



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“ANTEPROYECTO DE LOTIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN
DE DOS PREDIOS UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE
ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

JÁCOME PÉREZ OMAR MICHEL

ASESOR:

M. EN I. TOBIAS ARROYO PATRICIA ANGÉLICA

MÉXICO 2015

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO



FES Aragón



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La persona que llega más lejos es normalmente la que está dispuesta a hacer y atreverse.

Dale Carnegie.



Índice

OBJETIVO..... 1

ALCANCES..... 1

RESUMEN..... 2

INTRODUCCIÓN 3

1. ANTECEDENTES..... 5

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO. 5

1.1.1 **TOPONIMIA..... 5**

1.1.2 **ESCUDO.¹..... 5**

1.1.3 **MEDIO FÍSICO. 6**

1.1.3.1 **LOCALIZACIÓN. 6**

1.1.4 **EXTENSIÓN..... 7**

1.1.4.1 **OROGRAFÍA. 7**

1.1.4.2 **HIDROGRAFÍA. 7**

1.1.4.3 **CLIMA..... 7**

1.1.5 **PRINCIPALES ECOSISTEMAS. 8**

1.1.5.1 **FLORA..... 8**

1.1.5.2 **FAUNA. 8**

1.1.5.3 **RECURSOS NATURALES. 8**

1.1.6 **CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO..... 8**

1.1.7 **GOBIERNO..... 9**

1.1.8 **DATOS ESTADÍSTICOS DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO (INEGI 2010)..... 10**

1.2 ZUMPANGO COMO CIUDAD BICENTENARIO. 10

1.2.1 **UBICACIÓN Y PAPEL DEL MUNICIPIO EN EL SISTEMA DE CIUDADES. 12**

1.3 DESARROLLO URBANO..... 17

1.3.1 **ESTRUCTURA URBANA. 19**

1.3.1.1 **USO ACTUAL DEL SUELO..... 19**

1.3.1.2 **VIVIENDA..... 20**

1.4 ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO URBANO..... 21

1.4.1 **CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA URBANA (IMAGEN OBJETIVO)..... 21**

2 *NORMATIVIDAD PROPIA DE LOS PREDIOS*..... 23

2.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. 23

2.1.1 **UBICACIÓN REGIONAL..... 23**

2.2 CLASIFICACIÓN Y USO DE SUELO DE LOS PREDIOS. 26



2.2.1	USO DE SUELO PERMITIDO DE ACUERDO AL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO.....	26
2.2.2	CERTIFICADO DE ZONIFICACIÓN Y USO DE SUELO.....	30
2.3	PROPUESTA DE LOTIFICACIÓN.	31
2.3.1	NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO.....	31
2.3.2	NORMATIVIDAD DEL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO.....	35
2.4	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD.	38
3	ANTEPROYECTO DE LOTIFICACIÓN.....	40
3.1	Propuesta A.....	40
3.1.2	TABLA DE ÁREAS POR NORMATIVIDAD PARA LA PROPUESTA A.....	47
3.2	Propuesta B.....	48
3.2.1	TABLA DE ÁREAS POR NORMATIVIDAD PARA LA PROPUESTA B.....	54
3.3	PROPUESTA A, CON DISTRIBUCIÓN DE LOTES EN PLANO.....	57
3.4	PROPUESTA B.....	59
3.5	UBICACIÓN DEL TANQUE ELEVADO Y REVISIÓN DE ÁREAS DE DONACIÓN DE ACUERDO AL REGLAMENTO.....	65
4.	ANTEPROYECTO DE AGUA POTABLE.....	69
4.1	ANTECEDENTES.	69
4.1.1	EL AGUA POTABLE.....	69
4.1.2	EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE Y SU RELACIÓN CON LA SALUD PÚBLICA.....	70
4.2	ESTUDIOS BASICOS PARA EL PROYECTO.	71
4.2.1	GENERALIDADES.....	71
4.2.2	ESTUDIOS DE PROYECTO.....	74
4.2.3	INFORMACIÓN PREVIA.....	76
4.3	NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO.....	78
4.4	NORMATIVIDAD DE ACUERDO AL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO.....	80
4.5	DATOS DE PROYECTO.....	81
4.6	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	94
4.6.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	95
4.6.2	PRESIONES REQUERIDAS Y VELOCIDAD DE FLUJO EN LA RED.....	95



4.7	CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	96
5.	ANTEPROYECTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	105
5.1	AVANCES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	105
5.1.1	TIPOS DE SISTEMAS.....	106
5.1.2	ELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA.....	108
5.1.3	PARTES DE QUE CONSTA UNA RED DE ALCANTARILLADO.....	109
5.2	NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO SOBRE ALCANTARILLADO.....	114
5.3	NORMATIVIDAD DEL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO SOBRE ALCANTARILLADO.....	116
5.4	TRABAJOS PREVIOS AL CÁLCULO (ALCANTARILLADO SANITARIO).....	117
5.4.1	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....	120
5.5	TÉCNICAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.	129
6.	PARAMÉTRICO DEL COSTO DE ANTEPROYECTO.....	131
6.1	ETAPAS DEL DISEÑO.....	131
6.2	DEFINICIÓN DE ANTEPROYECTO, DESARROLLO DEL DISEÑO Y PROYECTO EJECUTIVO.....	132
6.2.1	ANTEPROYECTO.....	133
6.2.2	DESARROLLO DEL DISEÑO.....	133
6.2.3	PROYECTO EJECUTIVO.....	134
6.3	DEFINICIÓN DE PARAMÉTRICO, PRESUPUESTO ESTIMADO Y PRESUPUESTO BASE.....	136
6.3.1	ÍNDICES DE COSTOS PARA LA PRESUPUESTACIÓN.....	136
6.3.2	PRESUPUESTO PARAMÉTRICO.....	137
6.3.3	PRESUPUESTO ESTIMADO.....	137
6.2.4	PRESUPUESTO BASE.....	138
6.4	INTEGRACIÓN DEL PARAMÉTRICO Y DESARROLLO DEL DISEÑO EN EL ANTEPROYECTO ZUMPANGO.....	139
6.4.1	COSTOS PARAMÉTRICOS DE ANTEPROYECTO.....	140
6.5.2	COSTOS VOLUMÉTRICOS DE ANTEPROYECTO.....	142
	CONCLUSIONES.....	150
	BIBLIOGRAFÍA.....	152
	MESOGRAFÍA.....	153



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



GLOSARIO DE FÓRMULAS 154
GLOSARIO DE TÉRMINOS..... 155
ÍNDICE DE FIGURAS..... 156
ÍNDICE DE CUADROS..... 157
ÍNDICE DE PLANOS..... 158
ANEXOS..... 159



OBJETIVO.

Proyectar y distribuir la lotificación de dos predios ubicados en el municipio de Zumpango, además de trazar las vialidades de acuerdo a las restricciones del reglamento correspondiente, el anteproyecto de la red de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y el paramétrico de urbanización del anteproyecto.

ALCANCES.

- Planear y proyectar de acuerdo al plan de desarrollo del municipio de Zumpango y el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México.
- Proyección de vialidades primarias.
- Lotificación de ambos predios de acuerdo a legislación vigente.
- Anteproyecto de la red de distribución de agua potable.
- Anteproyecto de la red de alcantarillado para aguas residuales y pluviales, separados.
- Integración del Paramétrico del costo del anteproyecto.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado, “Anteproyecto de lotificación y urbanización de dos predios ubicados en Zumpango, Estado de México”, desarrollará la lotificación y urbanización de dos predios ubicados sobre el viaducto Bicentenario, entre la Universidad Autónoma del Estado de México, plantel Zumpango y el nuevo Palacio municipal de Zumpango y/o Centro Geriátrico.

La propuesta de lotificación se basará en la legislación vigente del Plan municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, así como en el Reglamento del libro quinto del código administrativo del Estado de México, por lo cual es importante tenerlos en consideración.

Posteriormente, al tener la propuesta de lotificación, se hará un trazado tentativo de la red de distribución de agua potable, así como del alcantarillado, revisando estar dentro de la legislación antes mencionada.

Además, se calculará toda la red de distribución de agua potable, así como la revisión de las presiones, diámetros y trayectoria de cada una de las tuberías en el diseño ramificado.

De igual manera, para el trazo de la red de alcantarillado sanitario, se tendrá que revisar el recorrido de la tubería, para proponer un sistema de vertido por gravedad, y hacer de esta manera más eficiente el sistema, no solo por economía, sino porque ambos predios lo permiten por su topografía.

Por último, pero no menos importante, se hará la integración de un paramétrico del costo total de urbanización de ambos predios, de acuerdo a todos los datos obtenidos a través de los cálculos desarrollados en cada capítulo.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población en las últimas décadas, ha impulsado la evolución y saturación de las grandes urbes, e incluso, el asentamiento de grandes poblaciones cerca de las mismas. Por lo cual, es necesario urbanizar aquellos lugares en donde se encuentran los nuevos asentamientos. El Estado de México no es la excepción, puesto que colinda con la metrópoli más grande de la República Mexicana, la llamada Ciudad de México o Distrito Federal.

Debido a estas necesidades crecientes día con día, el gobierno del Estado de México ha implementado un programa que plantea y proyecta el crecimiento de grandes ciudades debido a sus cualidades y a que se encuentran en puntos estratégicos de algún modo, las cuales son denominadas Ciudades del Bicentenario. Entre estas se encuentran los municipios de Huehuetoca, Almoloya de Juárez, Tecámac, Zumpango, solo por mencionar algunas. Es por esto mismo que se ha planteado todo un documento denominado Plan Municipal, que plantea el desarrollo de cada uno de los municipios a futuro en cuanto a: Urbanización, vivienda, vías de comunicación, servicios, etc.

Zumpango al ser uno de los municipios que conforman el plan de las ciudades Bicentenario, ha desarrollado documentos donde se da un estado actual del municipio, además nos da una planeación a largo plazo para el desarrollo del mismo, tales documentos son el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango y el complemento del mismo, con la finalidad de hacer de este municipio una gran urbe a futuro.

Por otro lado, es necesario construir nuevos desarrollos habitacionales, dotados de servicios básicos como lo son: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, vías de comunicación, transporte, etc., para de esta forma satisfacer las necesidades de la población que habite en la zona y pueda tener un desarrollo integral y sustentable.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



Aunado a esto, se necesita una mayor planeación y visión en el crecimiento acelerado de municipios como este, para establecer las líneas de acción a futuro, analizando todas y cada una de las variables que lleva consigo esto, como lo es:

- Evitar la saturación de las vías de comunicación.
- Asegurar el abastecimiento de agua potable a toda la población.
- Invertir en nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente.
- Reducir los índices de contaminación.
- Entre otras.

1. ANTECEDENTES.

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO.

1.1.1 TOPONIMIA.¹

Zumpango es una descomposición hispana del vocablo del idioma náhuatl "Tzompanco", que se compone de la expresión "Tzompantli": "Hilera de Cabelleras" y Co que determina un lugar, sitio o espacio ocupado; lo que significa: "Lugar del tzompantli".

1.1.2 ESCUDO.¹

No existe escudo que identifique al municipio, sin embargo es el carácter náhuatl "Tzompanco" el que lo sustituye.

Descripción del carácter "Tzompanco" es: un cráneo humano ensartado en un palo delgado horizontal sostenido por dos verticales por ambos extremos, cimentados en una base, dice "tzompantli"; la figura que lo enmarca es un "altepetl"(montaña de agua), como se puede ver en la Fig. 1

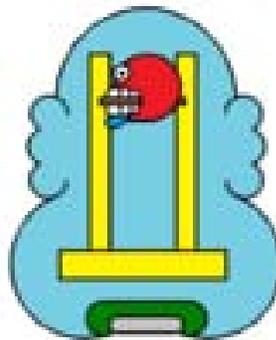


Figura 1. Escudo de Zumpango

¹ Ramírez Curiel Alejandro, Monografía Municipal de Zumpango. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México. 1999.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15120a.html>

Los colores del carácter son: rojo en el cráneo, símbolo de sabiduría; el blanco en los ojos y dientes "el principio, la luz"; el amarillento verdoso de la empalizada alude a la tonalidad de la piel del cadáver humano; el azul que se ve al fondo evoca la laguna de Zumpango; las líneas negras se refiere a la tinta para escribir aspectos sabios e inteligentes; la base del Tzompantli es negra y se refiere al Mictlan, "lugar del eterno reposo", también al norte, a Tezcatlipoca que en la filosofía náhuatl personifica la memoria.

1.1.3 MEDIO FÍSICO.²

1.1.3.1 LOCALIZACIÓN.

El municipio de Zumpango se localiza en la parte noreste del estado de México, en las coordenadas 19°43'10" y los 19°54'52" de latitud norte, los 98°58'12" y los 99°11'36" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Limita al norte con los municipios de Tequixquiac y Hueypoxtla; al sur Teoloyucan Cuautitlán, Nextlalpan, Jaltenco y Tecámac; al oriente, Tizayuca y Tecámac; al poniente colinda con Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec y Huehuetoca; todos del estado de México, excepto Tizayuca que pertenece al estado de Hidalgo", como se puede ver en la figura 2.

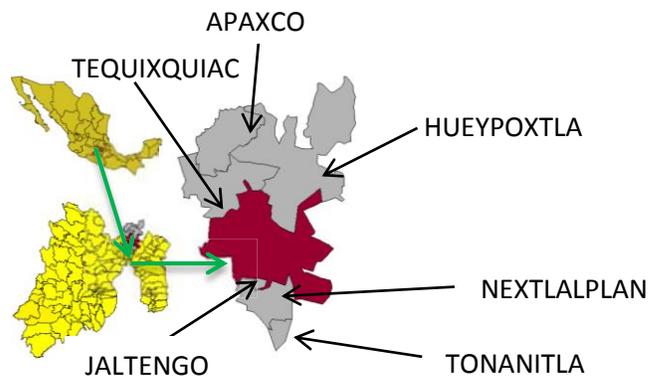


Figura 2. Localización del municipio de Zumpango.

² Ramírez Curiel Alejandro, Monografía Municipal de Zumpango. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México. 1999.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15120a.html>



1.1.4 EXTENSIÓN.

El municipio ocupa una superficie de 244.08 Km².

1.1.4.1 OROGRAFÍA.

El territorio geológico se caracteriza por tener un 50% de superficie plana hacia el sur y por el norte se clasifican varios lomeríos y cerros, estos últimos se ven por el noreste. Las altitudes oscilan entre 1,245, 1,260, 1,300 y la más alta, 1,650 del Cerro del Zitlaltepec, todas referidas sobre el nivel del mar.

1.1.4.2 HIDROGRAFÍA.

El agua de lluvia se desliza por las pendientes del declive orográfico donde es absorbida por la tierra y la que no alcanza a filtrarse corre por el cauce del antiguo arroyo de las avenidas de Pachuca, convertido hoy en conductor de aguas negras teniendo su destino final el Gran Canal de desagüe del Valle de México.

La laguna de Zumpango con cerca de 2,000 hectáreas de extensión (20km²), algunas barrancas, el Gran Canal y túneles del desagüe del Valle de México constituyen principalmente el sistema hidrográfico.

1.1.4.3 CLIMA.

El clima es frío durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, la época en que la temperatura es cálida es de abril a octubre.

La temperatura que se registra es de 31°C la máxima y de -2.3°C la mínima, con una media anual de 14.8°C. La precipitación pluvial total anual es de entre 600 y 800 milímetros, registrándose la mayor precipitación pluvial en junio.

De mayo a junio tienen lugar fuertes granizadas y ocasionalmente ocurren heladas en septiembre, diciembre, enero, febrero, marzo y excepcionalmente en abril.

Los vientos predominantes proceden del norte; en febrero son características las tolveneras más agresivas, llegan por el sureste. En septiembre se manifiestan más los efectos de los ciclones de los mares.



1.1.5 PRINCIPALES ECOSISTEMAS.³

1.1.5.1 FLORA.

Las plantas típicas son el nopal, maguey, órgano, cardón, huizache, cholla, cacto de pipa, abrojo, biznaga, carrizo, xoconochtlí, colorín, tepozan, palmera y el pirul, pero hay también árboles como: el ciprés, fresno, encino, alcanfores y eucaliptos; también hay frutales como: el capulín, el tejocote y el manzano; asimismo, plantas o yerbas silvestres y de ornato.

1.1.5.2 FAUNA.

La fauna se integra de ratas, tlacuaches, coyotes, lagartijas, gorriones, golondrinas salta pared, palomas, gavilán, colibrí, lechuza, halcón, águila, garzas y patos, además de gran cantidad de insectos. Una gran variedad de fauna doméstica como perros, gatos, vacas, cerdos, aves de corral, etc.

1.1.5.3 RECURSOS NATURALES.

El mayor recurso natural es el agua, tanto la que se deposita en la laguna de Zumpango como la que se extrae de mantos acuíferos subterráneos, del sistema del Gran Canal y túneles del Desagüe del Valle de México.

Hay vetas de arena, tezontle rojo y negro, tierra y piedra de tepetate.

1.1.6 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO.

El 80% del territorio del municipio es del periodo cuaternario, con sedimentos de aluvión y depósitos lacustres; por el norte del municipio hay dos tipos de rocas del periodo terciario y hacia la parte poniente de la laguna de Zumpango se haya una zona de basaltos colorados, también del periodo terciario.

³ Ramírez Curiel Alejandro, Monografía Municipal de Zumpango. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México. 1999.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15120a.html>



1.1.7 GOBIERNO.⁴

1.1.7.1 PRINCIPALES LOCALIDADES.

Cabecera municipal: Zumpango de Ocampo, ciudad desde 1877 por decreto de la Legislatura del Estado de México, es el comercio la principal actividad económica y las agropecuarias también, cuenta con cerca de 159,647 habitantes, dista 120 kilómetros de Toluca, su capital.

⁴ Ramírez Curiel Alejandro, Monografía Municipal de Zumpango. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México. 1999.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15120a.html>



1.1.8 DATOS ESTADÍSTICOS DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO (INEGI 2010).⁵

De acuerdo al último censo de población y vivienda, podemos tener los siguientes datos:

POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDA (2010)	
Población total	159,647 habitantes
Relación hombres-mujeres (hombres por cada 100 mujeres)	97.0 hombres
Hogares (Hogares Censales)	37,175 viviendas
Tamaño promedio de los hogares (habitantes/ hogar)	4.3 habitantes
Hogares con jefatura femenina	7,024 hogares
Total de viviendas particulares habitadas de cualquier clase	37,645 viviendas
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4.3 hab/viv.

Cuadro 1. Datos estadísticos del INEGI.

1.2 ZUMPANGO COMO CIUDAD BICENTENARIO.⁶

Zumpango está considerada por la presente administración estatal como una de las 6 Ciudades del Bicentenario, las cuales cumplirán una función estratégica en el ordenamiento territorial del Estado de México. Huehuetoca, Tecámac, Atlacomulco, Jilotepec y Almoloya de Juárez complementan el programa.

Las ciudades del Bicentenario serán ciudades que se diferencien de otras ciudades, esto es, una Ciudad del Bicentenario debe ser la “Ciudad de ciudades”, deben ser proyectos urbanos de gran escala y magnitud que combinen el desarrollo urbano,

⁵ INEGI. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>, 2014.

⁶ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, Págs. 137-138.



el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección al medio ambiente para garantizar la calidad de vida de sus habitantes. También debe ser un proyecto urbano, estratégico, integral y autosustentable.

Las Ciudades del Bicentenario serán espacios diseñados en primera instancia para el bienestar de sus habitantes, con proyectos estructurados por corredores, vialidades y sistemas de transporte que garanticen la integración de los distritos habitacionales con el resto de los usos del suelo, las actividades productivas, los equipamientos y los servicios dentro de un concepto de ciudad autosuficiente.

Las Ciudades del Bicentenario serán áreas en las que se dé una importancia considerable a la creación de áreas verdes y recreativas, lo que le dará sustentabilidad ambiental; los espacios abiertos, las plazas, las vialidades, los andadores deben ser espacios para la forestación, lo que permitirá la absorción del agua, la reducción de la contaminación del aire y en general, la creación de condiciones climáticas más adecuadas.

Serán ciudades en las que estará garantizado el abastecimiento de agua, protegiendo los acuíferos y las áreas de recarga; las fuentes pueden provenir del macrocircuito, de la red del Cutzamala, de pozos o manantiales; y deben contar con infraestructura como: plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y de distribución. Asimismo se deberá garantizar la baja generación de fugas, eliminando así su desperdicio. Para su administración y operación deberán de aplicarse cuotas reales que apoyen su buena utilización. Las Ciudades del Bicentenario deberán contar con todo el apoyo institucional de programación y presupuestación así como los instrumentos de estructuración de un nuevo patrón de ocupación, más organizado y equilibrado, a la vez de impulsar la concentración de inversiones públicas y privadas en bien del desarrollo urbano de la entidad.



1.2.1 UBICACIÓN Y PAPEL DEL MUNICIPIO EN EL SISTEMA DE CIUDADES.⁷

El estado se divide en 12 regiones que coadyuvarán a lograr una adecuada integración, congruencia y eficacia en los programas, obras, acciones o proyectos que se desarrollen.

El municipio de Zumpango se localiza en la Región II junto con Apaxco, Hueyoxtlá, Jaltenco, Nextlalpan, Tonanitla, y Tequisquiác.

Zumpango en su contexto regional se localiza en una de las zonas más productivas de la entidad, junto con los municipios de Cuautitlán, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Naucalpan y Tultitlán entre otros.

El papel que actualmente desempeña el municipio en la región es el de centro prestador de bienes y servicios de cobertura municipal, destacando las actividades comerciales y de servicios, a través de la conformación de corredores y centros urbanos.

Se presentan las actividades agropecuarias como potencial económico, así como el impulso de actividades agroindustriales.

Se articula funcionalmente a través de tres vialidades regionales existentes y una en proyecto, sobre las cuales se realiza el flujo vehicular de tipo particular, público y de carga, las cuales son:

- Proyecto de entronque al Arco Norte, que comunicará a Zumpango con el puente terrestre que unirá 4 puertos del pacífico y el golfo. (En proyecto) Figura 3.

Como podemos verlo en la siguiente imagen, la línea marcada en color verde corresponde a la trayectoria del Arco Norte, la línea marcada en color morado corresponde al viaducto bicentenario, y por último, la línea en color rojo corresponde al proyecto.

⁷ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág.149

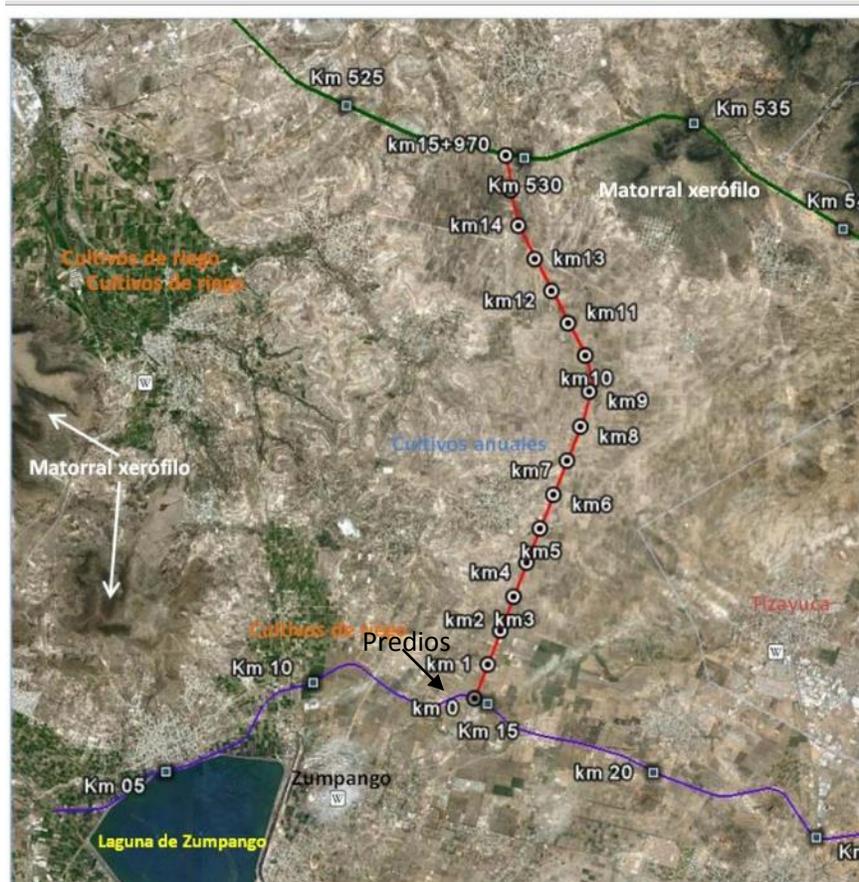


Figura 3. Proyecto de entronque al Arco Norte.

