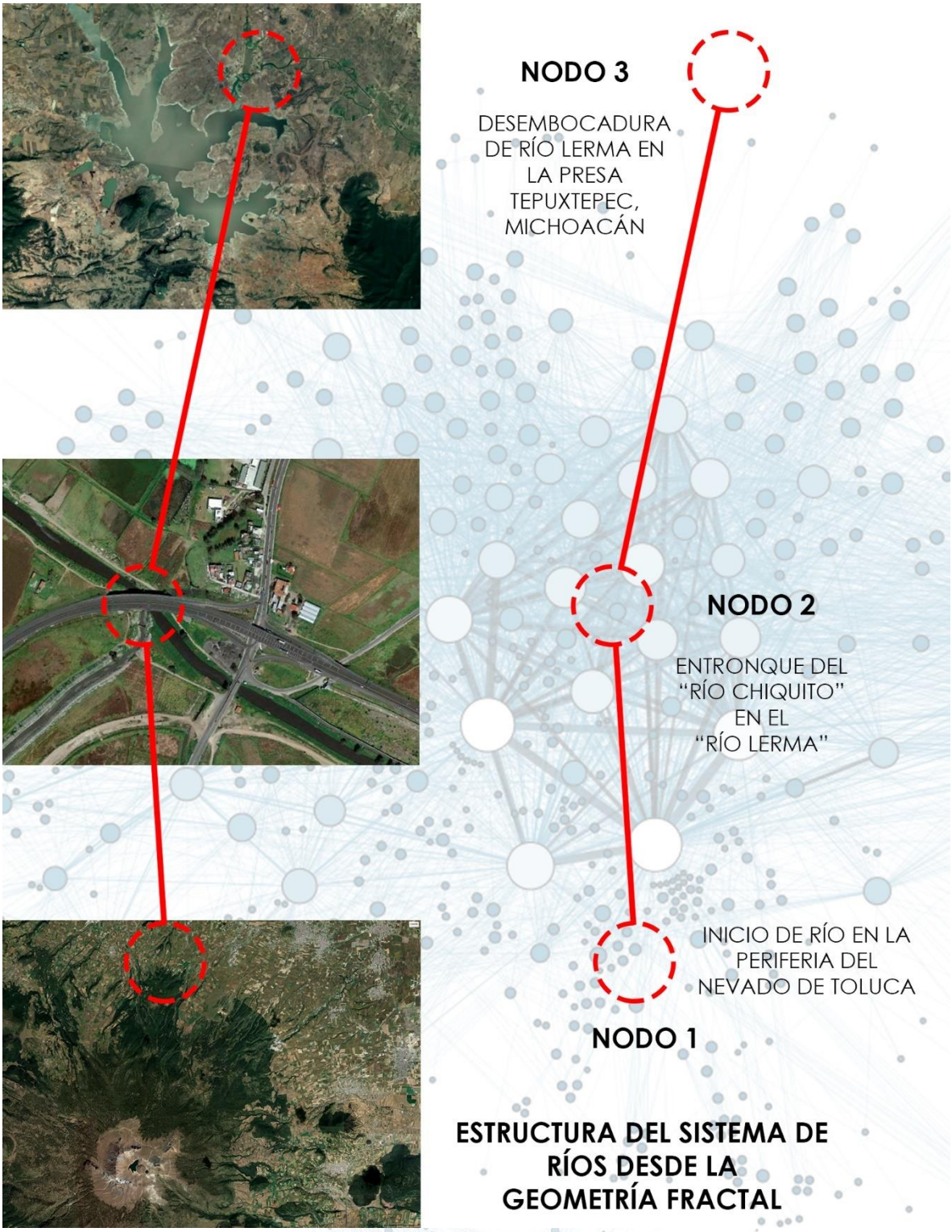


Imagen 167- Estructura del Sistema de Ríos desde la Geometría Fractal. Fuente de imágenes base: Google Earth, 2017.