- Carretera Cuautitlán-Zumpango-Apaxco: Permite la comunicación con los municipios de Cuautitlán, Melchor Ocampo, Teoloyucan y Tequixquiac; y en el estado de Hidalgo con Apaxco.⁸ (En construcción, actualmente es denominada av. 16 de septiembre, y comunica a Zumpango y Tequixquiac)

⁸ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, págs.150

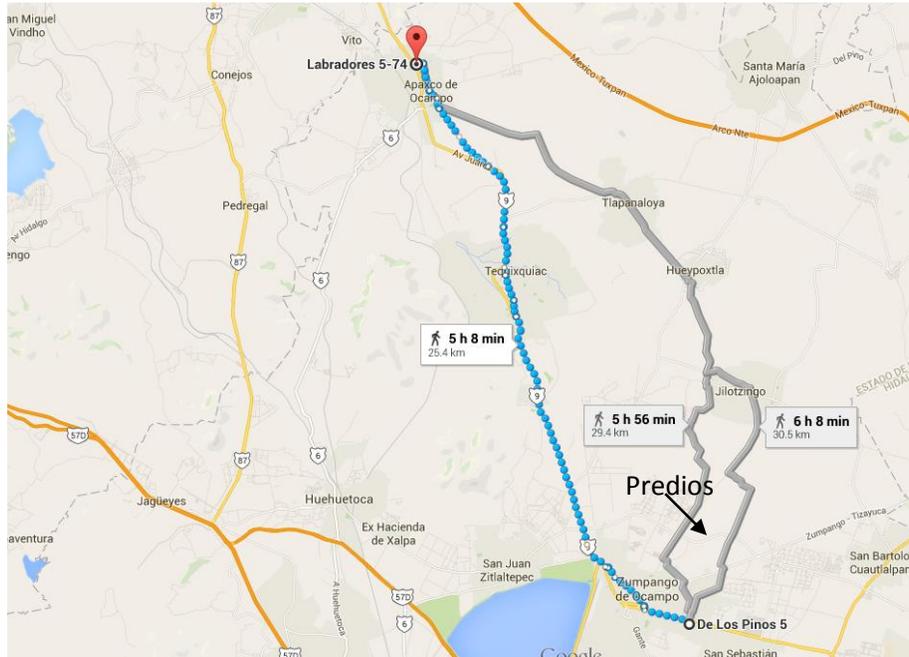


Figura 4. Carretera Cuautitlán-Zumpango-Apaxco.

- Zumpango-Los Reyes Acozac: Articula directamente al municipio con Tecámac, adicionalmente de este eje se desprende la carretera que comunica con el municipio de Nextlalpan, así como la carretera que comunica con el municipio de Tizayuca, Hidalgo. (En proceso)(Marcado con el número 1 en la figura 5)

- Zumpango-Huehuetoca: A través de este eje, circula la totalidad del tránsito vehicular que se dirige al municipio de Huehuetoca, esta vialidad tiene como paso el área urbana de San Juan Zitlaltepec. (En Proyecto)(Marcado con el número 2 en la figura 5).



Figura 5. Carretera Zumpango-Los Reyes Acozac (1) y Zumpango-Huehuetoca (2).

Estas dos últimas carreteras formarán parte del Eje de Desarrollo Huehuetoca – Acozac, señalado por el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán Texcoco P RDUVCT, mediante el mejoramiento, la ampliación e incluso la construcción de nuevas vialidades paralelas.

Este Eje forma parte del cuadrángulo que se complementa con las autopistas México-Querétaro y México-Pachuca y el par vial López Portillo-Vialidad Mexiquense.

Al interior de este cuadrángulo se localizan áreas agrícolas, la Laguna de Zumpango y la base aérea de Santa Lucía, zona que debe mantenerse como de preservación ecológica.

La política metropolitana para esta zona del Valle Cuautitlán Texcoco, es el control del crecimiento, a través de la conjugación de dos propósitos:

a) En las zonas ya pobladas se promoverán las actividades complementarias a la vivienda, haciendo ciudad dentro de la ciudad.

b) Se orientará el poblamiento futuro inevitable, al norte de la Sierra de Guadalupe, donde se puede integrar una estructura urbana más favorable para el Estado.



Figura 6. Ordenamiento urbano de Zumpango.

“La zona norte del Valle ofrece mayor capacidad y flexibilidad para dotarla de agua por medio del macrocircuito y de fuentes propias, así como para desalojar las aguas residuales a lo largo de las redes troncales de saneamiento existentes, tales como el Canal de la Compañía y el Emisor Poniente, además de la posibilidad de aprovechamiento del agua tratada a lo largo del Gran Canal.

En el Sistema de Ciudades de la Región del Valle Cuautitlán Texcoco definido por el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, Zumpango tiene asignada una política de Impulso y se encuentra en el área de influencia del continuo urbano funcional al norte de la Zona Metropolitana del Valle de México formado por Coacalco, Tultitlán, Tultepec, Cuautitlán, Melchor Ocampo, Tepotzotlán, Teoloyucan y Coyotepec.

A partir de su localización en el Eje de Desarrollo Huehuetoca – Acozac señalado por el PRDUVCT, su papel regional consistirá en fortalecer la estrategia de reorientación del poblamiento futuro del Valle Cuautitlán Texcoco, mediante la localización de actividades productivas y de servicios regionales, ligados a los Nodos que originan dicho Eje.”⁹

1.3 DESARROLLO URBANO.¹⁰

Zumpango tiene una localización estratégica respecto al puente terrestre del Pacífico al Golfo que enlazará los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tuxpan y Veracruz, mediante la conclusión de la vialidad denominada Arco Norte: Atlacomulco – Jilotepec – Tula – Ciudad Sahagún - San Martín Texmelucan. Asimismo, se encuentra cercano a los aeropuertos de la Cd. De México, Toluca, Atizapán de Zaragoza, Santa Lucía y el proyectado en Tizayuca. Y a las líneas de ferrocarril a Pachuca y Querétaro, como se puede observar en la figura 4.



Figura. 7 Contexto regional del municipio.

⁹ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág.151

¹⁰ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 50



Incrementará su comunicación con el Valle Cuautitlán Texcoco mediante el sistema de Tren Suburbano, a Cuautitlán en primera etapa y a Huehuetoca y Xaltocan en segunda y tercera etapas respectivamente.

El municipio de Zumpango forma parte de los 58 municipios que conforman la Región del Valle Cuautitlán - Texcoco México, la cual es la más importante de la entidad debido a su relevancia económica y poblacional.

Los municipios del norte de esta región, en el que se localiza Zumpango, se encuentran vinculados económica y funcionalmente; sin embargo, el área de influencia es mayor, ya que mantienen constantemente una interrelación del flujo de mercancías, personas, bienes y servicios, con los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla, Atizapán de Zaragoza, Tultitlán, Cuautitlán, Ecatepec, Tizayuca (Estado de Hidalgo) y el Distrito Federal.

El municipio se encuentra inmerso dentro de una subregión agropecuaria, junto con los municipios de Apaxco, Coyotepec, Huehuetoca, Hueyponxtla, Jaltenco, Nextlalpan, Tecámac, Tepotzotlán y Tequixquiac.

Entre estos municipios destaca Zumpango con el 19.25% de la población total de la subregión, ubicándose como la segunda concentración de importancia después de Tecámac, la cual concentró el 31%.¹¹

¹¹ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág.54



1.3.1 ESTRUCTURA URBANA.

1.3.1.1 USO ACTUAL DEL SUELO.

Los usos del suelo en las áreas urbanas del Municipio de Zumpango, se encuentran clasificados en habitacional, centros urbanos, corredores urbanos, equipamiento y baldíos, que integran una superficie de área urbana de 2,706.27 hectáreas, que representan el 11.09% del territorio municipal.

El uso habitacional, tiene una superficie de 2,618.90 hectáreas, que representa el 96.77% del área urbana. Este se encuentra combinado con comercio, servicios y equipamientos, y en sus áreas periféricas se presenta una asociación de usos habitacionales y usos agropecuarios (mixtos).

Estas zonas, presentan posibilidades para elevar la densidad e intensidad en el uso de suelo, sobre todo las ubicadas el eje Zumpango-Los Reyes.

Las áreas de equipamiento educativo, cultural, salud, comercio y recreación, incorporan una superficie de 23.31 hectáreas, que representan el 0.86% de la zona urbana. La mayoría de los equipamientos de cobertura regional se concentran en la Cabecera Municipal.

Los centros urbanos abarcan una superficie de 64.06 hectáreas, que representa el 2.37% del área urbana. En éstos se concentran equipamientos de corte regional, así como comercios y servicios asociados a la vivienda.

Las áreas que comprenden los usos no urbanos representan 19,185.62 hectáreas, las que significan 78.60% del territorio municipal. De ellas el uso agrícola abarca 15,732.41 hectáreas, lo que representa el 64.66% del municipio.



1.3.1.2 VIVIENDA.¹²

En el municipio de Zumpango la tipología de la vivienda predominante es la unifamiliar de uno o dos niveles, con un estilo arquitectónico totalmente heterogéneo e indefinido, con características tanto rurales como urbanas.

En las construcciones, el tamaño de lote oscila entre los 120 y 200 m² en las localidades urbanas más consolidadas, como en el caso de Zumpango de Ocampo, San Juan Zitlaltepec, San Bartolo Cuautlalpan, San Sebastián y Santa Lucía; en las zonas periféricas el lote promedio es mayor a 400 m².

De igual forma, la ocupación del suelo en las zonas consolidadas presenta un alto nivel de ocupación y utilización del suelo, mientras que en las zonas rurales, se presenta un bajo nivel de ocupación de uso del suelo e intensidad de construcción, así como un alto nivel de dispersión.

¹² Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 59.



1.4 ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO URBANO.¹³

1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA URBANA (IMAGEN OBJETIVO).

Se define a partir de la revisión de los diversos planes y programas que constituyen el marco de planeación, considerando los principales lineamientos definidos en los niveles superiores de planeación, con los que guarda plena congruencia.

1. Se aprovecha la ventaja de localización que representa para el municipio de Zumpango encontrarse en el Eje de Desarrollo Huehuetoca – Acozac, previsto por el PRDUVCT, así como respecto al Arco Norte y su comunicación con el país.

2. En complemento a la carretera existente, se construirá la vialidad regional Paseo Zumpango, que contribuya a la materialización de la estrategia del PRDUVCT para la Zona Norte del Valle Cuautitlán Texcoco.

3. Se preveen espacios para la realización de actividades productivas, en atención al señalamiento del PRDUVCT en cuanto al fortalecimiento de la estructura urbana actual y la infraestructura troncal de los centros urbanos localizados a lo largo de los ejes de desarrollo.

4. Como complemento, se conforma un Núcleo de Comercio y Servicios Regionales, actividades recreativas y equipamiento regional en el nodo que formarán la vialidad regional denominada Paseo Zumpango, y la carretera a Tizayuca.

5. Se agregan áreas habitacionales a las ya señaladas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2003, con el propósito de normar el futuro crecimiento de aquellas zonas sujetas a la presión para su ocupación derivada de la función estratégica que cumplirá Zumpango a nivel regional.

¹³ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 152



6. Se integra la estructura urbana de San Bartolo Cuautlalpan, San Pedro de la Laguna y San Sebastián a la de la cabecera municipal.
7. Se articula San Juan Zitlaltepec con la cabecera municipal de Zumpango mediante el Eje de Desarrollo, consolidándolo a partir del aprovechamiento de la infraestructura y el equipamiento ya instalado.
8. Se estructura el futuro crecimiento de los pueblos situados al norte del municipio: Loma Larga, El Rincón, Santa María Cuevas, España y San Miguel Bocanegra, generando condiciones normativas para controlar su dispersión poblacional.
9. Se conforma un Sistema de Espacios Recreativos al aire libre distribuidos en todo el municipio. En particular, los situados en torno a la Laguna de Zumpango, serán promovidos para la realización de actividades turísticas.
10. Se preservan las áreas no urbanizables para el uso forestal y el agropecuario. En particular, en las zonas agrícolas en el suroeste del municipio se promoverá su aprovechamiento intensivo que desaliente la expansión de la mancha urbana hacia el sur.
11. Se conserva la Laguna de Zumpango y la base aérea de Santa Lucía. Específicamente, para la Laguna de Zumpango, se llevarán a cabo acciones de regeneración y conservación, así como el impulso de programas de especies endémicas.
12. Se da funcionalidad a las redes de comunicaciones a través de la construcción, ampliación, prolongación y mejoramiento de la red vial existente y prevista.¹⁴

¹⁴ Modificación del Plan de desarrollo urbano de Zumpango. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano. 2008. Pág. ,152.

2 NORMATIVIDAD PROPIA DE LOS PREDIOS.

2.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El desarrollo del anteproyecto se fundamenta en la legislación que presenta el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango y de las dependencias citadas en el mismo, como lo es el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, La Ley de Vías Federales de Comunicación, la Ley de Asentamientos Humanos en el Estado de México, por mencionar algunos.

2.1.1 UBICACIÓN REGIONAL.

Se plantea desarrollar, proyectar y planear la lotificación de dos predios ubicados en el municipio de Zumpango. Como se puede observar en la figura 8, se tiene la localización de ambos predios, así como la distancia a cada una de los siguientes servicios:



Figura 8. Localización de predios.

Distancia en metros lineales aproximados:

- Hospital Regional de Alta Especialidad= 1200 m
- Universidad Autónoma del Estado de México Plantel Zumpango= 350 m
- Hospital Geriátrico de Zumpango = 500 m
- Viaducto Bicentenario= 62 m

2.1.2 UBICACIÓN LOCAL.

Se desarrollará el anteproyecto de lotificación del predio más pequeño, denominado “DE SOTO”, que se encuentra a 62 metros del viaducto Bicentenario, y el cual pasa aproximadamente a 41 m del paño de la vialidad a proyectarse, como puede observarse en la fotografía.



Figura 9. Vista desde viaducto Bicentenario.

La superficie con la que cuenta de acuerdo al levantamiento topográfico es 34,547.055 m².

El predio de mayor superficie, denominado “SOLIS” se encuentra a un costado del predio pequeño, un poco más alejado del viaducto Bicentenario, como puede observarse en la fotografía.



Figura 10. Vista del viaducto Bicentenario desde vértice de predio.

La superficie con la que cuenta de acuerdo al levantamiento topográfico es de 99,138.444 m².

Ambos predios se encuentran unidos en uno de sus extremos, como se puede observar en la vista aérea obtenida a través de internet (ver fig. 11). De acuerdo al levantamiento podemos tener la altimetría del terreno, que será de apoyo para desarrollar el anteproyecto de lotificación. En la figura 11 y 12 podemos ver de manera clara la delimitación de cada uno de los predios.



Figura 11. Vista aérea de los predios.

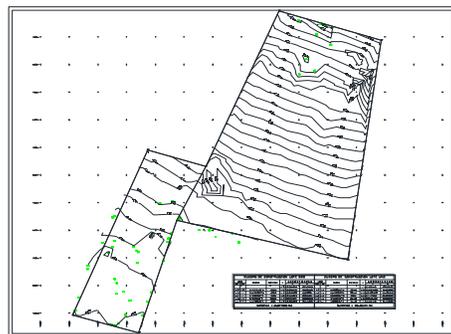


Figura 12. Levantamiento topográfico de ambos predios.*¹⁵

¹⁵ Ver Anexo de planos.

2.2 CLASIFICACIÓN Y USO DE SUELO DE LOS PREDIOS.

Al investigar en el plan municipal de desarrollo urbano de Zumpango, se ubicó a ambos predios en el plano de usos de suelo con clasificación H100B, lo cual nos indica que es posible proyectar y construir un desarrollo urbano de interés social, siempre y cuando se respeten las normas.

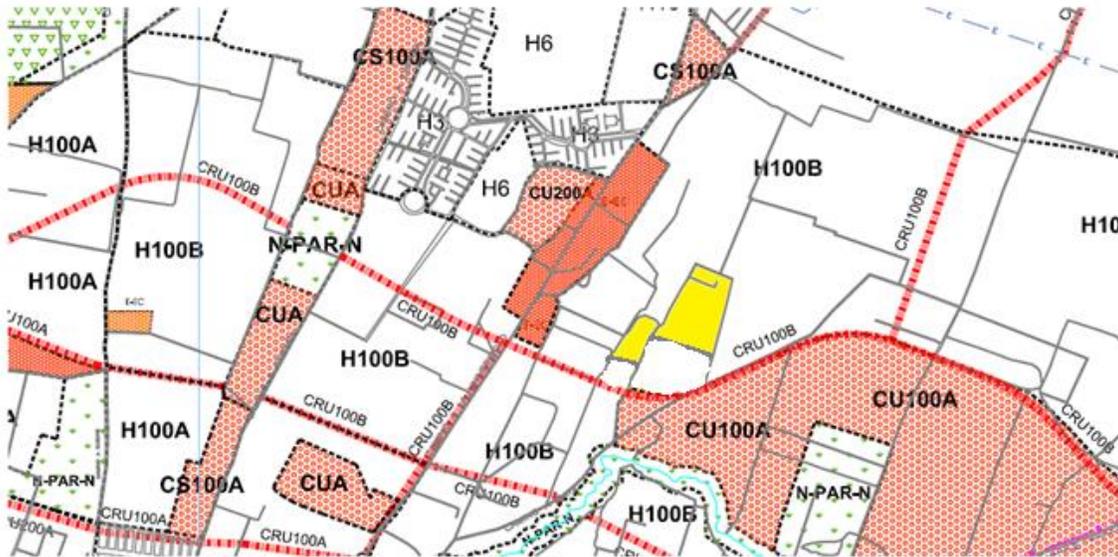


Figura 13. Uso de suelo de acuerdo a Plan Municipal.

2.2.1 USO DE SUELO PERMITIDO DE ACUERDO AL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO.

H100B HABITACIONAL DENSIDAD 100.

USOS GENERALES.

Habitacional con servicios integrados a la vivienda.

USOS ESPECIFICOS.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un



frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 5 niveles ó 15m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 4 veces la superficie del lote.

En todos los casos, las áreas libres de construcción deberán estar cubiertas en lo posible por materiales permeables que permitan la infiltración del agua al subsuelo. De acuerdo al área con la que contamos y al uso de suelo, se considera proyectar viviendas de interés social, maximizando las áreas y minimizando los espacios.

Además de todo esto, podemos proyectar diversas construcciones permitidas, basándonos con la tabla de usos de suelo, en el Anexo 1. Esta tabla nos da las restricciones y construcciones permitidas en el predio de acuerdo a su clasificación, así como el uso específico, y el área máxima de construcción.

La tabla de usos de suelo se usa de la siguiente manera:

En las columnas de izquierda a derecha nos da el uso general, luego el uso específico, y enseguida nos da los diferentes usos de suelo de acuerdo al plan municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango. Por último, las filas marcadas con el uso de suelo y de acuerdo al área máxima de construcción y al uso específico, entonces podemos obtener las construcciones permitidas en el predio de acuerdo al uso de suelo, que es H100B.

De lo anterior, podemos obtener la siguiente tabla resumida:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



USO GENERAL	USO ESPECÍFICO	SUPERFICIE
Habitacional	Unifamiliar	Una vivienda
	Plurifamiliar	De 2 a 60 viviendas Más de 60 viviendas.
Oficinas.	Publicas de gobierno, sindicales, consulados, representaciones extranjeras, agencias comerciales, de viajes y privadas.	Hasta 30 m ² por uso
Servicios financieros.	Sucursales bancarias, aseguradoras, agencias financieras, casas de bolsa y cajas populares.	Cualquier superficie por uso.
Comercio de productos y servicios básicos.	Establecimientos para la venta de abarrotes, vinos y calzado; expendios de alimentos sin preparar y de comida; panaderías, dulcerías, fruterías, recauderías, carnicerías, pescaderías, rosticerías, salchicherías, farmacias, papelerías, periódicos, revistas, librerías, tabaquerías, vidrierías, tlapalerías, salones de belleza, peluquerías, lavanderías, tintorerías, cremerías, misceláneas, lonjas mercantiles y minisúper.	Hasta 30m ² por uso.
		De 31 a 120 m ² por uso.
Comercio de productos y servicios especializados	Establecimientos para la venta de materiales eléctricos, de plomería, decoración, artículos electrodomésticos, mueblerías, perfumerías, joyerías, relojerías, regalos, artesanías, artículos fotográficos, boutiques, centros de copiado, estudios y laboratorios fotográficos, productos químicos y minerales, alquiler de mobiliario, depósito de refrescos y/o en botella serrada, escuelas de manejo, productos de belleza y de arte, ciber cafés, sex shops, video Juegos, alquiler de juegos infantiles, tiendas esotéricas, tiendas naturistas, escritorios públicos, prótesis, ortopedia, equipos de rehabilitación, material quirúrgico.	Hasta 30m ² por uso.
		De 31 a 120 m ² por uso.
Baños públicos	Baños públicos	Cualquier superficie por uso.
	Sanitarios públicos	
Mercados.	Mercados	Cualquier sup. Por uso.
	Tianguis	
Establecimientos con servicio de	Cafeterías, neverías, fuentes de sodas, juglerías, refresquerías, loncherías, fondas, restaurantes, torteras, taquerías, pizzerías, cocinas económicas,	Hasta 120 m ² por uso



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS**



alimentos bebidas	sin	ostionerías, merenderos, expendios de antojitos y salones de fiestas infantiles.	
	Solo	Ostionerías, pizzerías y restaurantes en general.	Hasta 120 m ² por uso.
Moderación Educación elemental y básica.		Jardín de niños, escuelas primarias, educación especial y guarderías.	Hasta 7 aulas.
			Más de 7 aulas.
Educación media básica.		Escuelas secundarias generales y tecnológicas, academias de oficio y telesecundarias.	Hasta 7 aulas.
			Más de 7 aulas.
Instalaciones religiosas.		Templos y lugares de culto; conventos y edificaciones para la práctica y/o la enseñanza religiosa.	Cualquier superficie por uso.
Centros de espectáculos culturales y recreativos.		Bibliotecas, museos, galerías de arte, hemerotecas, bibliotecas, museos, galerías de arte, hemerotecas, pinacotecas, filmotecas, cinetecas, casas de cultura, salas de exposición, centros comunitarios y salones de usos múltiples.	Hasta 250 m ² por uso
Instalaciones para la recreación y los deportes.		Gimnasios en general.	Hasta 250 m ² por uso.
		Canchas descubiertas en general.	Cualquier sup. Por uso.
Parques y jardines.		Plazas, jardines botánicos, juegos infantiles, parques y jardines en general.	Cualquier superficie por uso.
Asistenciales		Orfanatorios, asilos de ancianos e indigentes, albergues.	Cualquier superficie por uso.
		Casas de cuna, estancia infantil	
		Centro de integración juvenil.	
		Asociaciones civiles.	
		Casetas y/o comandancias.	
Estacionamiento		Verticales, horizontales y pensiones.	Hasta 50 cajones.
			De 51 a 100 cajones.
Terminales e instalaciones para el transporte		Sitios o bases de taxis.	Cualquier superficie por uso.

Cuadro 2. Construcciones permitidas en ambos predios.



2.2.2 CERTIFICADO DE ZONIFICACIÓN Y USO DE SUELO.

Para confirmar el uso de suelo de ambos predios, se tramita una Cédula informativa de zonificación ante el Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Zumpango.