REFERENCIAS:

2013-2015, H. A. (25 de diciembre de 2019). *Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano* . Obtenido de Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Zinacantepec/D7.pdf

Bernal, O. (2012). *Vorticidad Urbana. Sistema geométrico conceptual para la interpretación simbólica en el diseño de la ciudad compleja.* México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Bernal, O., & De Hoyos, J. (2012). El mito fundacional de la ciudad. Una visión desde la geometría sagrada. *Nova Scientia*, 109.

Borondo, F. (27 de Diciembre de 2019). *Teoría del caos y los sistemas complejos.* . Obtenido de http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan°7/Seminario%20Teoría%20del%20Caos%201.pdf

Braña, J. (2003). *Resumen del curso de "Introducción a la Geometría Fractal".* Obtenido de http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf

Briceño, M., & Gómez, L. (23 de Septiembre de 2011). Proceso de Diseño Urbano - Arquitectónico. *Provincia*, 93-116. Obtenido de Fundamentación teórico conceptual del proceso de diseño propuesto.: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/33959/articulo5.pdf;jsessionid=28BBC576C35DE70B20FF0E8679DC2FEB?sequence=1

Camacho, M. (2007). *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo.* México: Trillas.

Camagni, R. (23 de Septiembre de 2004). *Economía Urbana.* . Barcelona: Antoni Bosch Editor. Obtenido de http://www.antonibosch.com/system/downloads/247/original/EC_CAMAGNI_Capitulo1.pdf?1297264348

Camargo, L., & Acosta, M. (2012). La geometría, su enseñanza y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 4-8.

Césarman, E. (1986). Orden y Caos. El complejo orden de la naturaleza. México: Gernika.

Coppola, P. (2004). *Análisis y diseño de los espacios que habitamos.* México: Pax México.

De Hoyos, J., Jiménez, J., & Álvarez, A. (2012). *Un estudio de Arquitectura, Urbanismo y Medio: una conceptualización desde la geometría no lineal.* Obtenido de http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3734/1/Un%20estudio%20de%20arquitectura%20urbanismo%20y%20medio%2C%20una%20conceptualización.pdf

De Hoyos, J., Macías, Y., & Jiménez, J. (2015). Habitabilidad: desafío en diseño arquitectónico. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 62-76.

Escobar, J. (13 de Septiembre de 2018). *Elementos de Geometría.* Obtenido de http://matematicas.udea.edu.co/~jescobar/Geometria/pdf/elementos%20de%20geometria1.pdf

Fernández, E. (2018). La geometría para la vida y su enseñanza. *Revista de investigación en administración e ingeniería*, 33-61.

Gausa, G. M. (2001). *Diccionario metápolis arquitectura avanzada.* Barcelona: Gustavo Gili.

Hawking, S., & Mlodinow, L. (2016). *El gran diseño.* México: Crítica.

INEGI. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=19.250811280559148,-99.72986712593825&z=16

Ivanov, B. (27 de Diciembre de 2019). *Teoría del caos.* Obtenido de http://disi.unal.edu.co/~lctorress/PSist/PenSis53.pdf

Macías, Y. Y., & De Hoyos, J. E. (2015). El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social. En J. d. Jiménez Jiménez, J. E. De Hoyos Martínez, L. Romero Guzmán, A. Álvarez Vallejo, & J. A. Ocaña Ponce, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable.* (pág. 338). Toluca.

Macías, Y., & De Hoyos, J. (2015). El diseño del espacio público en el contexto de la habitabilidad del colectivo social. En J. Jiménez, J. De Hoyos, L. Romero, A. Álvarez, & A. Ocaña, *El diseño para la calidad de vida en el espacio habitable.* (págs. 263-283). Toluca.

Mandelbrot, B. (2003). La geometría fractal de la naturaleza. España: TusQuets Editores.

Moreno, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Palapa*, 47-54.

Moreno, S. (2011). *Análisis teórico y aproximación práctica a las relaciones entre ciudad y comercio: el caso de la producción, venta y consumo de libros en Barcelona.* Obtenido de Capítulo 6. La localización como eje central de la Geografía comercial.