Para el predio denominado de Soto y más cerca al viaducto Bicentenario, este fue el resultado:

El suscrito INGENIERO ELIO CASTILLO IBARRA Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Zumpango, Estado de México, en respuesta a su solicitud de Cédula Informativa de Zonificación de fecha 25 de junio de 2014, para el predio denominado **"DE SOTO"** y ubicado en **CALLE SIN NOMBRE, SIN NÚMERO, BARRIO DE SAN MIGUEL, MUNICIPIO DE ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO**, el cual manifiesta que tiene una superficie aproximada de **28,800.00** metros cuadrados, y clave catastral **115 23 037 01 00 0000**; al respecto me permito extender la siguiente: -----

----- CÉDULA INFORMATIVA DE ZONIFICACIÓN -----

Considerado lo estipulado en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango, Estado de México, el cual tiene su modificación en fecha 14 de marzo del 2008, y cuya autorización tiene publicación expresa en el periódico oficial del Estado Libre y Soberano de México, "Gaceta del Gobierno" número cincuenta y dos (52), y en su plano de Zonificación del Territorio (E-2), el predio de referencia según el croquis de localización que manifiesta en su solicitud se encuentra dentro de una zona con un uso de suelo clasificado como: **H100B (HABITACIONAL DENSIDAD 100)**, tal como se describe de la siguiente manera: -----

Para el predio denominado "Solís" y más alejado al viaducto Bicentenario, este fue el resultado:

El suscrito INGENIERO ELIO CASTILLO IBARRA Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Zumpango, Estado de México, en respuesta a su solicitud de Cédula Informativa de Zonificación de fecha 25 de junio de 2014, para el predio denominado **"SOLÍS"** y ubicado en **CALLE SIN NOMBRE, SIN NÚMERO, BARRIO DE SAN MIGUEL, MUNICIPIO DE ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO**, el cual manifiesta que tiene una superficie aproximada de **102,208.33** metros cuadrados, y clave catastral **115 23 037 02 00 0000**; al respecto me permito extender la siguiente: -----

----- CÉDULA INFORMATIVA DE ZONIFICACIÓN -----

Considerado lo estipulado en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango, Estado de México, el cual tiene su modificación en fecha 14 de marzo del 2008, y cuya autorización tiene publicación expresa en el periódico oficial del Estado Libre y Soberano de México, "Gaceta del Gobierno" número cincuenta y dos (52), y en su plano de Zonificación del Territorio (E-2), el predio de referencia según el croquis de localización que manifiesta en su solicitud se encuentra dentro de una zona con un uso de suelo clasificado como: **H100B (HABITACIONAL DENSIDAD 100)**, tal como se describe de la siguiente manera: -----



2.3 PROPUESTA DE LOTIFICACIÓN.

Para calcular cuántos lotes o subdivisiones se podrían tener, tuvimos que considerar la normatividad vigente en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, así como lo estipulado en el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, los cuales se mencionan a continuación por cada dependencia.

2.3.1 NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO

Para el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, tenemos las siguientes restricciones en vivienda: ¹⁶

- Densidad máxima de 100 viviendas por hectárea.
- Las subdivisiones deberán tener como mínimo 60 m² de superficie.
- El lote deberá tener por lo menos 4 m de frente.
- La altura máxima sin incluir tinacos será de 15m o 5 niveles.
- Deberá dejarse por lo menos el 20% de la superficie del predio sin construir.
- La superficie máxima construida será el equivalente a 4 veces la superficie del lote.

¹⁶ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, págs.192-193

Vista en planta

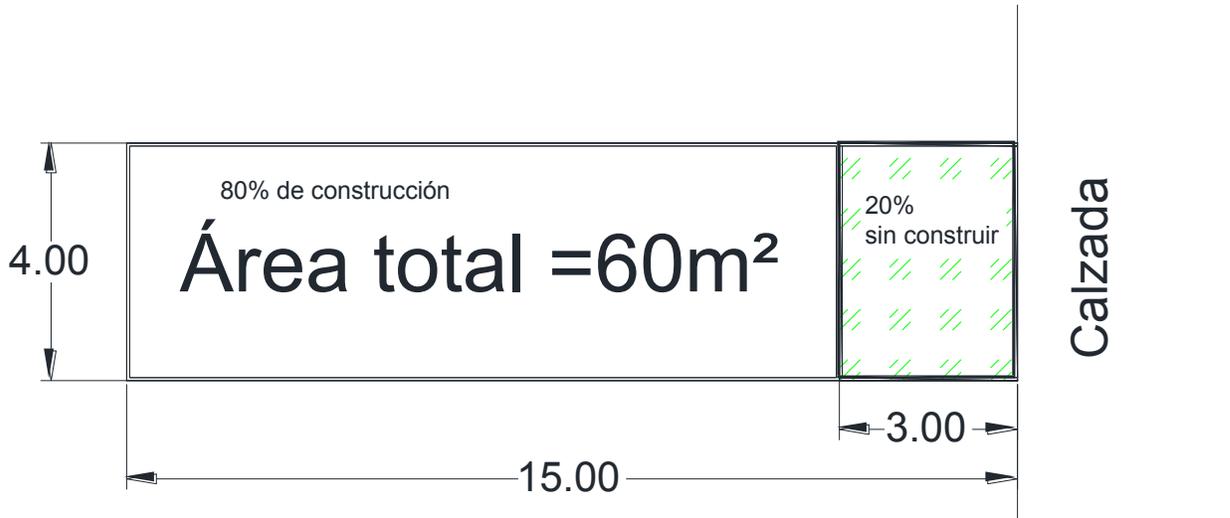


Figura 14. Vista en planta de lote tipo de acuerdo a Plan Municipal.

Vista frontal

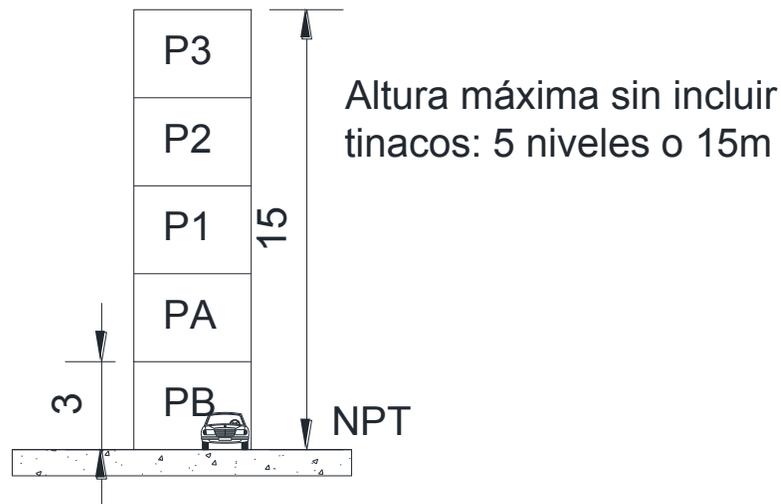


Figura 15. Vista frontal de lote tipo de acuerdo a Plan Municipal.



Para las vialidades:¹⁷

- No se permitirá desarrollo urbano sobre la superficie de derecho de vía en vialidades regionales.
- Longitud: hasta 1 Km.
- Velocidad de proyecto: 30-50 Km/h.
- Velocidad de operación: 15-45 Km/h
- Velocidad hora de máxima demanda: 15 Km/h.
- Número de carriles: Un sentido 2-4. Doble sentido 2
- Ancho de Carriles: 3.6m
- Ancho carril de estacionamiento: 2.5m.
- Ancho de banquetas: 1.2 m
- Derecho de vía: 12.50-23.50m.

Lo anterior lo definiremos de acuerdo a la siguiente nomenclatura, donde:

CT = Ancho de calzada total

AC = Ancho de carril

AB = Ancho de banqueta

AG = Ancho de guarnición

¹⁷ Cuadro 98. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango. Pág. 244.

Por lo que tenemos:

$$\text{➤ } CT = 2(AC) + 2(AB) + 2(AG)$$

De acuerdo a la normatividad anterior, tenemos la siguiente ecuación:

$$\text{➤ } \text{Ancho de calzada} = 2(3.6m) + 2(1.2m) + 2(0.15m)$$

$$\text{➤ } \text{Ancho de calzada} = 7.2m + 2.4m + 0.30m$$

$$\text{➤ } \text{Ancho de calzada} = 9.90m$$

Lo anterior queda representado de manera gráfica en la siguiente Figura.

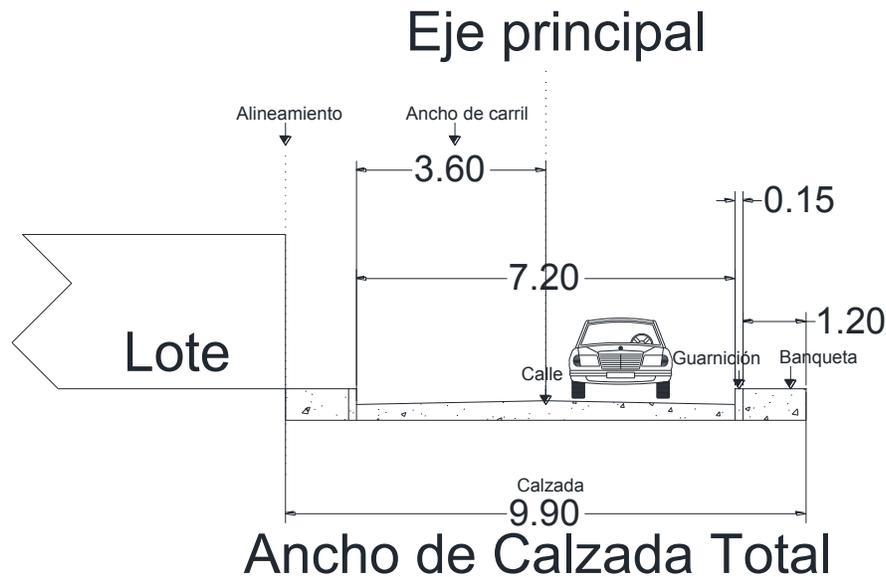


Figura 16. Representación gráfica de calzada de acuerdo a la legislación vigente (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango).



2.3.2 NORMATIVIDAD DEL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO.

Para el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, tenemos las siguientes restricciones:

Del artículo 42, párrafo IV:¹⁸

- “Las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano en los conjuntos urbanos habitacionales de interés social, se determinarán sobre la base de 12 m² por vivienda prevista a favor de los municipios para equipamiento local y de 6 m² a favor del Estado para equipamiento regional.

Del artículo 55:

- Las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano establecidas en el acuerdo de autorización de un conjunto urbano, deberán tener frente a vía pública, estar preferentemente circundadas por vías públicas y contar con un ancho no menor de 15 metros y una superficie mínima de 500 metros cuadrados, salvo en conjuntos urbanos habitacionales social progresivos y de interés social, en cuyo caso podrán tener una superficie de 400 metros cuadrados.

Del artículo 58:

- Las obras de urbanización en los conjuntos urbanos, comprenderán a lo menos:
 - I. Red de distribución de agua potable y los sistemas que se emplearán para el ahorro, reúso y tratamiento del agua.
 - II. Red separada de drenaje pluvial y sanitario y los sistemas para su manejo y tratamiento, así como para la infiltración del agua pluvial al subsuelo, que sean aprobados por la autoridad competente respectiva.

¹⁸Artículo 42, 55,58, Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, págs. 18, 26, 27.



- III. Red de distribución de energía eléctrica.
- IV. Red de alumbrado público, debiéndose utilizar sistemas y elementos ahorradores de energía eléctrica.
- V. Guarniciones y banquetas.
- VI. Pavimento en arroyo de calles y, en su caso, en estacionamientos y andadores.
- VII. Jardinería y forestación.
- VIII. Sistema de nomenclatura para las vías públicas.
- IX. Señalamiento vial.
- X. Cuando corresponda, las obras de infraestructura primaria que se requiera para incorporar el conjunto urbano a las áreas urbanas y sus servicios.
- XI. En su caso, el proyecto de las redes de alcantarillado debe prever la planta o sistema de tratamiento de aguas residuales, para su posterior descarga, o bien, cuando esté prevista la construcción de macro plantas o sistemas de tratamiento regional, hacer la aportación económica equivalente a la Comisión del Agua.

Para las obras de equipamiento urbano, se deben considerar las siguientes edificaciones:

Del artículo 59:

- II. En conjuntos urbanos habitacionales de tipo interés social y popular, por cada 1,000 viviendas previstas:
 - A) Jardín de niños de 3 aulas, con una superficie mínima de terreno de 966 m² y de 345 m² de construcción.
 - B) Escuela primaria o secundaria de 12 aulas, con una superficie mínima de terreno de 3,480 metros cuadrados y de 1,296 metros cuadrados de



construcción, conforme se determine en el acuerdo de autorización respectivo.

C) Obra de equipamiento urbano básico en 210 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.

D) Jardín vecinal y área deportiva de 8,000 metros cuadrados de superficie.”¹⁹

Para las obras de equipamiento urbano básico, considerar las siguientes obras:

Del artículo 60:

- Las obras de equipamiento urbano básico se determinarán por la Secretaría, de acuerdo a las necesidades de la respectiva zona o región. Tales obras de equipamiento urbano básico podrán consistir en las siguientes, o la combinación de más de una, siempre y cuando se ajusten a la superficie en metros cuadrados establecida en el artículo anterior de este Reglamento:

- I. Unidad Médica.
- II. Biblioteca pública.
- III. Casa de la cultura.
- IV. Escuela de artes.
- V. Auditorio.
- VI. Casa hogar para menores.
- VII. Casa hogar para ancianos.
- VIII. Centro de integración juvenil.
- IX. Centro integral de servicios de comunicaciones.
- X. Plaza cívica.
- XI. Gimnasio deportivo.
- XII. Lechería.

¹⁹ Artículo 59,60 .Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, págs. 28-29.



XIII. Caseta o comandancia de policía.

2.4 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD.

De acuerdo a la normatividad vigente en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango y de acuerdo al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, podemos definir lo siguiente:

Consideraciones:

- 1) Con fundamento en la legislación, procederemos a hacer dos propuestas de distribución de calzada, el área de los lotes será de 60 m² como mínimo, para maximizar el número de lotes, teniendo como restricción el frente de 4 m como mínimo.
- 2) Partiendo del número máximo permitido de lotes por hectárea, procederemos al cálculo de las demás variables, considerando 2 anchos de calzada:
 - A) 10 metros de ancho de calzada para efectos de cálculo y poder hacer una comparación con el mínimo permitido por la legislación.

Denominaremos "Propuesta A", aquella que considera 10 metros de ancho de calzada, ya que para efectos de cálculo y para redondear los 9.90 m mínimos que están permitidos, consideramos que no habría una diferencia notable ya que solo son 10 cm de diferencia respecto a la mínima permitida por la legislación.

- B) 9.90 m que es el ancho de calzada mínimo requerido para vías locales de acuerdo a la legislación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



Así mismo, llamaremos “Propuesta B” aquella que considera los 9.90 metros de ancho de calzada mínimos, ya que es el ancho de calzada mínimo para vías locales, teniendo en cuenta el mayor beneficio para la distribución de lotes dentro del anteproyecto.

Partiendo del área de los dos predios, podemos calcular la superficie que estará destinada para cada servicio (banqueta, calle, guarnición, donación, lote). De esta forma podemos hacer una comparativa de la superficie entre las dos propuestas, y de esta manera, poder seleccionar la que nos dé un mayor beneficio en la distribución de áreas por predio de forma matemática.



3 ANTEPROYECTO DE LOTIFICACIÓN.

De acuerdo a la normatividad del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango y al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo Del Estado De México, haremos dos propuestas de lotificación, para comparar la distribución de áreas por concepto, para Lotes, Donaciones y Vialidades. Por lo tanto tendremos dos propuestas, A y B.

3.1 Propuesta A.

La propuesta A se basará a la legislación aplicable, con 10 m de Calzada Total.

Partimos de la restricción en el número de lotes ≤ 100 lotes/Ha.

Para el predio “De Soto”, Calculamos con la siguiente fórmula:

$$NL = \left(\frac{100 \text{ lotes} * 34,547.01m^2}{10,000m^2} \right)$$

$$NL = 345 \text{ Lotes como máximo}$$

Dónde NL = Número de Lotes

Sabiendo que cada lote cuenta con $60 m^2$ de superficie, entonces calculamos el área total por lotes:

$$ATL = 345 * 60m^2$$

$$ATL = 20,700 m^2$$

Dónde ATL = Área Total por Lotes



Cálculo del área de donaciones:

Área para Equipamiento Local (EL): Se debe considerar 12m² de donación por lote proyectado²⁰, por lo tanto:

$$EL = 345 * \left(\frac{12m^2}{lote} \right)$$

$$EL = 4,140 m^2$$

Área para Equipamiento Regional (ER) = 6m² de donación por lote proyectado²¹, por lo tanto:

$$ER = 345 * (6m^2/lote)$$

$$ER = 2,070 m^2$$

La suma del área total de los predios más las áreas de donación, la determinamos con la siguiente formula:

$$SA = ATL + EL + ER$$

Dónde:

$$SA = \textit{Suma de áreas}$$

$$ATL = \textit{Área total de lotes (20,700m}^2\text{)}$$

$$EL = \textit{Área destinada a Equipamiento Local (4,1040m}^2\text{)}$$

$$ER = \textit{Área destinada a Equipamiento Regional (2,070m}^2\text{)}$$

²⁰Artículo 42,sección IV del Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, pág. 18

²¹ Ibídem

Por lo que resulta:

$$SA = 20,700m^2 + 4,140m^2 + 2,070m^2$$

$$SA = 26,910 m^2$$

El área total del predio es de 34,547.01 m², (de acuerdo al levantamiento topográfico) por lo que la diferencia entre áreas, será destinada para calles, guarniciones y banquetas, a continuación determinaré el porcentaje de cada uno de los conceptos.

El Área Destinada (AD) para calles, guarniciones y banquetas será:

$$AD = 34,547.01 m^2 - 26,910m^2$$

$$AD = 7,637.01 m^2$$

Se procede a calcular el porcentaje aproximado de acuerdo a 1 metro de frente de lote por los 10.0 metros representados en la figura 17.

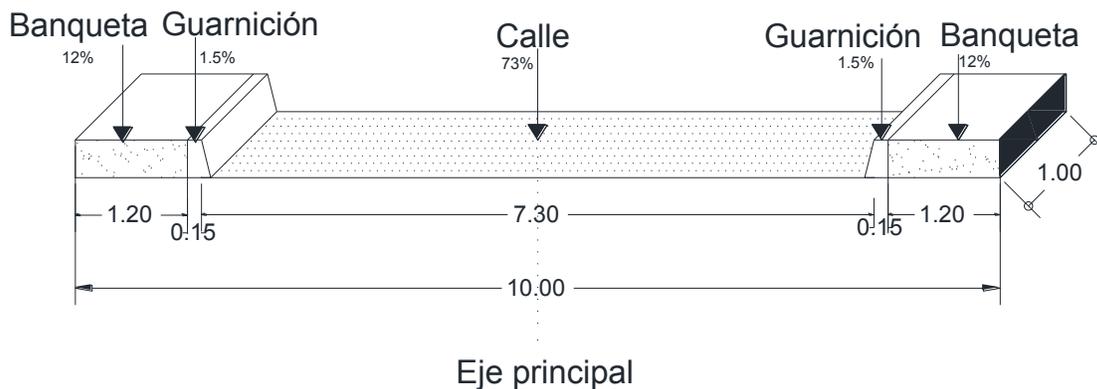


Figura 17. Representación gráfica de calles, guarniciones y banquetas para 10 m de ancho de calzada.



Por lo tanto:

100% *destinado para calles, guarniciones y banquetas* = $7,637.01 m^2$

73 % *destinado para calles*

24 % *destinado para banquetas*

3 % *destinado para guarniciones*

Para las calles, se utilizará la siguiente fórmula:

$$C = \left(\frac{73\% * (7637.01m^2)}{100\%} \right)$$

$$C = 5,575.01 m^2$$

Dónde $C = \text{Área destinada para las calles}$

Para las guarniciones y banquetas, sumaremos los porcentajes respectivos, por lo que el resultado será:

Área para guarniciones y banquetas (AGB)

$$AGB(\%) = 12 + 12 + 1.5 + 1.5$$

$$AGB(\%) = 27 \%$$

Por lo que el área en metros será:

$$AGB = \left(\frac{27\% * (7637.01m^2)}{100\%} \right)$$

$$AGB = 2,061.99m^2$$

Ahora para el predio "SOLÍS":

Partimos de la restricción en el número de lotes ≤ 100 Lotes/ Ha.



Por lo tanto:

$$NL = \left(\frac{100 \text{ Lotes} * 99,138.44 \text{ m}^2}{10,000 \text{ m}^2} \right)$$

$$NL = 991 \text{ Lotes como máximo}$$

Dónde NL = Número de Lotes

Sabiendo que cada lote cuenta con 60 m^2 de superficie, entonces calculamos el área total por lote:

$$ATL = 991 * 60 \text{ m}^2$$

$$ATL = 59,460 \text{ m}^2$$

Dónde ATL = Área Total de Lotes

Cálculo del área de donación:

Área para Equipamiento Local (EL): se debe considerar 12 m^2 de donación por lote proyectado²², por lo tanto:

$$EL = 991 * (12 \text{ m}^2 / \text{lote})$$

$$EL = 11,892 \text{ m}^2$$

Para Equipamiento Regional (ER): Se debe considerar 6 m^2 de donación por lote proyectado²³, por lo tanto:

$$ER = 991 * \left(\frac{6 \text{ m}^2}{\text{lote}} \right)$$

²² Artículo 42, sección IV del Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, pág. 18

²³ *Ibidem*



$$ER = 5,946 \text{ m}^2$$

La suma del Área total de los predios y las donaciones, la determinamos con la siguiente fórmula:

$$SA = ATL + EL + ER$$

Dónde:

SA = Suma de áreas

ATL = Área total de lotes (59,460 m²)

EL = Área destinada a Equipamiento Local (11,892 m²)

ER = Área destinada a Equipamiento Regional (5,946 m²)

Por lo que resulta:

$$SA = 59,460 \text{ m}^2 + 11,892 \text{ m}^2 + 5,946 \text{ m}^2$$

$$SA = 77,298 \text{ m}^2$$

El área total del predio es de 99,138.44 m², (de acuerdo al levantamiento topográfico) por lo que la diferencia entre áreas, será destinada para calles, guarniciones y banquetas, a continuación determinaré el porcentaje de cada uno de los conceptos.

El Área Destinada (AD) para calles, guarniciones y banquetas será:

$$AD = 99,138.44 \text{ m}^2 - 77,298 \text{ m}^2$$

$$AD = 21,840.44 \text{ m}^2$$

Entonces, de acuerdo a la figura 17, se procede a calcular el porcentaje por cada metro de lote.



Entonces tenemos:

100 % *destinado para calles, guarniciones y banquetas* = $21,840.44 m^2$

73 % *destinado para calles*

24 % *destinado para banquetas*

3 % *destinado para guarniciones*

Para el área de las calles, se utilizará la siguiente fórmula:

$$C = \left(\frac{73\% * (21,840.44m^2)}{100\%} \right)$$

$$C = 15,884.55m^2$$

Dónde $C = \text{Área destinada para calles}$

Para las guarniciones y banquetas, sumaremos los porcentajes respectivos, por lo que el resultado será:

$$AGB(\%) = 12 + 12 + 1.5 + 1.5$$

$$AGB(\%) = 27 \%$$

Por lo que el área en metros será:

$$AGB = \left(\frac{27\% * (21,840.44 m^2)}{100\%} \right)$$

$$AGB = 5,896.92m^2$$

De acuerdo a los cálculos podemos tener el área distribuida y destinada para cada servicio por cada predio, para lo cual se construyó una tabla, en donde se encuentra representada de forma simplificada los resultados.

3.1.2 TABLA DE ÁREAS POR NORMATIVIDAD PARA LA PROPUESTA A.

Distribución con 10 m de ancho de calzada									
Predio "De Soto"	Área (m ²)	%	Predio "Solís"	Área (m ²)	%	Totales	Área	%	
345 Lotes	20,700	59.92	991 Lotes	59,460	59.98	1336 Lotes	80160.00	59.96	
Equipamiento local.	4,140	11.98	Equipamiento local.	11,892	12.00	Equipamiento local.	16032.00	11.99	
Equipamiento regional.	2,070	5.99	Equipamiento regional.	5,946	6.00	Equipamiento regional.	8016.00	6.00	
Calles.	5,575.01	16.14	Calles.	15,943.52	16.08	Calles.	21518.53	16.10	
Guarniciones y banquetas	2,061.99	5.97	Guarniciones y banquetas	5,896.92	5.95	Guarniciones y banquetas	7958.91	5.95	
Total	34,547.00	100.00	Total	99,138.44	100.00	Total	133,685.44	100.00	

Cuadro 3. Distribución de áreas para 10 m.