Negrin, C., & Fornari, T. (1987). *El mensaje arquitectónico.* México: Universidad Autónoma Metropolitana. Ediciones Gernika.

Ortiz, V. (1984). *La casa, una aproximación.* México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Palma, Á. (2018). *Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social.* Zinacantepec, Estado de México.

Páramo, P., Burbano, A., & Fernández, D. (2016). Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas. *Revista de Arquitectura, Vol. 18, Número 2*, 6-26.

Paredes, F. (2015). *Edo Mex al día.* Obtenido de Mantienen viva tradición de pan artesanal: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/

RAE. (27 de Diciembre de 2019). *Diccionario de la Real Academia Española*. Obtenido de https://dle.rae.es/fractal?m=form

Sáenz, E. (3 de Diciembre de 2015). *Los Principios de Euclides.* Obtenido de Derivando: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8

Saint-Julien, T. (7 de Mayo de 2011). *Hyperge*. Obtenido de Isotropía/Anisotropía: http://www.hypergeo.eu/spip.php?article503

Salingaros, N. (2003). Connecting the Fractal City. *Keynote speech, 5th Biennial of towns and town planners in Europe.* Barcelona. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html

Salíngaros, N. (3 de Abril de 2004). *La Teoría de la Red Urbana.* Obtenido de Traducción y Resumen: Nuria Hernández A., Guadalupe Ledesma B., Fernando Carbajal P.: http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-spanish.html

Sanz, E. (10 de Octubre de 2019). *Benoit Mandelbrot, el padre de la Geometría Fractal.* Obtenido de Muy Interesante: https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/fallece-benoit-mandelbrot-el-padre-de-la-geometria-fractal

Trismegisto, H. (2010). *El Kybalión.* India: Editores Mexicanos Unidos.

Van Ausdal, S. (09 de Septiembre de 2006). Medio siglo de geografía histórica en Norteamérica. *Scielo Bogotá. Historia Crítica No. 32*, 198-234. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n32/n32a09.pdf

Proyecto de Investigación: 4600/2018/E Evaluación de aglomeraciones urbanas financiadas por el INFONAVIT en el Estado de México. Con indicadores de sustentabilidad urbana de la morfología que los configura.

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Según el INEGI, del año 2005 al año 2010, se presentó un incremento poblacional de 2,162 habitantes. Fuente: SEDESOL, Catálogo de Localidades, consultado el 26 de diciembre de 2019 desde: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151 31
Tabla 2: Los Postulados de Euclides. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Sáenz, 2015). Obtenido el 13 de septiembre de 2018 desde: https://www.youtube.com/watch?v=EPV-7cj8Ej8 41
Tabla 3: Desglose de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: Elaboración propia, a partir de (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016), Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas, Bogotá, Revista de Arquitectura, págs. 6-26. Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278 59
Tabla 4: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, op. cit. 60
Tabla 5: Pablo Páramo, Andrea Burbano y Diana Fernández, op. cit. 61
Tabla 6: Gráfica de temperatura y precipitación pluvial en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 46). 81
Tabla 7: Previsión meteorológica en Santa Cruz Cuahutenco. Consultado el 12 de enero de 2020 desde: https://weather.com/es-MX/tiempo/10dias/l/2ad62bfa98c5c256f237aa6460f79bdcdb1efe860b0f274cd8a7841c3008e53b 81
Tabla 8: Evolución de la Población 1900-2010. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018. 92
Tabla 9: Cifras de incremento poblacional en Santa Cruz. Fuente: INEGI, consultado en https://www.foro-mexico.com/mexico/santa-cruz-cuauhtenco/mensaje-449683.html el 27 de septiembre de 2018. 92
Tabla 10: Indicadores de Edad en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 93
Tabla 11: Porcentajes de Características de las Viviendas. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 94
Tabla 12: Promedio de Habitantes por Vivienda. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 95
Tabla 13: Población Total por Localidad. Fuente de datos: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 95
Tabla 14: Celebraciones Civiles y Religiosas de Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Palma, Á. (2018). Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social. México: DR © Ángel Francisco Palma Lujano. págs. 114-115. 96
Tabla 15: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.138
Tabla 16: Conclusiones de análisis global del territorio. Fuente: Elaboración propia, 2020.139
Tabla 17: Consideraciones de análisis social cuantitativo. 140
Tabla 18: Presupuesto Paramétrico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 200
Tabla 19: Comparativa de estado actual y propuesta de Usos del Suelo y Edificación. ... 202