Para un ancho de calzada de 10 m, de acuerdo a la legislación vigente por el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, y por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, sólo se modificó el ancho de la calle, que originalmente era de 7.20m a 7.30m, como queda representado en la figura 18.

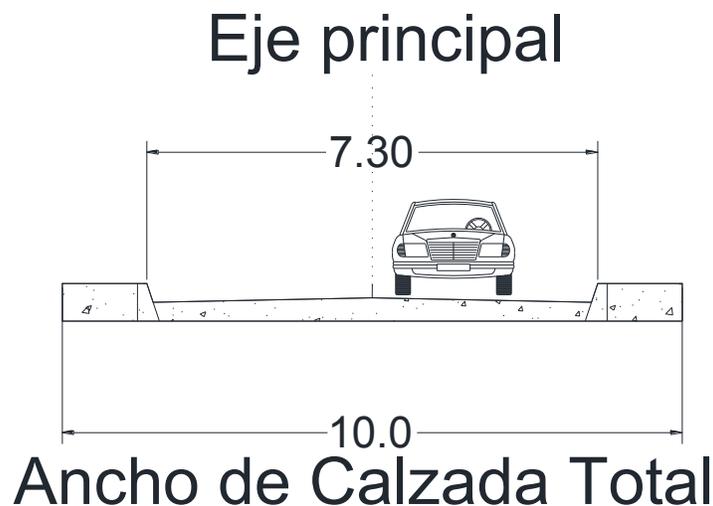


Figura 18. Representación de la propuesta A, con 10 m de calzada total.



3.2 Propuesta B.

La propuesta B considera 9.90 m de ancho de calzada total, ya que es el mínimo permitido por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

Partimos de la restricción en el número de lotes:

- Número de lotes ≤ 100 por hectárea

Para el predio “De Soto”, calculamos con la siguiente fórmula:

$$NL = \left(\frac{100 \text{ lotes} * 34,547.01 \text{m}^2}{10,000 \text{m}^2} \right)$$

$$NL = 345 \text{ Lotes como máximo}$$

Dónde NL = Número de Lotes

Sabiendo que cada lote cuenta con 60 m^2 de superficie, entonces calculamos el área total por lote:

$$ATL = 345 \text{ Lotes} * 60 \text{m}^2$$

$$ATL = 20,700 \text{ m}^2$$

Dónde ATL = Área Total de Lotes

Cálculo del área de donación:

Área para Equipamiento Local (EL): 12m^2 de donación por lote proyectado, por lo tanto:

$$EL = 345 * \left(\frac{12 \text{m}^2}{\text{lote}} \right)$$

$$EL = 4140 \text{m}^2$$



Área para Equipamiento Regional (ER): $6m^2$ de donación por lote proyectado, por lo tanto:

$$ER = 345 * \left(\frac{6m^2}{lote} \right)$$

$$EL = 2,070m^2$$

La suma de áreas de los predios más las áreas de donación, la determinamos con la siguiente fórmula:

$$SA = ATL + EL + ER$$

Dónde:

SA = Suma de áreas

ATL = Área total de lotes (20,700 m²)

EL = Área destinada a Equipamiento Local (4,140 m²)

ER = Área destinada a Equipamiento Regional (2,070 m²)

Por lo que resulta entonces:

$$SA = 20,700m^2 + 4,140m^2 + 2,070m^2$$

$$SA = 26,910 m^2$$

El área total del predio es de $34,547.01 m^2$, (De acuerdo al levantamiento topográfico), por lo que la diferencia entre áreas, será destinada para calles, guarniciones y banquetas, para lo cual necesitamos saber el porcentaje de cada uno de los conceptos.

Por lo que el Área Destinada (AD) para calles, guarniciones y banquetas será:

$$AD = 34,547.01 \text{ m}^2 - 26,910 \text{ m}^2$$

$$AD = 7,637.01 \text{ m}^2$$

Entonces se procede a calcular el porcentaje aproximado de acuerdo a 1 metro de frente de lote por los 9.90 de ancho de calzada, representados en la figura 19.

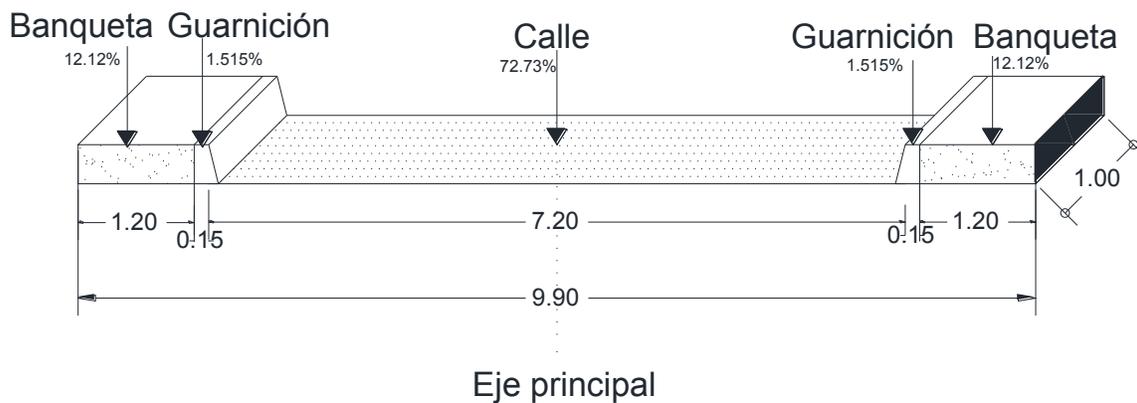


Figura 19. Representación gráfica de calles, guarniciones y banquetas.

100% destinado para calles, guarniciones y banquetas = $7,637.01 \text{ m}^2$

73 % destinado para calles

24 % destinado para banquetas

3 % destinado para guarniciones

Para las calles, se utilizará la siguiente fórmula:

$$C = \left(\frac{72.73\% * (7637.01 \text{ m}^2)}{100\%} \right)$$

$$C = 5,554.39 \text{ m}^2$$

Dónde $C = \text{Área destinada para las calles}$



Para las guarniciones y banquetas, sumaremos los porcentajes respectivos, por lo que el resultado será:

Área para guarniciones y banquetas (AGB)

$$AGB(\%) = 12.12 + 12.12 + 1.515 + 1.515$$

$$AGB(\%) = 27.27 \%$$

Dónde AGB(%) = Área destinada para guarniciones y banquetas

Por lo que el área en metros será:

$$AGB = \left(\frac{7,637.01 m^2 \cdot 27.27\%}{100\%} \right)$$

$$AGB = 2,082.61 m^2$$

Para el predio "SOLÍS":

Partimos de la restricción en el número de lotes ≤ 100 lotes/ Ha.

Por lo tanto:

$$NL = \left(\frac{99,138.44 m^2 \cdot 100 \text{ Lotes}}{10,000 m^2} \right)$$

$$NL = 991 \text{ Lotes como máximo}$$

Dónde NL = Número de Lotes

Sabiendo que cada lote cuenta con $60 m^2$ de superficie, calculamos el área total por lote:

$$ATL = 991 * 60 m^2$$

$$ATL = 59,460 m^2$$

Dónde ATL = Área Total de Lotes



Cálculo del área de donación:

Para Equipamiento Local (EL): $12m^2$ de donación por lote proyectado, por lo tanto:

$$EL = 991 * (12m^2/lote)$$

$$EL = 11,892 m^2$$

Para Equipamiento Regional (ER): $6m^2$ de donación por lote proyectado, por lo tanto:

$$ER = 991 * (6m^2/lote)$$

$$ER = 5,946 m^2$$

Para que la suma del Área total de los predios y las donaciones, tenemos lo siguiente:

$$SA = ATL + EL + ER$$

Dónde:

SA = Suma de áreas

ATL = Área total de lotes ($59,460 m^2$)

EL = Área destinada a Equipamiento Local ($11,892 m^2$)

ER = Área destinada a Equipamiento Regional ($5,946 m^2$)

Por lo que resulta:

$$SA = 59,460 m^2 + 11,892 m^2 + 5,946 m^2$$

$$SA = 77,298 m^2$$



El área total del predio es de 99,138.44 m², por lo que la diferencia entre áreas, será destinada para calles, guarniciones y banquetas, para lo cual necesitamos saber el porcentaje de cada uno de los conceptos.

De modo que el Área Destinada (AD) para calles, guarniciones y banquetas será:

$$AD = 99,138.44 \text{ m}^2 - 77,298 \text{ m}^2$$

$$AD = 21,840.44 \text{ m}^2$$

De acuerdo a la figura 19, se procede a calcular el porcentaje por cada metro de Lote.

Entonces tenemos:

$$100 \% \text{ destinado para calles, guarniciones y banquetas} = 21,840.44 \text{ m}^2$$

$$72.73 \% \text{ destinado para calles}$$

$$24.24 \% \text{ destinado para banquetas}$$

$$3.03 \% \text{ destinado para guarniciones}$$

Para el área de las calles, se utilizará la siguiente fórmula:

$$C = \left(\frac{72.73\% * (21,840.44 \text{ m}^2)}{100\%} \right)$$

$$C = 15,884.55 \text{ m}^2$$

Dónde $C = \text{Área destinada para calles}$

Para las guarniciones y banquetas, sumaremos los porcentajes respectivos, por lo que el resultado será:



Área para guarniciones y banquetas (AGB)

$$AGB(\%) = 12.12 + 12.12 + 1.515 + 1.515$$

$$AGB(\%) = 27.27 \%$$

Por lo que el área en metros será:

$$AGB = \left(\frac{27.27\% * (21,840.44 \text{ m}^2)}{100\%} \right)$$

$$AGB = 5,955.89 \text{ m}^2$$

De acuerdo a los cálculos podemos tener el área distribuida y destinada para cada servicio por cada predio, para lo cual se construyó una tabla, en donde se encuentran representados de forma simplificada los resultados.

3.2.1 TABLA DE ÁREAS POR NORMATIVIDAD PARA LA PROPUESTA B.

Distribución con 9.90 m de ancho de calzada									
Predio "Soto"	"De	Área (m ²)	%	Predio "Solís"	Área (m ²)	%	Totales	Área	%
345 Lotes		20,700	59.92	991 Lotes	59,460	59.98	1336 Lotes	80160	59.96
Equipamiento local.		4,140	11.98	Equipamiento local.	11,892	12.00	Equipamiento local.	16,032	11.99
Equipamiento regional.		2,070	5.99	Equipamiento regional.	5,946	6.00	Equipamiento regional.	8016	6.00
Calles.		5,554.39	16.08	Calles.	15,884.55	16.02	Calles.	21,438.94	16.04
Guarniciones y banquetas		2,082.61	6.03	Guarniciones y banquetas	5,955.89	6.01	Guarniciones y banquetas	8038.5	6.01
Total		34,547.00	100	Total	99,138.44	100	Total	133,685.44	100.00

Cuadro 4. Distribución de áreas para 9.90 m.

Para un ancho de calzada de 9.90 m, de acuerdo a la legislación vigente por el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, y por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, sólo se modificó el ancho de la calle, que es de 7.20m, queda representado en la figura 20.

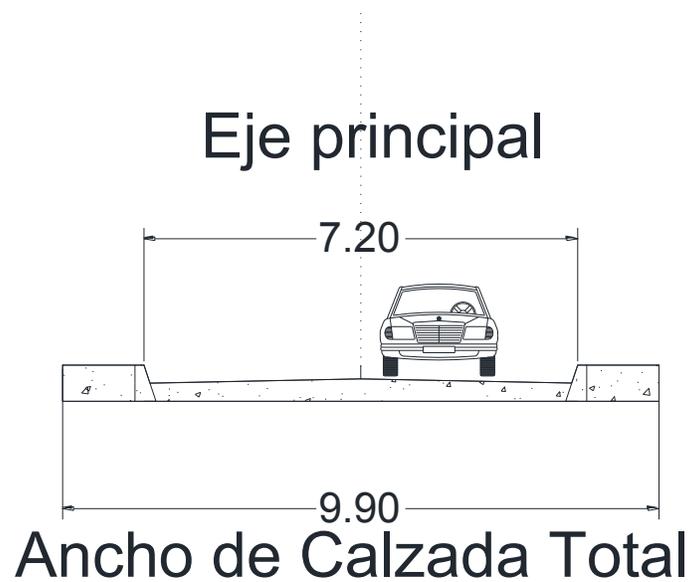


Figura 20. Representación de la propuesta B, con 9.90 m de calzada total.



Conclusión

De acuerdo a los cálculos que se hicieron con ambas propuestas y revisando cada uno de los resultados obtenidos a través de las tablas, podemos determinar lo siguiente:

- El número máximo de Lotes no sufre ningún cambio, debido a que esta variable depende de la superficie del predio y de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, nos da como restricción de acuerdo a uso de suelo, de 100 viviendas por hectárea de superficie.
- Al poder tener los resultados, nos podemos percatar de que lo único que disminuye o incrementa de acuerdo a la propuesta, es el área destinada para vialidades. Por lo cual, nos inclinaremos por la propuesta B, la cual nos dice que el ancho de calzada será de 9.90 m de ancho, es decir:
 - 2 carriles vehiculares, (ida y vuelta) con 3.60m de ancho.
 - La guarnición a cada lado de 1.20m de ancho, de acuerdo a la legislación.
 - Y por último, 0.15m de guarnición, lo que nos da un total de 9.90m.

Por lo tanto nos apoyaremos con un ancho de calzada de 9.90 m para efectos del trazo en el plano y para los cálculos consecuentes.



3.3 PROPUESTA A, CON DISTRIBUCIÓN DE LOTES EN PLANO.

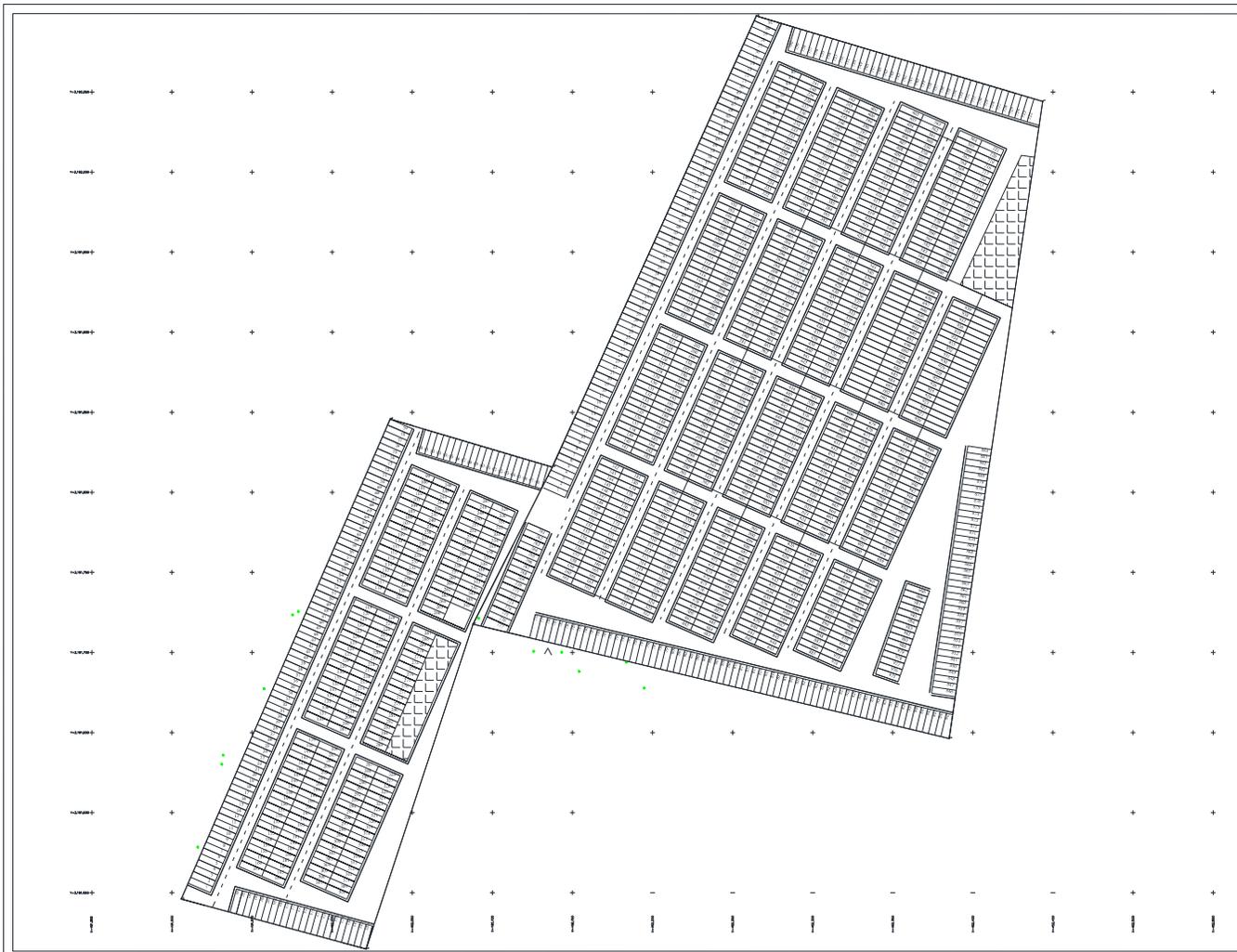
A partir de las tablas con la distribución de áreas de acuerdo a la normatividad vigente en el municipio de Zumpango, procedemos a hacer una primera propuesta de distribución de lotes en ambos predios, el cual considera llegar al tope máximo de lotes permitidos por la legislación, sin embargo, es importante considerar que la geometría de ambos predios es irregular, y por lo tanto, resulta complejo intentar cubrir todas las áreas y hacer una distribución estética de lotes en el predio.

Por otra parte, es importante destacar que el tamaño de lote con el que haremos la distribución en el predio será de 4 metros de frente por 15 metros de fondo, dándonos el total de 60 m² por lote proyectado, debido a que es el frente mínimo permitido y con el cual el área de vialidades disminuye en relación con las otras opciones de lote, ya sea con 5 o 6 metros de frente, por 12 y por 10 metros de largo, respectivamente.

De acuerdo a la primera distribución de lotes en el plano de ambos predios, pudimos percatarnos de que el número máximo de lotes, ya proyectados, nos daba un área de donación muy pequeña, y no proporcional de acuerdo a la legislación por parte del Plan municipal ni por el Reglamento del Libro Quinto del Estado de México, por lo que pudimos sacar como conclusión los siguientes puntos:

1. No es posible proyectar 100 lotes por hectárea como lo regula el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango.
2. El área de donación disminuye considerablemente el área aprovechable para la distribución de lotes en forma gráfica.
3. El área que se encuentra destinada para Calles, guarniciones y banquetas se incrementa demasiado de acuerdo a la geometría de los lotes, por lo que nos da un área muy importante en relación a la distribución total.

A partir de esta primera distribución de lotes en el plano, podemos darnos una idea más acertada de lo que resulta proyectar bajo la legislación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Zumpango y del Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, ya que resultan incongruentes algunas normas que tenemos por cada documento.



Plano 1. Primer propuesta de lotificación.



3.4 PROPUESTA B.

A partir de la propuesta A, podemos determinar que no se llegará al número de lotes máximo calculado debido a la geometría de ambos predios y a las irregularidades de las áreas no aprovechables, por lo que se hará una propuesta de manera que se logre un diseño atractivo, eficiente, pero sobre todo funcional.

Las áreas de donación quedarán en lugares amplios a lo largo del perímetro de los predios, tomando en cuenta las normas de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango y el Reglamento del Libro Quinto del Estado de México.

Además, tomaremos en cuenta los diferentes tipos de lote, por lo que quedarán de 4 metros de frente por 15 de largo, 5 metros de frente por 12 de largo y 6 metros de frente por 10 de largo. Cabe mencionar que algunos de los predios serán de mayor superficie debido a la distribución en los predios.

Es importante resaltar la propuesta de lotificación, ya que se tomó en consideración varios aspectos, no solo de los predios, sino también de las áreas que tienen frontera con ellos.

Para ello, comenzamos con la distribución de lotes en el predio “De Soto”. A partir de los planos de estrategia, en el cual nos marca sobre el perímetro del lado derecho una vialidad local proyectada, por lo que empezamos dejando esa área como donación, pensando que tal vez en un futuro, pudiera servir como una avenida principal.

Se comenzó a lotificar con el área de donación para 345 Lotes, y de ahí, se fue lotificando para ver el área total con la que contábamos y poder hacer cálculos para incrementar el número de lotes y disminuir el área de donación, siempre y cuando no sobrepasará el número de lotes al área de donación.



Al final del trazo pudimos obtener la siguiente tabla resumida para el predio “De Soto”.

Predio “DE SOTO”	
Área total (m ²)	34,547.01
Área lotificada (m ²)	18,240.36
Área de donación (m ²)	5,375.81
Área de calzada (m ²)	8,593.22
Área de guarniciones y banquetas (m ²)	2,237.32

Cuadro 5. Áreas de lotificación.

Para la distribución de lotes en el predio de mayor área denominado “SOLÍS”, se tomó en consideración la distribución del predio “DE SOTO” ya que está unido con el predio, así que comenzamos a trazar las vialidades de acuerdo a la proyección que se tenía, por lo que nos quedó una calle que enlaza a los dos predios.

Para determinar el área de donación, básicamente se trazó un rectángulo dentro del predio, tomando en cuenta los vértices de este mismo, y al tener un área muy grande del lado derecho, se designó a esta como el área de donación correspondiente del predio.

Adicionalmente, para cuadrar algunas de las calles, fue necesario incrementar el tamaño de algunos predios, en ambos predios, por lo que se clasificaron con la letra S y un número, que determina el tamaño y el área de cada predio, lo que nos dio como resultado el siguiente cuadro:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



LOTIFICACIÓN PREDIO "DE SOTO"					
LOTE	FRENTE	LARGO	ÁREA (m ²)	#LOTES	ÁREA TOTAL (m ²)
TIPO S1	4 METROS	15 METROS	60	201	12,060.00
TIPO S2	5 METROS	12 METROS	60	64	3,840.00
TIPO S3	6 METROS	10 METROS	60	13	780.00
TIPO S4	4.5METROS	13.6 METROS	61.54	1	61.54
TIPO S5	4 METROS	>15 METROS	60.87	1	60.87
TIPO S6	4 METROS	>15 METROS	63.24	1	63.24
TIPO S7	4 METROS	>16 METROS	65.74	1	65.74
TIPO S8	4 METROS	>17 METROS	68.14	1	68.14
TIPO S9	4 METROS	>17 METROS	70.57	1	70.57
TIPO S10	4 METROS	>18 METROS	73.00	1	73.00
TIPO S11	4 METROS	>18 METROS	75.43	1	75.43
TIPO S12	4 METROS	>19 METROS	77.86	1	77.86
TIPO S13	4 METROS	>20 METROS	80.29	1	80.29
TIPO S14	4 METROS	>20 METROS	81.73	1	81.73
TIPO S15	4 METROS	>21 METROS	86.15	1	86.15
TIPO S16	4 METROS	>21 METROS	87.59	1	87.59
TIPO S17	4 METROS	>22 METROS	90.02	1	90.02
TIPO S18	4 METROS	>23 METROS	92.12	1	92.12
TIPO S19	4 METROS	>23 METROS	93.16	1	93.16
TIPO S20	4 METROS	>26 METROS	100.23	1	100.23
TIPO S21	4 METROS	>24 METROS	99.22	1	99.22
TIPO S20	5.95METROS	>11 METROS	66.70	1	66.70
TIPO S21	6 METROS	>11 METROS	66.76	1	66.76
TOTAL				298	18,240.36

Cuadro 6. Áreas por lote predio "De Soto".



Tenemos que tomar en cuenta que la propuesta irá modificándose conforme se vayan proyectando obras, como por ejemplo, el tanque de regularización, que quedará en el punto más elevado de ambos predios, para conducir con gravedad el agua potable. Es por esto que tomaremos en cuenta que el área de lotificación vaya disminuyendo en alguna medida.

Así, al poder tener la propuesta de lotificación, se determinó el siguiente cuadro para el predio “SOLÍS” que es el de mayor área:

Predio “SOLÍS”	
Área total (m ²)	99,138.44
Área lotificada (m ²)	52,801.92
Área de donación (m ²)	15,584.89
Área de calzada (m ²)	22,351.01
Área de guarniciones y banquetas (m ²)	8,400.62

Cuadro 7. Áreas de lotificación.

Después de obtener estos cuadros resumen por predio, se calculó el área de cada uno de los lotes con mayor área. De esta manera pudimos obtener el plano definitivo de la propuesta de lotificación y con el cual desarrollaremos el anteproyecto de urbanización.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



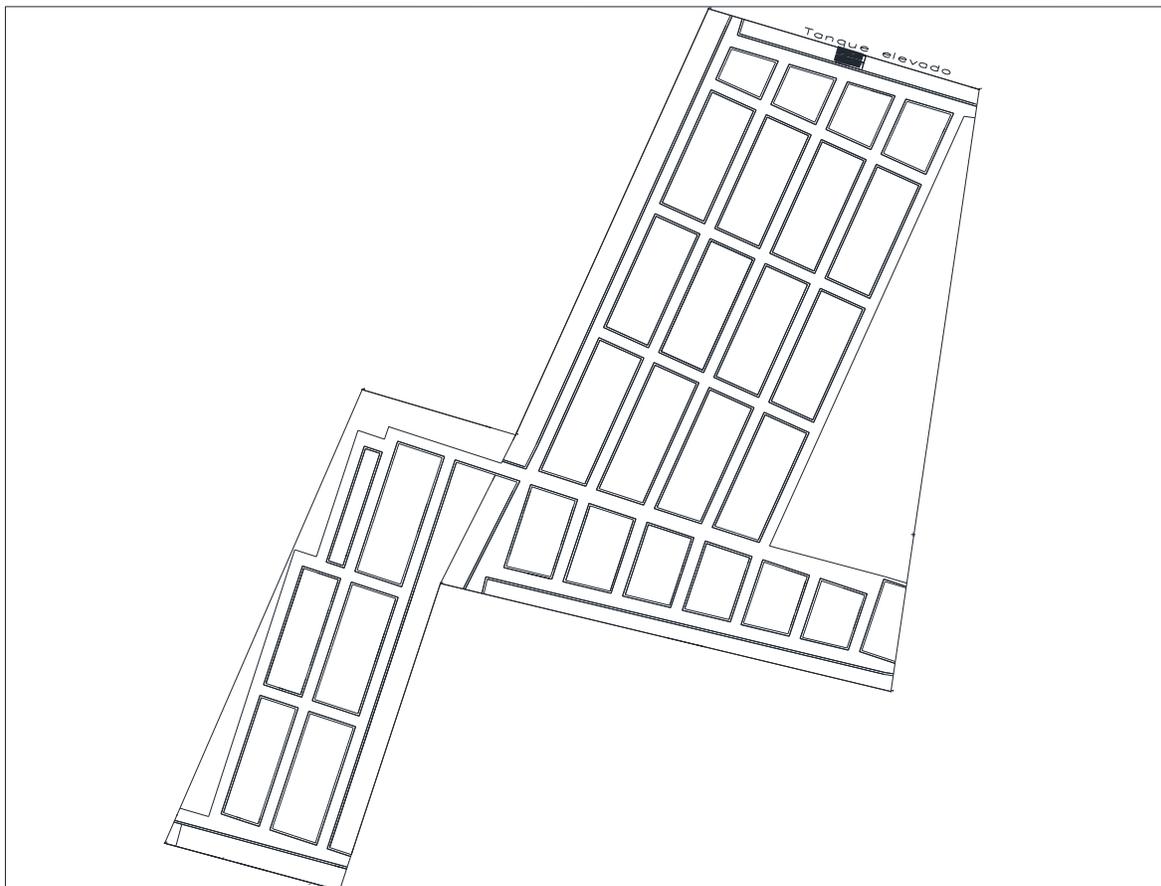
LOTIFICACIÓN PREDIO "SOLÍS"					
LOTE	FRENTE	LARGO	ÁREA (m ²)	#LOTES	ÁREA TOTAL (m ²)
TIPO S1	4 METROS	15 METROS	60	755	45,300.00
TIPO S2	6 METROS	10 METROS	60	68	4,080.00
TIPO S3	4.75METROS	15>METROS	97.87	1	97.87
TIPO S4	6.28METROS	15>METROS	77.09	1	77.09
TIPO S5	4 METROS	>15 METROS	77.82	1	77.82
TIPO S6	4.65METROS	>14 METROS	64.84	1	64.84
TIPO S7	7.15METROS	>15 METROS	92.02	1	92.02
TIPO S8	5.36METROS	>15 METROS	95.68	1	95.68
TIPO S9	5.42METROS	>15 METROS	65.95	1	65.95
TIPO S10	6.76METROS	>18 METROS	116.67	1	116.67
TIPO S11	6.43METROS	>15 METROS	81.19	1	81.19
TIPO S12	4.31METROS	>15 METROS	80.33	1	80.33
TIPO S13	8.37METROS	>20 METROS	109.73	1	109.73
TIPO S14	5.56METROS	>15 METROS	98.60	1	98.60
TIPO S15	5.62METROS	>15 METROS	69.07	1	69.07
TIPO S16	7.45METROS	>10 METROS	67.27	1	67.27
TIPO S17	4 METROS	>15 METROS	62.93	1	62.93
TIPO S18	4 METROS	>15 METROS	62.79	1	62.79
TIPO S19	4 METROS	>16 METROS	65.65	1	65.65
TIPO S20	4 METROS	>16 METROS	68.51	1	68.51
TIPO S21	4 METROS	>17 METROS	71.36	1	71.36
TIPO S22	4 METROS	>18 METROS	74.22	1	74.22
TIPO S23	4 METROS	>18 METROS	77.08	1	77.08
TIPO S24	4 METROS	>19 METROS	79.94	1	79.94
TIPO S25	4 METROS	>20 METROS	82.88	1	82.88
TIPO S26	4 METROS	>21 METROS	85.66	1	85.66
TIPO S27	4 METROS	>21 METROS	88.52	1	88.52
TIPO S28	4 METROS	>22 METROS	91.37	1	63.24
TIPO S29	5.43METROS	>10 METROS	60.40	1	60.40
TIPO S30	4.87METROS	>15 METROS	82.65	1	82.65
TIPO S31	7.48METROS	>15 METROS	102.72	1	102.72
TIPO S32	4 METROS	>15 METROS	69.22	1	69.22
TIPO S33	6.61METROS	>15 METROS	89.83	1	89.83
TIPO S34	6.99METROS	>15 METROS	114.61	1	114.61
TIPO S35	5.60METROS	>15 METROS	74.19	1	74.19
TIPO S36	6.30METROS	>15 METROS	103.63	1	103.63
TIPO S37	4.75METROS	>15 METROS	62.02	1	62.02
TIPO S38	5.47METROS	>15 METROS	91.17	1	91.17
TIPO S39	7.90METROS	>15 METROS	109.43	1	109.43
TIPO S40	4.73METROS	>15 METROS	79.76	1	79.76
TIPO S41	7.07METROS	>15 METROS	97.32	1	97.32
TOTAL				861	52,621.92

Cuadro 8. Áreas por lote predio "Solís".

3.5 UBICACIÓN DEL TANQUE ELEVADO Y REVISIÓN DE ÁREAS DE DONACIÓN DE ACUERDO AL REGLAMENTO.

Ahora que tenemos la distribución de los lotes en el predio y cumpliendo con la normatividad, procederemos a determinar la ubicación del tanque elevado de agua potable y revisar las áreas de acuerdo al artículo 59, Fracción II, el cual determina lo siguiente:

1.- El tanque elevado tendrá que ser ubicado en el punto más alto de ambos predios, por lo que de acuerdo a la altimetría del predio, consideraremos tres lotes ubicados en la parte superior del predio "Solís", ubicado en el centro donde se encuentra el punto más alto y como se muestra en el siguiente plano.



Plano 3. Ubicación del tanque elevado.



Tomando en cuenta estos cambios, tendremos como resultado la siguiente tabla de áreas resumida:

Predio “Solís”		Predio “De Soto”		Totales		%
Lotes	861	Lotes	298	Lotes	1159	
Área lotificada	52621.92	Área lotificada	18240.36	Área lotificada	70862.28	53.01
Área de donación	15584.89	Área de donación	5375.81	Área de donación	20960.7	15.68
Área de calzada	22351.01	Área de calzada	8593.22	Área de calzada	30944.23	23.15
Área guarniciones y banquetas	8400.62	Área guarniciones y banquetas	2337.32	Área guarniciones y banquetas	10737.94	8.03
Área tanque elevado	180	Área tanque elevado	0	Área tanque elevado	180	0.13
Área total	99138.44	Área total	34546.71	Área total	133685.15	100

Cuadro 9. Distribución final de áreas.

Ahora que tenemos el área total destinada para cada servicio, revisaremos las áreas de donación destinadas a equipamiento, como nos lo indica el siguiente artículo del reglamento del libro quinto del código administrativo del Estado de México.

ARTÍCULO 59.- El titular de un conjunto urbano deberá construir las siguientes obras de equipamiento en las áreas de donación destinadas para tal efecto, las que se incrementarán o disminuirán proporcionalmente, atendiendo al número de viviendas o, en su caso, a la superficie de área vendible:

II. En conjuntos urbanos habitacionales de tipo interés social y popular, por cada 1,000 viviendas previstas:

- A) Jardín de niños de 3 aulas, con una superficie mínima de terreno de 966 metros cuadrados y de 345 metros cuadrados de construcción.



Como tenemos proyectadas 1158 viviendas, entonces:

$$\text{Área de jardín de niños} = \frac{1158 \text{viviendas} * 966 \text{m}^2}{1000 \text{viviendas}} = 1,118.63 \text{ m}^2$$

B) Escuela primaria o secundaria de 12 aulas, con una superficie mínima de terreno de 3,480 metros cuadrados y de 1,296 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el acuerdo de autorización respectivo.

Como tenemos 1158 viviendas, entonces:

$$\text{Área de primaria o secundaria} = \frac{1158 \text{viviendas} * 3480 \text{m}^2}{1000 \text{viviendas}} = 4,029.84 \text{ m}^2$$

C) Obra de equipamiento urbano básico en 210 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.

Como tenemos 1158 viviendas, entonces:

$$\text{Área de equipamiento urbano básico} = \frac{1158 \text{viviendas} * 210 \text{m}^2}{1000 \text{viviendas}} = 243.18 \text{ m}^2$$

D) Jardín vecinal y área deportiva de 8,000 metros cuadrados de superficie.

Como tenemos 1158 viviendas, entonces:

$$\text{Área de jardín vecinal} = \frac{1158 \text{viviendas} * 8000 \text{m}^2}{1000 \text{viviendas}} = 9264 \text{ m}^2$$



De acuerdo a lo anterior, sumaremos entonces las áreas por cada inciso.

Área total= Área de jardín de niños+ Área de primaria o secundaria+ Área de equipamiento urbano básico+ Área de jardín vecinal

Por lo tanto:

$$\text{Área total}=1,118.63 \text{ m}^2 + 4,029.84 \text{ m}^2 + 243.18 \text{ m}^2 + 9264 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total}=14,655.65 \text{ m}^2.$$

En base a los resultados anteriores, podemos establecer que la propuesta de lotificación será la utilizada para los cálculos subsecuentes, en el trazado de la red de agua potable, así como el alcantarillado sanitario.

De la misma forma, utilizaremos los datos obtenidos para integrar el paramétrico el él último capítulo de nuestro trabajo de investigación.

Lo que nos da como resultado favorable para proceder con los cálculos de la red de abastecimiento de agua potable.



4. ANTEPROYECTO DE AGUA POTABLE.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del anteproyecto, es necesario definir de manera clara conceptos, simbología, términos, entre otros. Es necesario conocer la normatividad del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Zumpango, así como lo que nos dicta a nivel estatal el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México.

4.1 ANTECEDENTES.

4.1.1 EL AGUA POTABLE.

“El agua es indispensable para la vida y por ello el hombre, en muchos casos ha buscado para su establecimiento los lugares que le ofrecen mayores comodidades y facilidades para el desarrollo de sus múltiples actividades, procurando tener cerca una fuente de abastecimiento de agua, pero no siempre ha podido conseguirlo por razones diversas, teniendo que establecerse en sitios que quizá no fueron los mejores para su desenvolvimiento. Así surgió la necesidad de conducir el agua a lugares apartados, pero las grandes ventajas de tener agua donde se necesita justifican los trabajos para captarla y conducirla. El conjunto de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua constituye un sistema de abastecimiento de agua potable.

El problema del agua potable no tiene solución permanente, por lo que en este aspecto siempre se debe estar buscando nuevas fuentes de aprovechamiento, realizando estudios hidrológicos o geo hidrológicos para tener a la mano forma de ampliar los sistemas. El aumento de la población y el ascenso de su nivel cultural y social hacen insuficiente en poco tiempo las obras proyectadas, imposibilitándose de esa manera que con las existentes se pueda seguir el ritmo de crecimiento que las necesidades exigen y complicando cada vez más la obtención de nuevos

caudales, pues las fuentes actuales, van haciéndose incapaces y es necesario utilizar las que están situadas a mayor distancia, u otras cuyas aguas requieren tratamientos más elaborados para hacerlas adecuadas para el consumo.”²⁴



Figura 21. El agua potable, indispensable para la vida.

4.1.2 EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE Y SU RELACIÓN CON LA SALUD PÚBLICA.

“Históricamente, a los servicios de agua potable y alcantarillado se les ha inscrito en el campo de la salud pública. La razón es que, siendo el agua fuente de vida, también es paradójicamente, vehículo para la transmisión de gérmenes patógenos, causantes de enfermedades tales como el cólera, la tifoidea, la disentería y las parasitosis intestinales. La salud humana depende no sólo de la cantidad de agua suministrada, sino principalmente de su calidad; según la organización mundial de la salud (OMS), “casi la cuarta parte de las camas disponibles en todos los

²⁴ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 1.



hospitales del mundo están ocupadas por enfermos cuyas dolencias se deben a la insalubridad del agua”.

Los microorganismos patógenos transmitidos directamente por ingestión o uso del agua en poblaciones que carecen de un sistema municipal de abastecimiento de agua potable, constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo.

Por lo que se refiere a México, en el transcurso de los últimos 55 años la mortalidad por diarreas ha disminuido en forma sostenida. Sin embargo, las tasas de mortalidad observadas continúan siendo muy elevadas si se les compara con las de los países desarrollados (la tasa de mortalidad por diarreas es inferior a uno por 100,000 habitantes).

En México, las gráficas históricas de mortalidad son francamente descendentes; sin embargo, todavía en 1985 murieron por enfermedades infecciosas intestinales 30,786 personas, lo que representa una tasa de 39.5 por 100,000 habitantes.”²⁵

4.2 ESTUDIOS BASICOS PARA EL PROYECTO.

4.2.1 GENERALIDADES.

“El 5 de febrero de 1917 se promulgó la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; este ordenamiento contiene la esencia y el espíritu de todas las leyes que del mismo emanan o que gracias a él existen. Los artículos 4 y 27 Constitucionales son los que, para el caso del abastecimiento de agua potable, se estima útil mencionar, pues de ellos emanan la “Ley General de Salud” y la “Ley de Aguas Nacionales”, respectivamente, las cuales contienen las bases legales que deben considerarse para la realización del proyecto”²⁶. Como puede observarse en el cuadro 1.

²⁵ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 6

²⁶ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 21



“Figura 22. Bases legales para la realización de un proyecto.”²⁷

“De la Ley de Aguas Nacionales resultan interesantes, entre otros, los artículos 44, 45 y 46 reproducidos a continuación:

“Artículo 44.- La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue “La Comisión”, en la cual se consignara en su caso la forma de garantizar el pago de las contribuciones, productos y aprovechamientos que se establecen en la legislación fiscal, y la forma prevista para generar los recursos necesarios para el cumplimiento de estas obligaciones.

Las asignaciones de aguas nacionales a centros de población que se hubieran otorgado a los ayuntamientos o a las entidades federativas que administren los respectivos sistemas de agua potable y alcantarillado, subsistirán aun cuando estos

²⁷ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 21



sistemas sean administrados por entidades paraestatales o municipales, o se concesionen a particulares por la autoridad competente.

Artículo 45.- Es competencia de las autoridades municipales, que en el concurso de los gobiernos de los estrados en los términos de la ley, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por parte de “La Comisión” hasta el sitio de su descarga a cuerpos receptores que sean bienes nacionales. La explotación, uso o aprovechamiento se podrá efectuar por dichas autoridades a través de sus entidades paraestatales o de concesionarios en los términos de ley.”²⁸

Artículo 46: “La comisión podrá realizar en forma parcial o total, previa celebración del acuerdo o convenio con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios correspondientes, las obras de captación y almacenamiento, conducción y, en su caso, tratamiento o potabilización para el abastecimiento del agua, con los fondos pertenecientes al erario federal o con fondos obtenidos con aval o mediante cualquier otra forma de garantía otorgada por la federación, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

I.- Que las obras se localicen en más de una entidad federativa, o que tengan usos múltiples de agua, o que sean solicitadas expresamente por los interesados.

II.- Que los gobiernos de las entidades federativas y los municipios respectivos participen, en su caso, con fondos e inversiones a la obra a construir, y que se obtenga el financiamiento necesario.

III.- Que se garantice la recuperación de la inversión, de conformidad con la legislación fiscal aplicable y que el usuario o sistema de usuarios se comprometa a

²⁸ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 21



hacer una administración eficiente de los sistemas de agua y a cuidar la calidad de la misma.

IV.- Que en su caso las respectivas entidades federativas y municipios, y en sus entidades paraestatales o paramunicipales, o personas morales que al efecto contraten, asuman el compromiso de operar, conservar, mantener y rehabilitar la infraestructura hidráulica.

En los acuerdos o convenios respectivos se establecerán los compromisos relativos.

La salud humana depende no solo de la cantidad, sino también de la calidad del agua que se utiliza. En México, la autoridad encargada para la emisión de normas y criterios de calidad de agua para consumo humano es la Secretaría de Salud. A esta dependencia se debe la elaboración del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, que entró en vigor el 19 de Enero de 1988.

4.2.2 ESTUDIOS DE PROYECTO.

“Un estudio debe ser encauzado hacia dos finalidades específicas: 1) Realizar un buen proyecto y, 2) Ejecutar económicamente obras de abastecimiento de agua potable. El alcanzar estas metas es algo que depende de las limitaciones que imponga la disponibilidad real de tiempo, y el tipo de la localidad que se estudia; de esta manera el proyecto posiblemente contendrá los siguientes aspectos:

1°. La mejor solución del problema.

2° Ciertas alternativas que se propongan y que servirán para seleccionar:

- a) Las obras de construcción urgente.
- b) Las de construcción inmediata.



- c) Las de construcción futura.
- d) Las ampliaciones previstas y solicitadas.
- e) Las de mejoramiento del sistema.
- f) Aquellas obras que por razones económicas y sociales convenga construir en etapas.

3° La certeza en el proyecto, apoyado en un estudio completo.

4° La seguridad para planear la ejecución de las obras.

5° Datos suficientes para señalar en forma legal, apropiada y conveniente el proceso de los financiamientos.

6° Información suficiente para elaborar los programas de construcción de las obras.

7° Se conocerá la realidad económica y social de los habitantes de la localidad que se estudia.

8° Existirá una preparación moral y cívica de los que promueven la obra y sus moradores.

Un estudio debe ser completo, procurando que contenga la información técnica y estadística justa, verídica y suficiente para el diseño de un proyecto apropiado, conveniente y económico. El concepto de un “estudio” es:

LA INFORMACIÓN QUE SE ADQUIERE PARA PREPARAR LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

En algunos casos la información obtenida puede ser tan insignificante y los datos que se suministren tan escasos, que con ellos no se logrará desarrollar ni un anteproyecto, en otras situaciones, el estudio puede contener un exceso de datos, al grado de resultar la información abrumadora, con muchísimo material no todo útil; Entonces, el proyectista se coloca en una posición difícil para decidir cuales datos son dignos de aceptar y los que forzosamente sea prudente eliminar, para resolver



el problema que le ha sido planteado, por esta razón, un estudio debe ser claro, preciso, verídico; que contenga la información estadística necesaria como con los datos técnicos completos para la elaboración del proyecto específico que se pretenda desarrollar, y en el que se apoye con seguridad la construcción.

Primero. Antecedentes relacionados con el problema que se trata de resolver y en los que se reúnan los datos específicos hasta el momento en que se está procediendo a la investigación.

Segundo. Contar con estudios complementario, que serán encomendados a técnicos especializados en cada materia.

Se sugiere desarrollar el estudio en las cuatro etapas generales siguientes:

- I. Información previa.
- II. Investigación directa.
- III. Estudios auxiliares complementarios.
- IV. Elaboración integral del estudio.²⁹

4.2.3 INFORMACIÓN PREVIA.

“De ser posible, es conveniente saber previamente de quien proviene la iniciativa de promoción para realizar las obras y al mismo tiempo, es indispensable que se conozca con precisión la clase de obra que se ordena estudiar, para ser proyectada y construida.

²⁹ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 24-25.



Obtención general y datos preliminares.

- ✓ Cartas geográficas de la región.
- ✓ Aerofotografías.
- ✓ Planos de la localidad.
- ✓ Planos fotogramétricos.
- ✓ Planos geológicos.

Datos estadísticos:

- Censos de población.
- Morbilidad.
- Mortalidad.
- Climatológicos.
- Hidrológicos.
- Geohidrológicos.
- Geológicos.
- Comunicaciones.
- Transportes.
- Económicos.
- Culturales.
- Históricos.
- Políticos.
- Sociales.



Datos sobre recursos naturales, como:

- Aguas superficiales.
- Aguas Subterráneas.
- Agrícolas.
- Ganaderos.
- Forestales.
- Mineros.

La información anterior, se puede obtener generalmente antes de proceder a la investigación directa en la población que se pretende estudiar.³⁰

4.3 NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO.

De acuerdo a la normatividad vigente en el plan municipal, tenemos las siguientes recomendaciones y normas en lo que respecta a infraestructura hidráulica:

- No se debe permitir ningún tipo de desarrollo urbano o dotación hidráulica, arriba de la cota isométrica máxima definida por el sistema de distribución. En el caso de existir algún tipo de uso urbano arriba de esta cota, se deberá reubicar o consolidar su crecimiento, dotándolo solo de un tanque regulador para su uso exclusivo.
- Todo tendido hidráulico deberá ser subterráneo y alojado en una zanja. Sólo en casos excepcionales, se usará tubería de acero en desarrollos superficiales.

³⁰ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 25-26.



- La distancia mínima de separación entre la tubería hidráulica principal y la sanitaria, telefónica o eléctrica, deberá ser de 1.00 m. Toda tubería hidráulica se tenderá por encima de la sanitaria, a una distancia mínima de 0.30m.
- En zonas inundables o de fuertes lluvias, los rellenos posteriores al tendido de las redes deberán tener una compactación equivalente a la del terreno en que se instalan.
- La dotación de agua potable se encuentra definida por tipo de vivienda.”³¹

De acuerdo al cuadro 11, podemos determinar la capacidad de los servicios, así como la clasificación de acuerdo a la superficie construida.

SERVICIOS MÍNIMOS DE INFRAESTRUCTURA

SERVICIOS/UBICACION	Social progresivo	Interés social	Popular-Medio	Residencial
	Inferior a 40m ² construidos	De 40 a 62m ² construidos	De 62 a 100m ² construidos	Más de 100m ² construidos
Agua potable (dotación)	150 lts/hab	150 lts/hab	200 lts/hab	250 lts/hab
Drenaje y saneamiento (descargas)	120 lts/hab	120 lts/hab	160 lts/hab	200 lts/hab
Energía eléctrica y alumbrado público	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 5-10kw

Cuadro 10. Servicios mínimos de infraestructura.³²

³¹ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, págs.228, 229

³² Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 231



Para ello, podemos determinar la dotación para el tipo interés social, el cual le corresponde una dotación de 150 Litros por habitante por día.