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Imagen 1- Mapa de necesidades detectadas en el territorio de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 15
Imagen 2- Contaminación actual de Río. Fuente: Archivo personal, diciembre 2019. 16
Imagen 3- Dispositivo de conectividad implementado por los habitantes de la comunidad. Fuente: Archivo personal, marzo 2019. 16
Imagen 4- Adaptación del espacio para realización de jaripeo. Fuente: Archivo personal, agosto 2017. 17
Imagen 5- Escenario de Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019. 17
Imagen 6- Delimitación espacial de objetivos. Fuente de mapa base: Google Earth, mayo 2018. 19
Imagen 7- Crecimiento poblacional 2003-2017. Fuente de mapa base: Google Earth 2003 y 2017. 23
Imagen 8- Ubicación de puentes en el área de estudio. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 24
Imagen 9- Análisis del uso del suelo con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III". 25
Imagen 10- Análisis de lo construido con respecto a recreación y deporte. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis por capas del territorio, desarrollado en el "Capítulo III". 25
Imagen 11- Detalle fotográfico de las patologías del escenario del templo. Fuente: Archivo personal, septiembre 2019. 26
Imagen 12- Ubicación de Santa Cruz Cuahutenco (encuadre rojo) en relación con el Nevado de Toluca y ampliación de la comunidad. Fuente de mapa base: Google Earth 2017. 30
Imagen 13- Teatro al aire libre Ángela Peralta, Polanco. Obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: http://polancoayeryhoy.blogspot.com/2011/03/el-teatro-angela-peralta.html. 34
Imagen 14- Conexión de conceptos, capítulo I. Fuente de imagen: Elaboración propia, diciembre 2019. Fuente de imágenes base, obtenidas en junio de 2018: https://fractalesmat.blogspot.com/2016/05/geometria-fractal.html, C-CIFV-253 L-2 y C-CIFV-253 L-238
Imagen 15- La Geometría Fractal en la naturaleza. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.gizmodo.com/diez-bellisimos-ejemplos-de-fractales-en-la-naturaleza-1677114869. 43
Imagen 16- Representación matemática del conjunto de Mandelbrot. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_Mandelbrot#/media/Archivo:Mandelset_hires.png. 44
Imagen 17- Construcción del Triángulo de Sierpinski. Obtenida el 1 de enero de 2020, desde: http://personales.unican.es/alvareze/estalmat/Fractales2010/page_16.htm. 46
Imagen 18- Teorías de la organización espacial. 49
Imagen 19- Esquemas de los lugares centrales y las áreas de mercado según los 3 modelos de Christaller. Fuente: A partir de Berry, 1967. Citado en (Moreno S. , 2011, pág. 272). 51
Imagen 20- Jerarquía de los centros en Alemania Meridional. Fuente: Christaller (1933). Citado en (Camagni, 2004, pág. 102) 52
Imagen 21- Plan of unrealistically ordered fractal city. Obtenido de http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/connecting.html el 4 de enero de 2020. 53
Imagen 22- Crossover requires capillary structure at the lowest levels. Idem. 53
Imagen 23- Distribution and connectivity of urban and green spaces. Idem. 53
Imagen 24- Patrón Regional de Revitalización Urbana. Fuente de Imagen base: Google Earth noviembre 2017. Obtenida el 3 de enero de 2020. 55
Imagen 25- Propuesta de categorización para la clasificación de indicadores de habitabilidad del espacio público. Fuente: (Páramo, Burbano, & Fernández, 2016). Consultado el 4 de enero de 2020 desde: https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/article/view/391/1278. 58
Imagen 26- Conceptos Esenciales. Fuente: Elaboración propia 2018. 63
Imagen 27- Red Urbana. Fuente: Elaboración propia 2018. 63
Imagen 28- Estructura del Territorio. Fuente: Elaboración propia 2018. 64