También es necesario hacer el cálculo del volumen de agua para optar por la implementación de un tanque elevado en el anteproyecto de lotificación y urbanización.

4.4 NORMATIVIDAD DE ACUERDO AL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO.

De acuerdo a la legislación del Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, en materia de agua potable, podemos tener en resumen los siguientes puntos:

“De Las Obras De Urbanización.

ARTÍCULO 58.- Las obras de urbanización en los conjuntos urbanos, comprenderán a lo menos:

I. Red de distribución de agua potable y los sistemas que se emplearán para el ahorro, reúso y tratamiento del agua.

Las obras de urbanización al interior de los conjuntos urbanos, comprenderán igualmente las instalaciones y obras de infraestructura complementarias para su operación, tales como tanque elevado de agua potable, cárcamo, pozos de absorción y demás que sean necesarias.



Los proyectos de abastecimiento de agua potable, así como de suministro de energía eléctrica, deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes, para garantizar el ahorro en sus consumos.”³³

4.5 DATOS DE PROYECTO.

“Para efectuar los proyectos de las obras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable para localidades urbanas, se deben establecer claramente los datos de proyecto como se indica a continuación”: ³⁴

- a) Población según el último censo oficial..... Hab.
- b) Población actual..... Hab.
- c) Población de proyecto..... Hab.
- d) Dotación..... L/Hab.*día
- e) Gasto medio diario..... L.p.s.
- f) Gasto máximo Diario..... L.p.s.
- g) Gasto máximo Horario..... L.p.s.
- h) Coeficientes de variación diaria y horaria...
- i) Fuentes de abastecimiento.....
- j) Tipo de captación.....
- k) Conducción.....
- l) Capacidad de regularización.....
- m) Potabilización
- n) Distribución.....(gravedad o bombeo)

³³ Artículo 58,Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, pág. 27

³⁴ Manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la república Mexicana, Subdirección de proyectos. Oficina de Normas y Desarrollo de Tecnología. Facultad de Ingeniería. Pág. 8



Para el desarrollo del Anteproyecto, tomaremos en cuenta cada uno de los incisos, a desarrollar cada uno de estos:

- a) Población según el último censo oficial.

Como nuestro Anteproyecto esta por desarrollarse en un par de predios, en donde tomaríamos como referencia el número máximo de lotes por el número de habitantes en promedio para una vivienda en clasificación H100B, que corresponde a 4.7, de acuerdo a la tabla de usos de suelo correspondiente al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango.

- b) Población actual.

Para el cálculo de la población de proyecto, de acuerdo a la propuesta de lotificación y al tipo de vivienda, podemos definir el número máximo de población para los predios. Por lo tanto:

$$PA = \#Lotes * \#habitantes$$

Dónde:

$$PA = Población actual$$

$$\#Lotes = 298 \text{ del predio "De Soto"} + 861 \text{ del predio "Solís"}$$

4.7 = Número de habitantes promedio.

Por lo tanto, tenemos:

$$PA = 1159 \text{ Lotes} * 4.7 \text{ Habitantes}$$

$$PA = 5448 \text{ Habitantes.}$$



Para determinar el periodo de diseño, nos basaremos en el siguiente cuadro:

LOCALIDADES	PERIODO DE DISEÑO
1. De hasta 4000 habitantes	5 años
2. De 4000 a 15000 habitantes	10 años
3. De 15000 a 70000 habitantes	15 años
4. De mas de 70000 habitantes	20 años



Cuadro 11. Periodo de Diseño para diferentes poblaciones.³⁵

Como resultado tenemos entonces, un periodo de 10 años para efectos de cálculo.

- c) Población de proyecto de acuerdo a la tasa de crecimiento del Estado de México.

Para calcular la población proyecto, nos basaremos en un periodo de diseño de 10 años, la tasa de crecimiento de 1.40% (según datos estadísticos de INEGI, para el Estado de México en el último censo de población y vivienda) Por lo tanto tomaremos como base la siguiente formula:

$$\text{Pobl. Futura} = \text{Pobl. actual} \times (1 + i)^t$$

Dónde:

Pobl. Futura= Población de Proyecto

Pobl actual= Población Actual

i= tasa de crecimiento medio anual (En decimal)

³⁵ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 34.



t= Periodo de proyecto (años)

Entonces tenemos:

$$\text{Pobl. Futura} = 5448 \times (1 + 0.014)^{10}$$

Pobl. Futura= 6261 habitantes como población de proyecto

d) Población de proyecto de acuerdo a la tasa de crecimiento de Zumpango

Por otro lado, para el cálculo de la población proyecto, nos basaremos en un periodo de diseño de 10 años, la tasa de crecimiento promedio de acuerdo al cuadro 60 del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango para las próximos 10 años, el cual da como resultado 2.77 %.

ESCENARIO PROGRAMÁTICO DE POBLACIÓN MUNICIPAL 2000-2040.

PERÍODO	T.C.M.A.	POBLACIÓN INICIAL	POBLACIÓN FINAL	INCREMENTO
2000-2005	14.77	100,526	200,210	99,684
2005-2010	19.11	200,210	480,080	279,870
2010-2015	2.59	480,080	545,607	65,527
2015-2020	1.82	545,607	597,029	51,422
2020-2025	3.73	597,029	685,745	88,716
2025-2030	3.09	685,745	812,078	126,333
2030-2035	3.64	812,078	975,737	163,659
2035-2040	4.44	975,737	1,217,940	242,203

Fuente: Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán-Texcoco. Indicadores sociodemográficos perspectivas futuras del incremento poblacional para el Municipio de Zumpango.

Cuadro 12. Escenario Programático de Población Municipal 2000-2040.³⁶

³⁶ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 114.



Tasa de crecimiento media anual para el periodo comprendido entre 2015 y 2025.

$T_{cmap} = \text{Tasa de crecimiento media anual promedio}$

$$T_{cmap} 2015 - 2020 = 1.82$$

$$T_{cmap} 2020 - 2025 = 3.73$$

Entonces:

$$T_{cmap} = \frac{1.82 + 3.73}{2}$$

$$T_{cmap} = 2.78 \%$$

Por lo tanto, de acuerdo al resultado, tenemos entonces:

$$Pobl Futura = Pobl. actual \times (1 + i)^t$$

$$Pobl Futura = 5448 \times (1 + 0.0278)^{10}$$

$$Pobl Futura = 7167 \text{ habitantes como población de proyecto}$$

Por lo tanto tomaremos el resultado más desfavorable de acuerdo a nuestros cálculos y consideraremos 7167 habitantes como población de proyecto para el desarrollo del anteproyecto de abastecimiento de agua potable.

e) Dotación.

Para la dotación, se recurrió al Plan municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Zumpango.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS**



SERVICIOS/UBICACION	Social progresivo	Interés social	Popular-Medio	Residencial
	Inferior a 40m ² construidos	De 40 a 62m ² construidos	De 62 a 100m ² construidos	Más de 100m ² construidos
Agua potable (dotación)	150 lts/hab	150 lts/hab	200 lts/hab	250 lts/hab
Drenaje y saneamiento (descargas)	120 lts/hab	120 lts/hab	160 lts/hab	200 lts/hab
Energía eléctrica y alumbrado público	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 2kw	100 watts salida 2 salidas por espacio habitado 5-10kw

Cuadro 13. Servicios mínimos de infraestructura³⁷

En el cuadro podemos observar la dotación, que corresponde a 150 Litros por habitante por día.

f) Gasto medio diario.

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. Además, es el resultado de multiplicar la población de proyecto por la dotación, y dividido entre 86400 segundos, que corresponde al tiempo transcurrido en un día.

Por lo tanto:

$$Q_{md} = \frac{PP * D}{86400}$$

³⁷ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 231.



Dónde:

$$Q_{md} = \text{Gasto medio diario}$$

$$PP = \text{Población de proyecto}$$

$$D = \text{Dotación}$$

$$\text{Segundos en un día} = 86400$$

Entonces:

$$Q_{md} = \frac{7167 * 150}{86400} = 12.44 \frac{L}{s}$$

g) Gasto máximo diario

Es el requerido para satisfacer las necesidades de la población, en un día de máximo consumo. Se obtiene al multiplicar el gasto medio diario por “1.4”³⁸ (Coeficiente de variación usado de acuerdo a los lineamientos técnicos de la Comisión Nacional del Agua). Por lo tanto, tenemos:

$$Q_{MD} = C_{vd} * Q_{md}$$

Dónde:

$$Q_{MD} = \text{Gasto máximo diario.}$$

$$Q_{md} = \text{Gasto medio diario.}$$

$$C_{vd} = 1.4 \text{ (Coeficiente de variación diaria)}$$

Entonces:

³⁸ Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Datos básicos, Comisión Nacional del Agua, Edición 2007, México. Pág. 15.



$$QMD = 1.4 * 12.44 = 17.41 \frac{L}{S}$$

h) Gasto máximo horario.

Es el gasto requerido para cubrir las necesidades de la población a la hora de máximo consumo en un año tipo, el cual equivale a “1.55”³⁹ (Coeficiente de variación usado de acuerdo a los lineamientos técnicos de la Comisión Nacional del Agua). Resulta de multiplicar el coeficiente de variación diaria por el de variación horaria, y por el gasto medio horario. Por lo que resulta entonces:

$$QMH = Cvd * Cvh * Qmd$$

Dónde:

$$QMH = \text{Gasto máximo horario}$$

$$Cvd = \text{Coeficiente de variación diaria (1.4)}$$

$$Cvh = \text{Coeficiente de variación horaria (1.55)}$$

$$Qmd = \text{Gasto medio diario}$$

Entonces:

$$QMH = 1.4 * 1.55 * 12.44$$

$$QMH = 26.99 \frac{L}{S}$$

i) Coeficiente de variación diaria y horaria.

Se diseñará con los valores de acuerdo a los lineamientos técnicos de la Comisión Nacional del Agua:

³⁹ Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Datos básicos, Comisión Nacional del Agua, Edición 2007, México. Pág. 15.

C_{vd} = Coeficiente de variación diaria (1.4)

C_{vh} = Coeficiente de variación horaria (1.55)

j) Fuentes de abastecimiento

De acuerdo a las fuentes de abastecimiento con las que se cuenta en el municipio de Zumpango, tomaremos en cuenta la línea de conducción que corre por el viaducto bicentenario, o en su caso buscar alguna otra fuente de abastecimiento, ya que de acuerdo al plano de estrategia E-3 del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, podemos observar las vialidades proyectadas.



Figura 23. Proyección de vialidades en la zona de predios.

De acuerdo a este plano, podemos determinar que hay proyecciones de vías locales y principales en el perímetro de ambos predios, por lo que podemos tomarlo como referencia para la fuente de abastecimiento, que sería a partir de una de las vialidades, considerando favorable la que pasa por el lado norte del Predio de mayor superficie denominado “Solís”.



l) Capacidad de regularización

De acuerdo al relieve y topografía de los predios en donde vamos a trabajar se encuentran en pendiente, nuestra propuesta para la regularización es la construcción de un tanque elevado en el extremo más alto de los predios.

Por lo tanto definiremos en forma básica lo que es un tanque elevado, para efectos de cálculo.

De acuerdo a la comparativa entre los cálculos para determinar la población proyecto, con base en estadísticas del INEGI y del escenario del crecimiento de la población, según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, podemos concluir con los siguientes puntos:

- La tasa de crecimiento del Estado de México nos podría arrojar algunos errores de predicción, debido a que considera solo el promedio estatal, el cual como todos sabemos, varía de acuerdo a la localización, por lo que no es muy recomendable tomar este dato para efectos de cálculo.
- Por otro lado, la tasa de crecimiento que presenta el Plan De Desarrollo Urbano de Zumpango, nos indica que el municipio tendrá un crecimiento en la población acelerado, debido al desarrollo urbano y al ser integrado como una de las ciudades del Bicentenario, tendrá mayor auge que otras localidades del Estado de México.
- Al tener en cuenta un crecimiento poblacional con mayor tasa de crecimiento, y, al mismo tiempo utilizarlo para efectos de cálculo, entonces nos estaremos previendo de nuestra suposición sea correcta y no tener problemas de infraestructura en un periodo a mediano plazo.



1) Tanques elevados

“Los tanques elevados se emplean cuando no es posible construir un tanque superficial, por no tener en la proximidad de la zona a que servirá, una elevación natural adecuada. El “tanque elevado” se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora.

Los más comunes se construyen de acero, aunque los hay también de concreto reforzado, tanto el tanque como la torre.

Se construyen tanques elevados con capacidad desde 10 hasta 1000m³. En zonas rurales se recomienda una capacidad mínima de 10 m³. Las alturas de la torre son de 10, 15 o 20m.

Para tener un máximo beneficio, los tanques elevados se localizan cerca del centro del uso, pero en grandes áreas se localizan varios tanques en diversos puntos. La localización central decrece las pérdidas por fricción y es importante también para equilibrar presiones lo más posible.

En general, siempre son motivo de estudio en el análisis de los sistemas de distribución, la red de tuberías, las condiciones topográficas, el funcionamiento de la estación de bombeo y las características de operación del tanque de regularización. En donde se opera bajo condiciones muy variables de carga, el balance hidráulico del sistema llega a ser más complejo.”⁴⁰

Es por eso que para el anteproyecto utilizaremos un tanque elevado y calcularemos la capacidad del tanque con ayuda de las “Normas de Proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana”. El cual determina lo siguiente:

⁴⁰ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 176.



“La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por medios analíticos o gráficos.

Cuando no se conozca la ley de demandas, se calculará la capacidad de la siguiente forma:

Tiempo de bombeo	Suministro al tanque (horas)	Gasto de bombeo	de Capacidad del tanque (m ³)
De 0 a 24	24	Q.M.D.	$C = 14.58 * Q.M.D.$
De 4 a 24	20	$\frac{24}{20} * Q.M.D.$	$C = 7.20 * Q.M.D.$
De 6 a 22	16	$\frac{24}{16} * Q.M.D.$	$C = 15.30 * Q.M.D.$

Cuadro 14. Fórmulas para calcular la capacidad del tanque elevado.

La capacidad de regularización deberá determinarse de acuerdo con el estudio económico del conjunto de las obras que integran el sistema. Es conveniente que esa capacidad se ajuste a la de los planos tipo establecidos por la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillados.

En la memoria descriptiva y el plano de proyecto del tanque, se deberá indicar el horario de bombeo considerado para el cálculo de la capacidad de regularización del tanque. En general el horario más recomendable de bombeo es el de 24 horas.”⁴¹

De acuerdo a lo anterior entonces procedemos a calcular la capacidad del tanque con un tiempo de bombeo de 24 horas. Entonces tendremos:

$$C = 14.58 * Q.M.D.$$

⁴¹ Manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la república Mexicana, Subdirección de proyectos. Oficina de Normas y Desarrollo de Tecnología. Facultad de Ingeniería. Pág. 26.

Dónde:

$C = \text{Capacidad del tanque de regularización (m}^3\text{)}$

$\text{Coeficiente para un tiempo de bombeo de 24 horas} = 14.58$

$Q.M.D = \text{Gasto máximo diario}$

Entonces:

$$C = 14.58 * (17.41 \frac{L}{S})$$

$$C = 253.84 \text{ m}^3$$

De acuerdo al volumen obtenido necesario para la capacidad del tanque elevado, podemos proponer uno como el de la siguiente figura.



Figura 24. Tanque elevado de agua potable.

m) Potabilización.

Para el efecto del anteproyecto, no se tomará en cuenta el proceso de potabilización del agua ni alguno de los tratamientos que se requiera, ya que es responsabilidad del municipio brindar de este servicio.

4.6 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

“Una vez que se dispone de agua potable en el tanque de regularización, debe ponerse a disposición de los habitantes, distribuyéndola por toda la población, por medio de la red de distribución. Un adecuado sistema de distribución debe ser capaz de proporcionar agua potable en cantidad adecuada y a la presión suficiente cuando y dónde se requiera dentro de la zona de servicio.

Las redes de distribución se clasifican generalmente como sistemas en malla, sistemas ramificados y sistemas combinados. La configuración que se dé al sistema depende principalmente de la trayectoria de las calles, topografía, grado y tipo de desarrollo del área y localización de las obras de tratamiento y regularización.”⁴²



Figura 25. Red de distribución de agua potable.

⁴² Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 203.



4.6.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

“Un sistema de distribución está formado por una red de tuberías y a su vez, ésta se compone de tuberías de alimentación, principales y secundarias; esta designación depende de la magnitud de su diámetro y de su posición relativa con respecto a las demás tuberías, como se explica a continuación:

- a) Líneas de alimentación. Cuando la red trabaja por gravedad, la línea de alimentación parte del tanque de regularización y termina en el lugar donde se hace la primera derivación. En esta línea fluye el total del gasto considerado, por lo tanto resulta de diámetro mayor; esto sucede cuando se ha de proyectar un solo tanque de regularización.
- b) Tuberías primarias. En el sistema de malla, son las tuberías que forman los circuitos, localizándose a distancias entre 400 y 600 m. En el sistema ramificado es la tubería troncal de donde se hacen las derivaciones. A estas líneas están conectadas las líneas secundarias o de relleno.
- c) Tuberías secundarias o de relleno. Una vez localizadas las tuberías de alimentación, a las tuberías restantes para cubrir el área de proyecto se les llama secundarias o de relleno.
- d) Tomas domiciliarias. Es la parte de la red gracias a la cual los habitantes de la población tienen agua en su propio predio.”⁴³

4.6.2 PRESIONES REQUERIDAS Y VELOCIDAD DE FLUJO EN LA RED.

“El buen funcionamiento de un sistema de distribución se juzga con base en las presiones disponibles para un gasto especificado. Las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de los usuarios y por otro lado no deberán ser excesivas para no elevar los costos y evitar dañar la red interior de los

⁴³ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 205.



edificios. Además, cuando la presión es excesiva, se incrementan las fugas, lo que implica un costo no recuperable. Las presiones que se han de mantener en cualquier punto de la red deben permitir el suministro de una cantidad razonable de agua en los pisos más altos de las casas y fábricas en los edificios comerciales de no más de 4 pisos. En general, se adoptan los valores que se presentan en el cuadro 16.⁴⁴

Zonas	Presión disponible (Kg/cm ²)
Residencial de 2 ^a .	1.5 a 2.0
Residencial de 1 ^a .	2.0 a 2.5
Comercial	2.5 a 4.0
Industrial	3.0 a 4.0

Cuadro 15. Valores de presión usuales en la red de distribución.⁴⁵

4.7 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Una vez obtenidos todos los datos de proyecto, procedemos a diseñar la red de distribución de agua potable, aprovechando la topografía de los predios. De esta manera, como primer punto, ubicaremos el tanque de regularización en el punto más alto de ambos predios, para de esta forma, diseñar el sistema por gravedad y evitar costos de bombeo, aclarando que a nivel anteproyecto tomaremos como referencia las presiones máximas y mínimas requeridas por la red.

El diseño del sistema de abastecimiento será ramificado, para efectos de cálculo y de esta manera verificar las presiones máximas y mínimas requeridas por la red.

⁴⁴ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 207.

⁴⁵ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, pág. 207.



El procedimiento es el siguiente:

1.- Se divide la ciudad en zonas de distribución, atendiendo el carácter de las mismas en: Residencial, comercial e industrial. Resulta práctico colorear las zonas con un color distinto para cada clase, con el fin de localizarlas rápidamente durante el diseño.

- Como nuestro anteproyecto solo considera viviendas, tomaremos de la misma forma toda el área cubierta en ambos predios.

2.- Se procede a un trazado tentativo, que tenga un conducto principal, que se ramifique para conducir el agua a cada zona o grupo de zonas de distribución y se anotan las longitudes de cada tramo de tubería, que se obtendrán con el uso de un escalímetro.

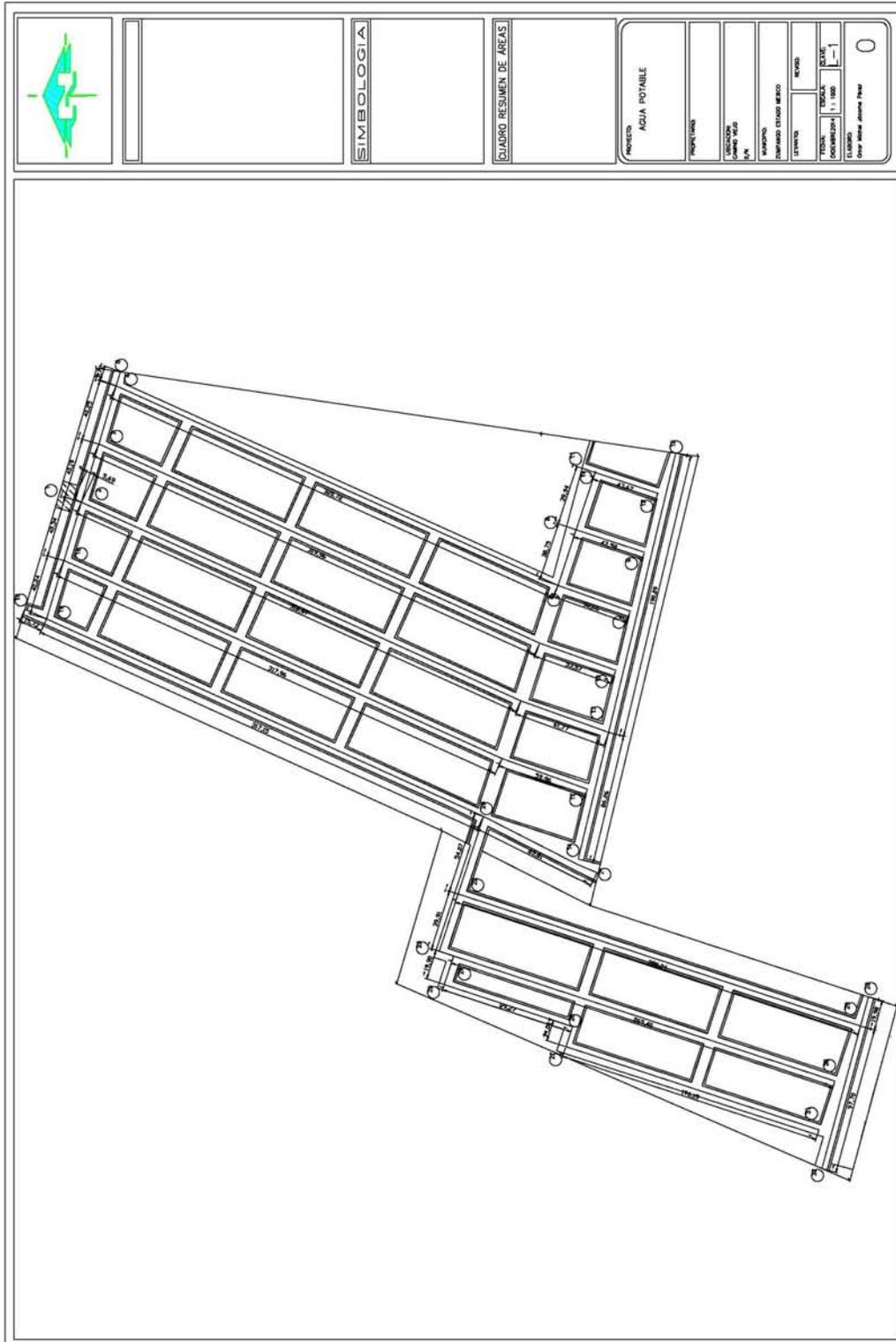
- Para este apartado, nos dimos a la tarea de hacer varias propuestas de red, como se mostrará más adelante.

3.- Se determina el coeficiente de gasto por metro de tubería, dividiendo el gasto máximo horario entre la longitud virtual de toda la red.

- Para llegar a esto, se tuvo que llenar una tabla con datos de proyecto, de ambos predios y de la propuesta de red.

4.- Se numeran los cruceros que se tengan en la red.