Imagen 29- Unidad del Proyecto. Fuente: Elaboración propia 2018. A partir de apuntes personales de la U.A. Diseño de Espacios Complejos Interconectados y su Entorno, impartida por el Arq. Edwin García, el Arq. Fernando Helgueros y el Arq. Sergio Botello, febrero-junio 2018. 64
Imagen 30- Lectura de patrones a través de los sentidos. Fuente: Elaboración propia 2018. 65
Imagen 31- Analogía entre la naturaleza y la arquitectura como configuradores de sistemas. Fuente: Elaboración propia 2018. 66
Imagen 32- Curva de Koch. Perspectivas de los fractales como iteraciones/hábitos, sistemas estructurales y proceso iterativo de diseño. Fuente: Elaboración propia 2018. Imagen base obtenida de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-18-El-Copo-de-Nieve-de-Koch-El-resultado-final-como-limite-de-este-proceso_fig10_267982220 67
Imagen 33- La Fractalidad en los Sistemas. Fuente: Elaboración propia 2020. Imagenes base obtenidas de: https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_localización_de_von_Thünen, http://urban-networks.blogspot.com/2015/08/revoluciones-urbanas-en-la-decada-de_22.html, http://geografiaeconomicaprincipalesautores.blogspot.com/2016/10/v-behaviorurldefaultvmlo_16.html, ... 69
Imagen 34- Jeroglífico de Cuahutenco. Fuente: (Palma, 2018, pág. 22) 72
Imagen 35- Información periodística sobre la visita y recorrido de la señora Luisa Isabel Campos a Santa Cruz. Fuente: (Palma, 2018, pág. 192). 73
Imagen 36- Conexiones con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017. 75
Imagen 37- Distancias con comunidades próximas. Fuente de mapa base: Google Earth, noviembre 2017. 75
Imagen 38- Morfología territorial de Santa Cruz. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 76
Imagen 39- Perímetros de contención urbana. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 76
Imagen 40- Esquema del territorio de estudio, con curvas de nivel a cada 5 metros y traza urbana. Fuente: Elaboración propia 2018. 77
Imagen 41- Pendientes del terreno. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 77
Imagen 42- Soleamiento y Vientos Dominantes. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 78
Imagen 43- Hidrografía de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. Imagen 1, archivo personal 2018. Imagen 2 y 3, Google Maps 2018. 79
Imagen 44- Sección I: Santa Cruz Cuahutenco-Nevado de Toluca. Fuente: Google Earth 2017. 80
Imagen 45- Sección II: Ampliación de Altimetría en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth 2017. 80
Imagen 46- Delimitación de estructura de cuadrantes en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 82
Imagen 47- Ampliación del Cuadrante I en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 83
Imagen 48- Estructura de ejes natural, artificial y social en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de Plano Base: Google Earth 2017. 84
Imagen 49- Localización de Tanque de Agua que dota del suministro a la comunidad de Santa Cruz Cuauhtenco. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 85
Imagen 50- Espacios Educativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 86
Imagen 51- Espacios Culturales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 86
Imagen 52- Espacios Recreativos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 87
Imagen 53- Espacios Deportivos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 87
Imagen 54- Espacios Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 88
Imagen 55- Espacios Religiosos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 88
Imagen 56- Espacios de Transporte. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 89
Imagen 57- Espacios de Salud. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 89
Imagen 58- Espacios Políticos. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 90
Imagen 59- Espacios de Programas Sociales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 90