- Al poder tener el número de cruceros, pudimos comenzar a llenar la tabla de cálculo para la red de distribución, y tener una idea más clara del sistema de abastecimiento. El plano que nos dio como resultado, se puede ver en la siguiente imagen y en la sección de anexos.



Plano 4. Trazo de la red de agua potable.



5.- Se calculan los gastos propios de cada tramo de la red, multiplicando el coeficiente de gasto “q” por la longitud virtual del tramo de tubería.

$$Q_{\text{propio}} = q \times L_{\text{virtual}}$$

6.- Se efectúa el cálculo de los gastos acumulados por cada tramo de tubería, comenzando desde el más distante al más cercano al depósito de regularización, sumando, cuando sea necesario, los gastos de los tramos secundarios.

7.- Se determina el diámetro de los distintos tramos o secciones del conducto, haciendo uso del gasto acumulado que deben conducir, considerándolo concentrado en el extremo o nudo terminal. Hasta aquí se tendría garantizada la cantidad de agua, falta garantizar la presión suficiente, para lo cual se hace lo siguiente:

8.- Se determina el rudo de la red con la presión más desfavorable. Este puede ser aquel al que para llegar se requiera consumir la mayor pérdida de carga y que a la vez exista la presión requerida (entre 1 y 5 kg/cm²). En general, son puntos de presión desfavorable:

- Los más distantes al tanque regularizador
- Los nudos de nivel topográfico más alto
- Los nudos más distantes y más altos, simultáneamente.

El que presente mayor pérdida de carga será el punto más desfavorable que gobierna el diseño. Las pérdidas de carga pueden calcularse con la fórmula de Hazen y Williams.

Si este primer diseño no cumple con las presiones requeridas, se procede a rectificar el diseño, variando los diámetros o, si es posible, elevando el tanque regularizador.



9.- Se procede a situar las válvulas de seccionamiento: en general, 3 en las intersecciones de 4 tuberías, y 2 en las intersecciones de 3 tuberías.

Al mismo tiempo, se hizo el cálculo de la red de distribución con apoyo de una tabla y de acuerdo al siguiente procedimiento por columnas:

“**Columna 1.** Se indica la longitud virtual correspondiente al tramo: tramos con tomas a un solo lado, $L_{virtual} = L_{Real}$; Tramos con tomas a ambos lados, $L_{virtual} = 2L_{Real}$ y en tramos sin tomas $L_{virtual} = 0$.

Columna 2. Se indican los habitantes propios a los que sirve cada tramo, calculados con la expresión siguiente:

$$\text{Habs. Propios} = \frac{\text{Habitantes Totales}}{\text{Longitud virtual total}} * \text{Longitud virtual del tramo}$$

El cociente $\frac{\text{Habitantes Totales}}{\text{Longitud virtual total}}$ se denomina densidad, y se representa con δ .

Columna 3 Recorriendo la tubería en contra del flujo, los habitantes tributarios son los que se tienen hasta antes del tramo.

Columna 4 Es la suma por cada renglón de la columna 2 más la columna 3.



Columna 5 Se calcula el gasto de cada tramo con la expresión:

$$Q_{\text{máx Horario del tramo}} = \frac{\text{Habs. (Columna4)} * \text{Dotación}}{86,400} * CVD * CVH$$

CVD = Coeficiente de variación diaria

CVH = Coeficiente de variación horaria

Columna 6 Se indica el diámetro teórico, calculado con la ecuación:

$$D_T = 1.28\sqrt{Q}$$

Que supone una velocidad en la tubería de 1.2 m/s. La fórmula está en un sistema mixto de unidades, con Q en L/s y D en pulgadas.

Columna 7 Se indica el diámetro comercial, a criterio del proyectista, lo más aproximado al teórico. Para fibro-cemento, los diámetros comerciales son: 2, 2.5, 3, 4, 6, 8,10, etc. En pulgadas.

Columna 8 Se indica la pérdida de carga, calculada con la fórmula de Hazen y Williams, traducida a un sistema mixto de unidades:

$$H = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{0.0177 * C * D^{2.63}} * L_{REAL}}$$

Dónde:

Q en L/s; D en pulgadas; L en metros; C= 200 Y H en metros.



Columna 9 Localizando el crucero más desfavorable, se le asigna una carga disponible de 15m, y a partir de este crucero, se suman o se restan, según sea, las pérdidas de carga para ir obteniendo la cota piezométrica de los cruceros restantes.

Columna 10 Se indica la cota de terreno en cada crucero; es un dato que se obtiene de la carta topográfica de la población.

Columna 11 Se indica la carga disponible del crucero y se calcula como:

$$Cota\ piezométrica - cota\ del\ terreno = Carga\ disponible^{46}$$

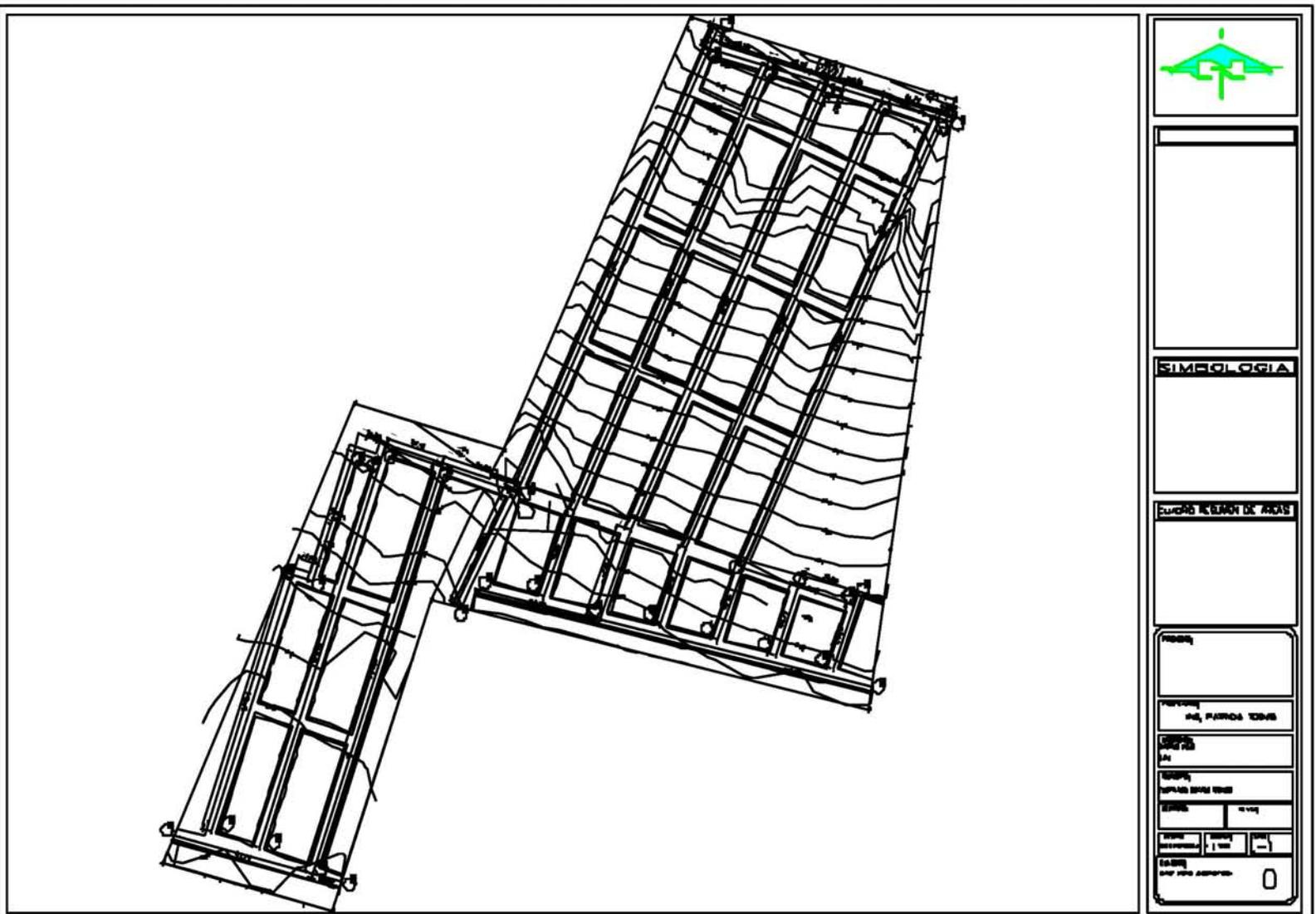
A continuación se muestra la tabla con los cálculos, indicando diámetros, velocidades y marcando en color amarillo la cota más desfavorable. Cabe destacar que el diseño de la red contempla un intervalo de 10 a 50 metros de columna de agua de presión, donde 10 es el mínimo, y 50 el máximo permitido.

Por otro lado, se enfocó en color verde la fila que indica el número de columna, para mostrar el proceso de cálculo de la red de distribución de agua potable.

Además, para determinar las cotas del terreno, nos llevamos a la tarea de sobreponer las curvas de nivel en nuestro trazo original, dando un plano como a continuación se muestra. Por otro lado, cabe mencionar que diseñaremos con tubería de fibrocemento.

Para efectos de cálculo del costo de anteproyecto, nos basaremos únicamente con los cálculos antes efectuados.

⁴⁶ Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994, págs. 218-219.



Plano 5. Red de abastecimiento de agua potable con curvas de nivel.



Tramo	Crucero	Longitud real (m)	Longitud virtual	Propios	Habitantes Tributario	Totales	Gasto (L/s)	Teórico (pulg)	Comercial (pulg)	Pérdida de carga (H en m)	Piezométrica	Terreno	Carga disponible (m)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
32 a 29	32	97.7	97.7	117	0	117	0.4399	0.85	2	7.47	2268.47	2251	17.47
29 a 28	31	19.98	19.98	24	0	24	0.0900	0.38	2	0.69	2261.69	2251	10.69
31 a 27	30	176.19	176.19	211	0	211	0.7932	1.14	2	18.10	2279.10	2251	28.10
30 a 24	29	265.4	530.8	634	0	634	2.3898	1.98	3	27.77	2288.77	2251	37.77
24 a 23	28	10	10	12	341	353	1.3298	1.48	2	1.33	2269.33	2258	11.33
29 a 22	27	280.24	560.48	670	670	1340	5.0468	2.88	4	29.19	2290.19	2251	39.19
27 a 26	26	14	14	17	211	227	0.8563	1.18	2	1.49	2265.49	2254	11.49
26 a 25	25	89.27	89.27	107	227	334	1.2582	1.44	2	11.55	2275.55	2254	21.55
25 a 24	24	19.9	19.9	24	334	358	1.3478	1.49	2	2.67	2269.67	2257	12.67
23 a 22	23	39.91	39.91	48	1708	1755	6.6135	3.29	4	4.76	2273.76	2259	14.76
22 a 20	22	54.07	54.07	65	1862	1927	7.2589	3.45	4	6.75	2275.75	2259	16.75
20 a 21	21	83.81	167.62	200	1927	2127	8.0135	3.62	4	11.00	2282.00	2261	21.00
14 a 13	20	86.26	86.26	103	0	103	0.3884	0.80	2	6.20	2273.70	2257.5	16.20
13 a 15	19	190.09	190.09	227	0	227	0.8558	1.18	2	20.29	2287.79	2257.5	30.29
20 a 19	18	317.75	635.5	759	2127	2887	10.8746	4.22	6	28.50	2299.50	2261	38.50
19 a 18	17	15.77	15.77	19	2887	2905	10.9456	4.23	4	2.42	2291.42	2279	12.42
17 a 16	16	377.92	755.84	903	0	903	3.4029	2.36	6	18.96	2286.46	2257.5	28.96
13 a 2	15	380.74	761.48	910	330	1240	4.6725	2.77	6	22.39	2289.89	2257.5	32.39
12 a 3	14	373.53	747.06	893	0	893	3.3634	2.35	6	18.64	2286.64	2258	28.64
7 a 6	13	50.66	101.32	121	0	121	0.4562	0.86	2	3.95	2272.45	2258.5	13.95
6 a 4	12	320.72	320.72	383	446	829	3.1226	2.26	4	26.28	2297.28	2261	36.28
9 a 8	11	47.58	95.16	114	0	114	0.4284	0.84	2	3.59	2272.09	2258.5	13.59
12 a 10	10	43.67	87.34	104	0	104	0.3932	0.80	2	3.16	2272.16	2259	13.16
6 a 8	9	38.75	38.75	46	164	211	0.7940	1.14	2	3.98	2274.98	2261	13.98
8 a 10	8	39.94	39.94	48	117	164	0.6196	1.01	2	3.63	2274.63	2261	13.63
10 a 11	7	10.34	10.34	12	104	117	0.4398	0.85	2	0.79	2271.79	2261	10.79
19 a 16	6	40.24	80.48	96	2905	3002	11.3080	4.30	6	3.68	2292.68	2279	13.68
16 a 2	5	40.34	80.68	96	3809	3905	14.7118	4.91	6	4.21	2293.71	2279.5	14.21
2 a 3	4	40.19	80.38	96	1733	1829	6.8916	3.36	6	2.87	2292.87	2280	12.87
3 a 4	3	40.25	80.5	96	840	937	3.5288	2.40	4	3.51	2292.51	2279	13.51
4 a 5	2	9.72	9.72	12	0	12	0.0438	0.27	2	0.23	2290.23	2280	10.23
2 a 1	1	5.69	0	0	7167	7167	27.0007	6.65	8	0.55	2290.55	2280	10.55
			5997.25										

Cuadro 16. Cálculo de la red de distribución de agua potable.



Cota más desfavorable



Presión máxima



5. ANTEPROYECTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Para el cálculo del sistema de alcantarillado en el anteproyecto de urbanización, tuvimos que recurrir a la legislación vigente, de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango, así como al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, el cual contiene legislación complementaria para el diseño de sistemas de alcantarillado.

5.1 AVANCES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

“La tecnología para el diseño y construcción de alcantarillados ha tenido pocos cambios desde la construcción del sistema de Hamburgo, Alemania, en 1842 y sobre todo a partir del reporte de Haring en 1881. Los adelantos trascendentes han ocurrido en el campo del tratamiento de residuos, donde el desarrollo tecnológico ha sido espectacular a partir de la década de los años sesenta.

Con respecto a los alcantarillados, los avances más destacados pueden agruparse en cuanto al diseño, construcción, equipos y mantenimiento:

- a) Relacionados con el diseño. Destaca el desarrollo de nuevas técnicas de cálculo en hidrología urbana y el empleo de computadoras para el diseño de alcantarillados con optimización económica empleando programación dinámica
- b) Relacionados con la construcción. Métodos modernos para la programación de tiempos de construcción y control de obras. Mejores equipos para excavación, perforación y compactación. Nuevos materiales para las tuberías. Empleo de rayos láser para el trazo de ductos, túneles, canales y empleo de sistemas hidráulicos de descarga integrados en el alcantarillado para reducir el pico de avenidas.



- c) Relacionados con equipos. Se dispone actualmente de mejores materiales y equipos más eficientes de bombeo. Se menciona el reciente empleo masivo de los equipos de tornillo. Equipos de medición más confiables y de simple operación, como la introducción de bocinas de ondas ultrasónicas y los medidores magnéticos con sistemas programados para la operación de los sistemas.
- d) Relacionados con el mantenimiento. En este campo se han desarrollado múltiples y ventajosos dispositivos para limpieza, incluyendo circuitos cerrados de televisión y sistemas modernos para la prevención del ataque químico a las tuberías de concreto por la producción de ácido sulfhídrico.

5.1.1 TIPOS DE SISTEMAS.

Existen tres tipos de sistemas de alcantarillado que adquieren su denominación por la naturaleza de las aguas que transportan y para lo cual fueron expresamente proyectados:

- Sistema separado de aguas negras
 - Sistema separado de aguas pluviales
 - Sistema combinado
- a) Sistema separado de aguas negras.
- Es aquel que se diseña únicamente para recibir las aportaciones de aguas de desecho, tanto domésticas, como industriales, con el fin de alejarlas de la localidad hasta un sitio adecuado y previamente seleccionado, donde serán tratadas para posteriormente verterlas a una corriente natural, o volver a usarlas en riego o en la industria.



b) Sistema separado de aguas pluviales.

Es aquel que se proyecta exclusivamente para captar las aguas de lluvia, lo que puede lograrse de dos maneras: la primera, proyectando conductos por todas las calles de la localidad que se pretende atender con este servicio y auxiliándose de sus respectivas estructuras de captación (Coladeras pluviales), para recibir las aguas de lluvia y conducir las hasta un sitio en que no produzcan molestias ni daños a la localidad. La segunda alternativa es proyectar sólo interceptores para conducir las aguas de lluvia previamente capturadas por medio de estructuras de captación (coladeras pluviales), evitando así que se acumulen y tomen fuerza de arrastre, lo que causa molestias y daños a la comunidad.

c) Sistema combinado.

Es aquel sistema de alcantarillado que sirve para captar y conducir por la misma red de conductos, tanto las aguas negras de desecho como las aguas de lluvia.

Para elegir un sistema de alcantarillado es preciso analizar la mayor cantidad de factores que inciden en el problema a resolver, lo que permitirá justificar económica y técnicamente su elección.

Tomando en cuenta las necesidades de saneamiento de las poblaciones, la primera prioridad por atender será la de desalojar las aguas de desecho o aguas negras y, en segundo término, evitar los riesgos y molestias que causan las aguas de lluvia.

Dependiendo de las características económicas de la población y de las condiciones topográficas, se podrá optar por un sistema separado de aguas negras, un sistema pluvial, o uno combinado. Otros factores que intervienen en la elección son la necesidad y factibilidad de tratamiento de las aguas negras y las posibles exigencias de bombes a la red.



Si la configuración topográfica de la población permite el desalojo superficial de las aguas de lluvia, es recomendable optar por el sistema separado de aguas negras.

Por otra parte, si la configuración de topográfica no permite el desalojo de las aguas de lluvia en forma superficial y, además, el potencial económico de la población no puede absorber el costo de las obras de un sistema combinado o pluvial, entonces es pertinente proyectar primero el desalojo de las aguas negras por medio de un sistema separado que las conduzca hasta un sitio adecuado y fuera de la localidad, dejando para etapas posteriores la solución al problema inicial.”⁴⁷

5.1.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA.

“Para elegir un sistema de alcantarillado es preciso analizar la mayor cantidad de factores que inciden en el problema a resolver, lo que permitirá justificar económica y técnicamente su elección.

Tomando en cuenta las necesidades de saneamiento de las poblaciones, la primera prioridad por atender será la de desalojar las aguas de desecho o aguas negras y, en segundo término, evitar los riesgos y molestias que causan las aguas de lluvia.

Dependiendo de las características económicas de la población y de las condiciones topográficas, se podrá optar por un sistema separado de aguas negras, un sistema pluvial, o uno combinado. Otros factores que intervienen en la elección son la necesidad y factibilidad de tratamiento de las aguas negras y las posibles exigencias de bombes a la red.

Si la configuración topográfica de la población permite el desalojo superficial de las aguas de lluvia, es recomendable optar por el sistema separado de aguas negras.

⁴⁷ Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México. Págs. 23-26.



Por otra parte, si la configuración topográfica no permite el desalojo de las aguas de lluvia en forma superficial y, además, el potencial económico de la población no puede absorber el costo de las obras de un sistema combinado o pluvia, entonces es pertinente proyectar primero el desalojo de las aguas negras por medio de un sistema separado que las conduzca hasta un sitio adecuado y fuera de la localidad, dejando para etapas posteriores la solución al problema pluvial.”⁴⁸

Para el desarrollo del proyecto es importante considerar la topografía del terreno en el que vamos a trabajar, así como la legislación de acuerdo al plan municipal de desarrollo urbano de Zumpango y la normatividad del Reglamento del Libro Quinto del Estado de México, la cual se explicará a detalle más adelante y todas las consideraciones que se deben tomar en cuenta y llevar a cabo.

5.1.3 PARTES DE QUE CONSTA UNA RED DE ALCANTARILLADO.

“Un sistema de alcantarillado, ya sea que se trate de la conducción de aguas negras, pluviales o de ambas, consta de estructuras básicas y estructuras conexas. La disposición final de las aguas, si bien no es una estructura, se considera una parte del sistema porque de su forma, ubicación y correcta localización depende la eficacia global del sistema. No se cumple el propósito sanitario de la red de alcantarillado si la disposición final de las aguas es inadecuada, cuando se vierten por ejemplo, en arroyos o ríos que pasan aguas abajo, cerca de otras poblaciones a las que causarán daños y problemas. Similar situación se presenta cuando se usan para riego o en la industria sin el tratamiento previo.

⁴⁸ *Ibíd.*

Las plantas de tratamiento en estricto sentido también forman parte de los sistemas de alcantarillado; sin embargo, por sus características y complejidad de diseño y construcción, son objeto de proyectos específicos.

Tomando en cuenta lo anterior, las partes o estructuras básicas de una red de alcantarillado son las que se describen a continuación:

- a) Albañales. Se denominan así a los conductos que recolectan las aportaciones de aguas residuales de una casa o edificio y las entregan a la red municipal. Estos conductos se dividen en dos partes: a la primera se le denomina albañal interior y es la que se localiza dentro del predio, casa o edificio. A la segunda se le denomina albañal exterior, porque se localiza del parámetro exterior de la casa o edificio al entronque con el conducto de la calle. Al conducto o albañal exterior también se le denomina descarga domiciliaria.



Figura 26. Albañal interior.

- b) Atarjeas. Son las tuberías de diámetro mínimo dentro de la red, que se instalan a lo largo de los ejes de las calles de una localidad y sirven para recibir las aportaciones de los albañales o descargas domiciliares de las casas o edificios.



- c) Subcolectores. Son los conductos que reciben las aportaciones de aguas residuales provenientes de las atarjeas y, por tanto, tienen un diámetro mayor. Sirven también como líneas auxiliares de los colectores.

- d) Colector. Es la línea o conducto principal que se localiza en las partes bajas de la localidad. Su función es capturar todas las aportaciones provenientes de subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias para conducir las hasta la parte final de la zona urbana donde se iniciará el emisor.

- e) Emisor. Es el conducto comprendido entre el final de la zona urbana de una localidad y el sitio de vertido o en su caso, planta de tratamiento. El emisor recibe sólo aportaciones de aguas residuales provenientes del colector o colectores, por lo que su función es transportar la totalidad de las aguas captadas por el resto de la red de alcantarillado.

- f) Interceptor. Es un conducto abierto o cerrado que intercepta o desvía las aguas pluviales, aliviando problemas que ponen en peligro a la población.

- g) Disposición final. Una vez sometidas a tratamiento, quitándoles su poder nocivo, las aguas residuales se podrán verter a corrientes naturales (arroyo, río, lago o mar) o en su caso usarlas para riego agrícola, riego de parques y jardines o canalizarlas hacia industrias.

Por otra parte, las estructuras conexas que permiten el funcionamiento de una red de alcantarillado, son los que se describen en los incisos (h) a (m) siguientes:

- h) Pozos de visita. Son estructuras parecidas a chimeneas verticales construidas de tabique o cajas de concreto reforzadas que se colocan sobre las tuberías. Tienen un acceso por la superficie de la calles, suficientemente amplio para dar paso a un hombre y facilitar que pueda maniobrar en su interior. Su forma generalmente es cónica y sus funciones principales son la de proporcionar ventilación a los conductos, para evitar la acumulación de gases producidos por las aguas residuales, y la de facilitar las maniobras para limpieza de toda la red. Se localizan en los cruces de todas las calles, en cambios de pendientes o en la dirección de los ejes de las calles para seccionar un tramo demasiado largo.



Figura 27. Pozo de visita.

- i) Caídas. Son estructuras que se utilizan para absorber un desnivel entre la unión de dos tuberías con el fin de ahorrar excavación o de disminuir una pendiente en la tubería para no rebasar la velocidad máxima permitida.
- j) Estaciones de bombeo. Se diseñan para elevar las aguas de una zona a otra de la población, cuando por razones topográficas no es posible integrarlas al sistema general por gravedad.

- k) Sifones invertidos y puente canal. Son estructuras que sirven para salvar el paso de una depresión fuerte.
- l) Coladeras pluviales. Son estructuras de captación que permiten la entrada del agua de lluvia hasta el sistema de interceptores. Su localización se hará en lugares seleccionados que garanticen la captación de las aguas pluviales.