Imagen 60- Espacios de Extracción de materiales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 91
Imagen 61- Espacios Industriales. Fuente de plano base: Google Earth 2017. 91
Imagen 62- Celebración Patronal en Atrio de Templo. Fuente: Archivo personal, agosto 2019. 97
Imagen 63- Ofrenda de Ruta de las Ánimas 2019. Fuente: Archivo personal, noviembre 2019. 97
Imagen 64- Elaboración de Pan Artesanal. Fuente: http://www.edomexaldia.com.mx/2015/07/mantienen-viva-la-tradicion-de-la-elaboracion-de-pan-en-zinacantepec/ 98
Imagen 65- Analogía bidimensional de la deformación del espacio-tiempo tetradimensional por acción de la materia-energía. Publicado por Nicolás Fabelo en: http://www.rtve.es/noticias/20151124/siglo-mano-albert-einstein/1259800.shtml. Consultado en noviembre de 2018. 102
Imagen 66- Representación gráfica de los patrones de espacialidad, temporalidad y materialidad como los conceptos esenciales que constituyen la Arquitectura y la realidad. Fuente de imágenes base: Edificio: https://www.flaticon.es/icono-premium/edificio_24736 Montaña: https://es.pngtree.com/freepng/mountains-icon_3566031.html Escala Humana: http://www.doyoucity.com/proyectos/entrada/14202 103
Imagen 67- Mapa de Referencia: Zinacantepec - Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Archivo del Municipio de Zinacantepec 2018. 104
Imagen 68- Mapa de Referencia: Santa Cruz Cuahutenco – Polígono de estudio. Fuente: Elaboración propia 2019. 104
Imagen 69- Mapa de Curvas de Nivel a cada dos metros en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Elaboración propia 2019. 105
Imagen 70- Mapa de Sector Centro y Sector Colonia. Fuente: Elaboración propia 2019. 105
Imagen 71- Mapa de cuadrantes. Fuente: Elaboración propia 2019. 106
Imagen 72- Mapa de traza reticular. Fuente: Elaboración propia 2019. 106
Imagen 73- Mapa de sistema de coordenadas. Fuente: Elaboración propia 2019. 107
Imagen 74- Plano Nolli. Fuente: Elaboración propia 2019. 107
Imagen 75- Mapa de espacios llenos. Fuente: Elaboración propia 2019. 108
Imagen 76- Mapa de espacios vacíos. Fuente: Elaboración propia 2019. 108
Imagen 77- Mapa de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019. 109
Imagen 78- Mapa Síntesis de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia 2019. 109
Imagen 79- Desglose de Sector Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2019. 110
Imagen 80- Desglose de Áreas sin Uso. Fuente: Elaboración propia 2019. 110
Imagen 81- Desglose de Vialidades. Fuente: Elaboración propia 2019. 111
Imagen 82- Desglose de Banquetas y Andadores. Fuente: Elaboración propia 2019. 111
Imagen 83- Desglose de Religión. Fuente: Elaboración propia 2019. 112
Imagen 84- Desglose de Educación y Cultura. Fuente: Elaboración propia 2019. 112
Imagen 85- Desglose de Sector Vivienda y Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019. 113
Imagen 86- Desglose de Sector Recreación y Deporte. Fuente: Elaboración propia 2019. 113
Imagen 87- Desglose de Sector Comercio. Fuente: Elaboración propia 2019. 114
Imagen 88- Desglose de Servicios. Fuente: Elaboración propia 2019. 114
Imagen 89- Mapa por sectores de lo construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 115
Imagen 90- Mapa Síntesis de lo construido Fuente: Elaboración propia 2019. 115
Imagen 91- Desglose de Vivienda construida. Fuente: Elaboración propia 2019. 116
Imagen 92- Desglose de Vivienda y Comercio construidos. Fuente: Elaboración propia 2019. 116
Imagen 93- Desglose Religión construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 117
Imagen 94- Desglose de Comercio construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 117
Imagen 95- Desglose de Educación y Cultura construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 118
Imagen 96- Desglose de Recreación y Deporte construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 118
Imagen 97- Desglose Servicios construido. Fuente: Elaboración propia 2019. 119

Imagen 98- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "DB1 Plano Base" y "D6B Vialidad". 120
Imagen 99- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E2A Usos del suelo" y "E2B Usos del suelo". 121
Imagen 100- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E1 Clasificación del Territorio" y "E3A Vialidades y Restricciones". 122
Imagen 101- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D6 Infraestructura y Equipamiento Actual" y "D3 Estructura Urbana Actual". 123
Imagen 102- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "E5A Centro Histórico" y "D4 Crecimiento". 124
Imagen 103- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, planos "D7 Síntesis de la Problemática" y "E4 Principales Proyectos, Obras y Acciones". 125
Imagen 104- Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec 2015, plano "D5 Zonas vulnerables a riesgos". 126
Imagen 105- Estructura de AGEBS y Análisis por Manzanas. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 127
Imagen 106- Delimitación y Análisis de Polígono de Estudio. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 128
Imagen 107- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 129
Imagen 108- Análisis de Indicadores de Economía. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 130
Imagen 109- Análisis de Indicadores de Población. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 131
Imagen 110- Análisis de Indicadores de derechohabientes a servicios de salud. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 132
Imagen 111- Análisis de Indicadores de Discapacidad. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 133
Imagen 112- Análisis de Indicadores de Migración. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 134
Imagen 113- Análisis de Indicadores de Religión. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016..... 135
Imagen 114- Análisis de Indicadores de Situación Conyugal. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016. 136
Imagen 115- Análisis de Indicadores de Jefatura en el Hogar. Fuente: Inventario Nacional de Vivienda 2016..... 137
Imagen 116- Naturaleza del Territorio. Fuente de Plano Base: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Hoja No. 1210. Fecha de Vuelo: 1983-1984. 142
Imagen 117- Mapa de Conectividad Urbana en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente: Google Earth, 2017 y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, 2015, Plano E4, Principales Proyectos, Obras y Acciones..... 144
Imagen 118- Mapa de Conectividad Local en Santa Cruz Cuahutenco. Fuente de plano base: Google Earth, 2017. 145
Imagen 119- Sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 146
Imagen 120- Ubicación de Nodos de actividad humana. Fuente: Elaboración propia 2020. 147
Imagen 121- Conectividad de Nodos. Fuente: Elaboración propia 2020. 147
Imagen 122- Propuesta de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 148
Imagen 123- Uso del Suelo "Vivienda". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 149
Imagen 124- Uso del Suelo "Sin Uso". Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 150
Imagen 125- Uso del Suelo "Vialidades". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 151
Imagen 126- Uso del Suelo "Banquetas y Andadores". Fuente: Elaboración propia. enero 2020..... 152
Imagen 127- Uso del Suelo "Ciclovía". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 153
Imagen 128- Uso del Suelo "Religión". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 154
Imagen 129- Uso del Suelo "Educación y Cultura". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 155
Imagen 130- Uso del Suelo "Vivienda y Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 156

Imagen 131- Uso del Suelo "Recreación y Deporte". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 157
Imagen 132- Uso del Suelo "Comercio". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 158
Imagen 133- Uso del Suelo "Servicios". Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 159
Imagen 134- Total de Usos del Suelo. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 160
Imagen 135- Total Edificado en el Territorio. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 161
Imagen 136- Plano Nolli Propuesto. Fuente: Elaboración propia. enero 2020. 162
Imagen 137- Actualización del espacio lleno en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 163
Imagen 138- Actualización del espacio vacío en el territorio. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 163
Imagen 139- Síntesis de Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 164
Imagen 140- Acceso Sur desde Vialidad Luisa Isabel Campos de Jiménez Cantú Segunda Sección. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 165
Imagen 141- Acceso Norte desde calle Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 165
Imagen 142- Vista de Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 166
Imagen 143- Vista de Andador hacia Acceso Poniente de Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 166
Imagen 144- Vista Aérea de Río, Andador y Ciclovía. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 167
Imagen 145- Vista de Área Deportiva-Recreativa. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 167
Imagen 146- Detalle de Andador. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 168
Imagen 147- Detalle de Biodigestor en Viviendas. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 168
Imagen 148- Vista de Acceso Oriente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020.. 169
Imagen 149- Vista de Acceso Poniente a Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 169
Imagen 150- Sistema de Financiamiento para Centro Cultural. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 170
Imagen 151- Festividades de agosto en el escenario del Templo de Santa Elena de la Cruz. Fuente: Archivo personal, tomada el 19 de agosto de 2019. 172
Imagen 152- Exterior del Templo a mediados del siglo XVIII. Fuente: Palma, A. (2018). Santa Cruz Cuahutenco. Historia, tradición y vida social. México: D.R. © Ángel Francisco Palma Lujano. P.164. 173
Imagen 153- Etapas de Construcción del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 174
Imagen 154- Sectores del Conjunto Religioso y Organización del Espacio en Ceremonia Litúrgica. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 175
Imagen 155- Ejes compositivos del Templo Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 176
Imagen 156- Flujos humanos y patrones lleno/vacío. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 176
Imagen 157- Analogías de la Densidad Espacio-Temporal. Moscú: https://ru-travel.livejournal.com/17160697.html Tlatelolco: https://homesecurity.press/quotes/mexico-city-earthquake-1985-before.html Santa Cruz Cuahutenco: Google Maps, octubre de 2018 177
Imagen 158- Referentes históricos de Capilla Abierta. Fuente de imágenes base: Zinacantepec: https://www.turimexico.com/convento-de-san-miguel-zinacantepec/ Oaxaca: https://www.viveoaxaca.org/2010/11/templo-de-santo-domingo-de-guzman_29.html Tlaxcala: http://zacatelcoradio.com/wp/tlaxcalleando-experiencia-sensitiva-vivela-este-viernes-17-de-marzo/ 178
Imagen 159- Estado actual del templo de Santa Elena. Fuente: Archivo personal, 3 de septiembre de 2019. 179
Imagen 160- Proceso de Diseño de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 180
Imagen 161- Alineación frontal y lateral a Templo existente. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 181
Imagen 162- Lámina Conceptual de Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 183
Imagen 163- Vista Poniente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 184

Imagen 164- Vista Oriente del Conjunto. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 184
Imagen 165- Vista hacia Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 185
Imagen 166- Vista desde Capilla Abierta. Fuente: Elaboración propia, enero 2020. 185
Imagen 167- Estructura del Sistema de Ríos desde la Geometría Fractal. Fuente de imágenes base: Google Earth, 2017. 209

IMÁGENES DE PORTADA DE CAPÍTULOS:

Portada de documento: Imagen obtenida el 27 de diciembre de 2019 desde: https://blogs.iadb.org/administracion-publica/es/escuchame-cuando-te-hablo-big-data-para-gobiernos-mas-abiertos/

Logo Universidad Autónoma del Estado de México: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://criterionoticias.wordpress.com/2014/10/05/historia-y-significado-del-escudo-de-la-uaem/

Logo Facultad de Arquitectura y Diseño: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://pngimage.net/logo-facultad-de-arquitectura-png-7/

Letras UAEMex: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: https://sites.google.com/site/cuuaemregionpacifico/

Carátula de Introducción: Obtenido el 27 de diciembre de 2019 desde: http://sylvain21eugenie.s.y.pic.centerblog.net/o/d4327a2a.jpg

Carátula del Capítulo I: Obtenido el 31 de diciembre de 2019 desde: https://www.elasterisco.es/la-vida-tiene-geometria-fractal/#.XgvuB25FyHk

Carátula del Capítulo II: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/hector-garrido-el-fotografo-que-amaba-la-geometria-fractal-y-donana-2_9873/24

Carátula del Capítulo III: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://steemit.com/cervantes-curaciones/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-ii-copos-de-nieve

Carátula del Capítulo IV: Obtenido el 30 de enero de 2020 desde: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/hector-garrido-el-fotografo-que-amaba-la-geometria-fractal-y-donana-2_9873/24

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El que suscribe **Víctor David García Araujo**, autor del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de **Tesis** con el título ***Propuesta de Mejoramiento Urbano-Arquitectónico en Santa Cruz Cuahutenco: una visión desde la Geometría Fractal***, por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en **Toluca, Estado de México**, para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de **Arquitecto**.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

Se firma presente en la ciudad de Toluca, a los 12 días del mes de febrero de 2020.

Víctor David García Araujo

Nombre y firma de conformidad