Figura 28. Coladera pluvial.

- m) Caja derivadora. Son estructuras que se proyectan en un sistema combinado para inducir, en tiempos de secas, que las aguas negras se transporten por un conducto expresamente diseñado para ellas hasta la planta de tratamiento y, en tiempo de lluvias, las aguas combinadas se viertan directamente a una corriente o cuerpo de agua.”⁴⁹

⁴⁹ Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México. Págs. 26-30.



5.2 NORMATIVIDAD DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZUMPANGO SOBRE ALCANTARILLADO.

Para el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Zumpango, nos indica las siguientes normas sobre alcantarillado, las cuales se deben tomar en cuenta para el desarrollo de la red.

Básicamente, el plan nos pide a detalle los siguientes puntos:

- “Capacidad de la red de alcantarillado público en la zona de proyecto (captación y conducción). Disponibilidad de la red de alcantarillado público para absorber los volúmenes de la descarga derivada del predio, tanto en agua residual como de agua pluvial, considerando para este tipo de agua, el tiempo y dirección del escurrimiento y el cálculo de la tormenta de diseño, la cual deberá elegirse para un período de retorno no menor a 25 años. Se deberán proporcionar las características de calidad de las aguas residuales, así como la factibilidad de instalar un sistema de tratamiento primario de esta agua, previo a su descarga a la red pública.
- Capacidad de tránsito y velocidad de recorrido de las vialidades que circundan el predio objeto del estudio, la cual deberá contemplar tanto las vialidades locales como las de acceso y salida de la zona de influencia del proyecto propuesto. ⁵⁰

Adicionalmente, tenemos:

Normas sobre infraestructura sanitaria

“Para el tendido de la red sanitaria se deberán considerar los siguientes criterios:

⁵⁰ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 217.

- Para el cálculo del gasto de desecho, se considerará el 80% de la dotación hidráulica señalada, por las pérdidas de consumo, adicionando los gastos industriales, pluviales y si es el caso, las filtraciones freáticas.
- Los albañales de servicio se deberán colocar uno por cada predio hacia el colector de la zona, considerando las pendientes mínimas que por cálculo se requieran, además de un registro en el interior del predio en su lindero frontal con medidas mínimas de 0.40 x 0.60m por 0.40 m de profundidad.
- Para la protección del tendido del paso vehicular, deberá haber una profundidad mínima de 0.70m entre el nivel de piso y lomo superior de tubería en diámetros de hasta 0.45m. Para diámetros mayores, la profundidad deberá ser hasta de 0.90m.⁵¹



Figura 29. Red de alcantarillado.

⁵¹ Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango, pág. 229



5.3 NORMATIVIDAD DEL REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO SOBRE ALCANTARILLADO.

De acuerdo al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, y en lo que corresponde al tema de alcantarillado, tenemos los siguientes requerimientos:

“De la localización de las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano fuera del conjunto urbano.

De las obras de urbanización:

ARTÍCULO 58.- Las obras de urbanización en los conjuntos urbanos, comprenderán a lo menos:

II. Red separada de drenaje pluvial y sanitario y los sistemas para su manejo y tratamiento, así como para la infiltración del agua pluvial al subsuelo, que sean aprobados por la autoridad competente respectiva.

XI. En su caso, el proyecto de las redes de alcantarillado debe prever la planta o sistema de tratamiento de aguas residuales, para su posterior descarga, o bien, cuando esté prevista la construcción de macro plantas o sistemas de tratamiento regional, hacer la aportación económica equivalente a la Comisión del Agua del Estado de México o al respectivo organismo operador municipal, según corresponda.”⁵²

⁵²Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México, pág. 27



5.4 TRABAJOS PREVIOS AL CÁLCULO (ALCANTARILLADO SANITARIO).

“Como parte del proceso de diseño de una red de alcantarillado sanitario y previo al cálculo hidráulico y geométrico de la red, se deberán realizar algunos trabajos que servirán de apoyo para dicho cálculo. A continuación se describen brevemente:

a) Trazo de ejes

Los ejes deberán trazarse por medio de líneas delgadas que irán por el centro de las calles, cuidando que intersecten en un mismo punto. Cuando la calle sea muy ancha, se colocará doble eje; es decir, en ambos lados de la calle. Estas líneas representaran las tuberías por diseñar.

b) Medición de longitudes.

Se medirán las distancias entre cruceo y cruceo, y se anotará el valor en la parte superior izquierda correspondiente a cada manzana. Esto se realizará tanto en forma horizontal.

c) Colocación de pozos de visita

Los pozos de visita se colocarán en cada cruceo de la calle, cambio de pendiente, de diámetro y de dirección; se verificará que la separación entre pozo y pozo no sea mayor de 125 m, de lo contrario se colocará el número de pozos necesario para cumplir con esta especificación.

d) Determinación de las cotas de terreno

Dependiendo de la topografía de la población y de acuerdo con las curvas de nivel, se determinarán cada una de las cotas del terreno correspondiente a cada uno de los pozos.



e) Planeación y trazo de la red.

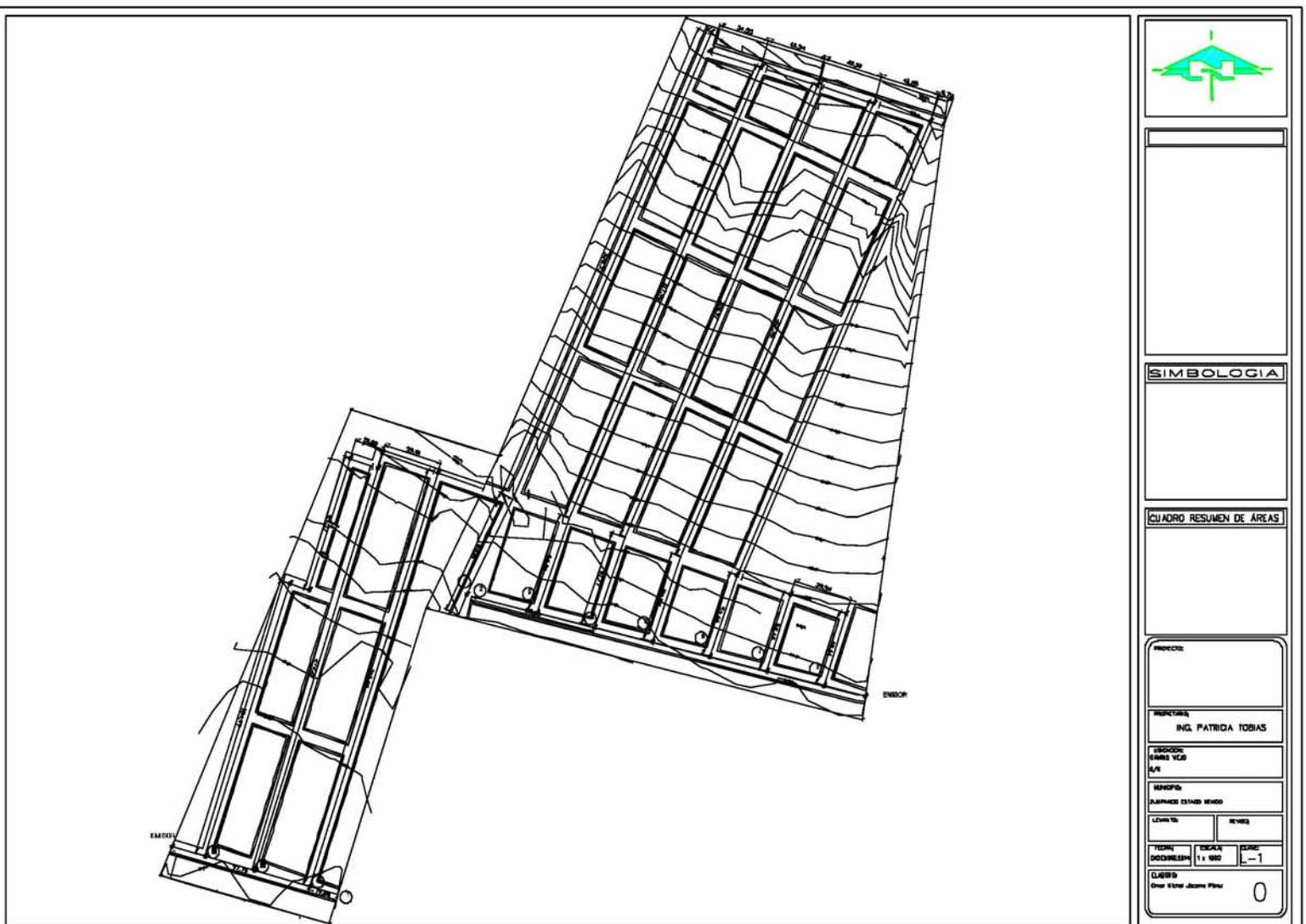
Con la ayuda de la topografía y tomando en cuenta que la eliminación del sistema será por gravedad, se localizarán las tuberías principales (colector, subcolector y emisor), éstas deberán ser localizadas en las partes más bajas de la población.”⁵³

Para hacer el trazo de la red, nos dimos a la tarea de cruzar las curvas de nivel de acuerdo a nuestro levantamiento topográfico, y de esta forma poder determinar el flujo de la red por gravedad, para reducir costos y de esta manera hacer más eficiente el funcionamiento de la red.

El trazo quedó de la siguiente manera:

- Se proyectaron dos redes, una para cada predio, debido a la complejidad que se presenta por el trazo de lotes en cada predio, y además, para que la descarga sea independiente para cada predio.
- El material que utilizaremos para el proyecto será tubería de polietileno de alta densidad.
- Se dividirá la población proyecto en ambos predios, haciendo la distribución proporcional correspondiente.
- El objetivo del trazo es poder obtener los metros totales de tubería, para utilizarlos más adelante en el paramétrico de urbanización.
- Nos limitaremos a hacer el cálculo geométrico de los colectores y subcolectores, debido a que para efectos del trabajo de investigación, no se considera necesario y por la disposición de los predios, tenemos favorable el escurrimiento hacia el emisor.

⁵³ Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México. Pág. 76.



Plano 6. Trazo de la red de alcantarillado sanitario.



5.4.1 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.

Una vez realizados los trabajos previos de apoyo al proyecto, se estará en condiciones de realizar el cálculo hidráulico y geométrico del sistema. Para estos cálculos, se requiere conocer los datos básicos de proyecto, de los cuales, la mayoría ya fueron obtenidos en el anteproyecto de agua potable, por ejemplo:

Población actual: 5448 Habitantes.

Población de proyecto: 7167 Habitantes.

Dotación: 150 L/Hab*día.

Aportación (80% Dotación)= 120 L/Hab*día.

Fórmulas: Harmon y Manning.

Sistema: Separado aguas negras.

Eliminación: Por gravedad.

Vertido: Riego previo tratamiento.

Material: Tubería de concreto simple.

Solamente se realizará el cálculo hidráulico de las tuberías principales (Colector, subcolector y emisor), ya que las atarjeas se proyectarán por especificación con un diámetro mínimo de 20 cm.

De acuerdo a los siguientes procedimientos, desarrollaremos el cálculo hidráulico en una tabla al igual que en el abastecimiento de agua potable. Los pasos a seguir son los siguientes:



a) Cruceros (**columna 1**)

Se numeran todos los pozos del colector a partir de aguas arriba y continuando aguas abajo. Se colocan en cada renglón, dejando un espacio entre crucero y crucero.

b) Longitud propia (**columna 2**)

Es la longitud propia del tramo en estudio.

c) Longitud tributaria (**columna 3**)

Es la suma de las longitudes de todos los tramos de tubería (atarjeas) que llegan o descargan en cada crucero o pozo de visita, a partir del cual se considera que recibe aportaciones importantes para efectuar el cálculo hidráulico.

d) Longitud acumulada (**columna 4**)

Es la suma de la longitud propia más la longitud tributaria (Long. Propia + Long. Tributaria)

e) Población (**columna 5**)

Para obtener la población servida en cada tramo, se calculará primero la densidad de población:

$$Dp = \frac{\text{Población de proyecto}}{\text{Longitud total de la red}} = \frac{Hab}{m}$$



Dónde:

$Dp = \text{Densidad de población}$

La población servida en cada tramo será igual a la densidad de población por la longitud acumulada en cada tramo.

$$P = Dp * La$$

$$P = Hab$$

f) Gastos (**columnas 6, 7 y 8**)

Las siguientes columnas de la tabla de cálculo de aguas negras, corresponde a la cuantificación de los gastos que se harán en función de la población servida en cada tramo. En este caso, se calcularán gastos mínimo, medio y máximo, tomando en cuenta la aportación que es de 75% de la dotación.

Gasto mínimo

Generalmente se considera como gasto mínimo la mitad del gasto medio. Sin embargo, como una cuantificación más rigurosa, especialmente para aquellos casos con pendientes muy pequeñas o muy grandes, se acepta en la práctica como gasto mínimo probable de aguas por conducir, a la descarga de un excusado estimada en 1.51 L.p.s. En la inteligencia de que además se deberá tomar en cuenta que el número de descargas simultáneas al alcantarillado está de acuerdo, según el diámetro del conducto receptor.

$$Q_{\text{mín}} = 0.5 Q_{\text{med.}}$$

$$Q_{\text{mín}} = \frac{L}{s}$$



Gasto medio (columna 7)

Se empezará por calcular el gasto medio con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{Población * Aportación}{86400}$$

$$Q_{med} = \frac{L}{s}$$

Gasto máximo (columna 8)

El gasto máximo también es llamado gasto máximo instantáneo y se calcula afectando de un coeficiente M (Harmon) al gasto medio.

$$Q_{máx} = M * Q_{med}$$

$$Q_{máx} = \frac{L}{s}$$

Cuando la población servida por el conducto sea menor de 182,250 usuarios, las expresiones que proporciona el valor de “M” son indistintamente de acuerdo con Harmon.

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

Cuando la población servida por el conducto es igual o superior a los 182,250 usuarios, el coeficiente “M” tendrá un valor fijo igual a 1.80, es decir:

$$Q_{máx} = 1.8 * Q_{med}$$



g) Gasto máximo previsto (**Columna 9**)

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos y su valor debe calcularse multiplicando el gasto máximo por un coeficiente de seguridad generalmente de 1.5, es decir:

$$Q_{\text{máximo previsto}} = 1.5 * Q_{\text{máx}}$$

h) Pendientes (**columna 10**)

Las pendientes de las tuberías deberán seguir, hasta donde sea posible, la inclinación del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas. Para cada tramo se propone una pendiente. Al efectuar el cálculo geométrico se verifica con el nomograma de Manning y con tablas de pendientes las velocidades máximas y mínimas que se requieren en conducto y por especificación de proyecto.

$$S = \frac{\text{Diferencia entre cotas de terreno}}{\text{Longitud}}$$

$$S = \text{milesimos}$$

i) Diámetro (**columna 11**)

Deberá seleccionarse el diámetro de las tuberías, de manera que su capacidad permita que el gasto máximo de agua escurra sin presión interior y con un tirante para gasto mínimo que permita arrastrar las partículas sólidas en suspensión. Con los valores de $Q_{\text{máx previsto}}$ y la pendiente, se busca en el nomograma de Manning, el diámetro que corresponda.

Los diámetros se buscarán en el lado derecho de la escala. Cuando el diámetro sea menor de 20 cm, se utilizará 20 cm por especificación.



j) Diámetro y velocidad a tubo lleno **(columnas 12 y 13)**

Nuevamente se recurre al nomograma de Manning y con los valores obtenidos de la pendiente y el diámetro, se determinarán el gasto y la velocidad a tubo lleno.

k) Determinación de la velocidad real a gasto mínimo y gasto máximo **(columnas 14 y 15)**

Para conocer la velocidad real a gasto mínimo (Q_{\min}) y a gasto máximo previsto ($Q_{\max\text{prev}}$), es necesario utilizar la última escala de nomograma de Manning, en donde aparecen dos tipos de relaciones. Una es de gasto y la otra de velocidad. Ambas se intercalan y así se obtiene la velocidad real.⁵⁴

Para determinar los cálculos correspondientes al sistema de alcantarillado, nos vimos en la necesidad de trazar dos redes de alcantarillado, una para cada predio, para de esta manera, poder hacer la conducción por gravedad a través de ambos predios. Sin embargo, al hacer esto, tuvimos que recalcular 2 veces algunos datos, como se indica a continuación:

Población proyecto.

Partiendo de nuestra población proyecto, podemos determinar de acuerdo al número de lotes, la distribución de población para cada lote, con una regla de tres, de la siguiente manera:

Si para una población proyecto de 7167 habitantes, tenemos 1159 Lotes, entonces para el predio “Solís” con 861 Lotes, tendremos:

⁵⁴ Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México. Págs. 79-85.



$$\#habitantes\ predio\ "Solís" = \frac{861 * 7167}{1159}$$

$$\#habitantes\ predio\ "Solís" = 5325\ hab.$$

Por lo que para obtener la población del predio “De Soto”, tendremos que restar a la población proyecto, el número de habitantes del predio “Solís”, entonces resulta:

$$7167\ habitantes - 5325\ habitantes$$

$$\#habitantes\ predio\ "De\ Soto" = 1842\ hab.$$

Con la población resultante para cada predio, procederemos a los cálculos de alcantarillado sanitario para cada uno de los mismos.

Por otro lado, es importante mencionar que para efectos de cálculo, las pendientes son propuestas, puesto que a lo largo de la trayectoria de los colectores, podemos observar que tenemos la misma altura, pensando que estas mismas van a ser modificadas una vez que se haga el movimiento de tierras necesario para nivelar el terreno.

Las columnas que anteriormente se describieron, se encuentran en la parte superior de la tabla, entre paréntesis el número de columna, y la celda de color verde.

En la parte inferior de cada tabla de cálculo de alcantarillado sanitario, podemos observar marcados en color amarillo la densidad de población correspondiente a cada predio, así como población de proyecto respectiva.

Al obtener los cálculos de cada red, podemos utilizar la información para nuestro último capítulo, ya que nos será necesario conocer los metros totales de tubería, así como el diámetro correspondiente a cada uno de estos.



Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio "Solís"														
Crucero	Longitudes(m)	Columna	Columna	Población	Costo	Qolum	Qolum	Q máx pre	Pend (mil)	Diám.(cm)	Tubo llen	Columna	V. Real r	Columna
				Aguas negras							Gasto Ips	Vel(m/s)	A gasto	
Propia		Tributaria	Acumulado	Mínimo Medio Máximo								Mín	Máx	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
de 1 a 2		412.14							Propuesto					
	49.46		461.6	963.10	0.67	1.34	5.10	7.65	10	20	35	1.15	0.621	0.92
de 1 a 3		417.47												
	40.3		919.37	1918.21	1.33	2.66	9.59	14.39	10	20	35	1.15	0.63	1.09
de 1 a 4		421.08												
	40.51		1380.96	2881.29	2.00	4.00	13.84	20.75	10	20	35	1.15	0.73	1.18
de 1 a 5		418.72												
	40.27		1839.95	3838.95	2.67	5.33	17.86	26.79	10	20	35	1.15	0.95	1.26
de 1 a 6		426.3												
	40.12		2306.37	4812.11	3.34	6.68	21.79	32.69	10	25	65	1.35	0.7	1.35
de 1 a 7		91.23												
	40.05		2437.65	5086.02	3.53	7.06	22.87	34.31	10	25	65	1.35	0.74	1.37
de 1 a 8		85.4												
	29.14		2552.19	5325	3.70	7.40	23.81	35.72	10	25	65	1.35	0.88	1.38
1 a emisor														
		Densidad de	2.08644341											
		Población	5325											

Cuadro 17. Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio "Solís".



Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio "De Soto"														
Crucero	Longitudes(m)	Columna	Columna	Població	Gastos en l	Column	Column	Q máx pr	Pend (mle)	Diám.(cn)	Tubo llen	Columna	V. Real r	Columna
	Propia	Tributaria	Acumulado		Aguas negras						Gasto lps	Vel(m/s)	A gasto	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Mínimo	Medio	Máximo	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	Min	Máx
de 1 a 2		333.18							Propuesto					
	38.86		372.04	654.20	0.67	1.34	5.10	7.65	14	20	35	1.4	0.6	1.16
de 1 a 3		312.12												
	35.04		719.2	1264.66	1.33	2.66	9.59	14.39	10	20	38	1.2	0.6	1.12
de 1 a 4		304.53												
	23.8		1047.53	1842.00	2.00	4.00	13.84	20.75	10	20	38	1.2	0.636	1.32
de 1 a emisor														
		densidad=	1.75842219											
		pob	1842											

Cuadro 18. Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio "De Soto".



5.5 TÉCNICAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

La función primordial de un sistema de alcantarillado pluvial es eliminar rápida y eficazmente las aguas de lluvia que tienden a acumularse en las zonas bajas de las localidades, causando daños y molestias a la población.

La ubicación de los interceptores y la determinación de sus capacidades, son los problemas esenciales a resolver en un proyecto pluvial.

La ubicación de los interceptores es un problema de relativa sencillez de solución que corresponde a la planeación física del sistema, para lo cual, el ingeniero proyectista dispone de la topografía de la zona o área por drenar y de un conjunto de reglas prácticas, dictadas por el sentido común y la experiencia: los interceptores deben localizarse en el centro de las calles y solo en casos especiales, variarse esta ubicación. Nunca deben cruzar edificaciones o manzanas. Deben ubicarse en las calles más bajas para facilitar hacia ellos el escurrimiento de las zonas más elevadas. Debe evitarse la utilización de bombeos y aprovechar íntegramente la gravedad. Se procurará que las líneas sean lo más rectas posibles, sin inflexiones o vueltas para evitar la formación de contracorrientes y se buscará siempre el camino más corto para llegar al sitio de vertido.

En contrapartida, la determinación de la capacidad de los interceptores y de los demás componentes del sistema, son un problema más complejo de resolver, para lo que no existen reglas precisas a seguir. En teoría, es un problema hidráulico que requiere de mediciones y desarrollos analíticos para cada caso, en tanto no hay dos sistemas idénticos. Sin embargo, la solución de una infinidad de casos ha permitido concluir que los gastos por transportar y en consecuencia los diámetros de las tuberías (capacidad del sistema) son una función de las áreas de aportación de agua de lluvia; de la intensidad de la misma; de un coeficiente de escurrimiento o escorrentía que agrupa a distintos factores como la permeabilidad, infiltraciones,



evaporación y rugosidad de los materiales, y del tiempo de retorno de las lluvias que se elija para proteger la zona y a sus habitantes de inundaciones frecuentes.

Todos estos factores de los que depende la capacidad de un sistema, han sido estudiados por diversos investigadores quienes desarrollaron, basados en proyectos específicos y experiencias concretas, distintos métodos para calcular la capacidad hidráulica de un sistema. En general, todos los métodos conocidos tienen fundamentos teóricos muy parecidos y difieren en la proporción en que relacionan los factores determinantes de la cantidad de agua de lluvia por desalojar.⁵⁵

Debido a lo extenso que resultaría desarrollar la red de alcantarillado pluvial, para lo cual necesitamos datos más específicos, como lo son intensidades de lluvia, obtención de las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, y los cuales no son objeto de este proyecto de tesis, podremos plantear considerar el trazo de la red de alcantarillado sanitario, y utilizar los datos obtenidos, específicamente los metros de tubería, para de esta manera poder cuantificarlo en un paramétrico de alcantarillado pluvial.

Para proyectar un costo aproximado de la red, es necesario conocer los metros aproximados de la red de alcantarillado pluvial, por lo cual utilizaremos esta información en el último capítulo de nuestro anteproyecto.

⁵⁵ Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México. Págs. 101-102.

6. PARAMÉTRICO DEL COSTO DE ANTEPROYECTO.

6.1 ETAPAS DEL DISEÑO.

Es necesario apoyarnos en gran medida de las etapas de diseño utilizadas para el desarrollo de proyectos para determinar la forma en que elaborará el costeo del proyecto. Por lo cual debemos conocer las consideraciones pertinentes de acuerdo a la etapa en la que se encuentra el anteproyecto, por lo que ejemplificaremos las etapas del diseño y el proceso de acuerdo a la siguiente figura.

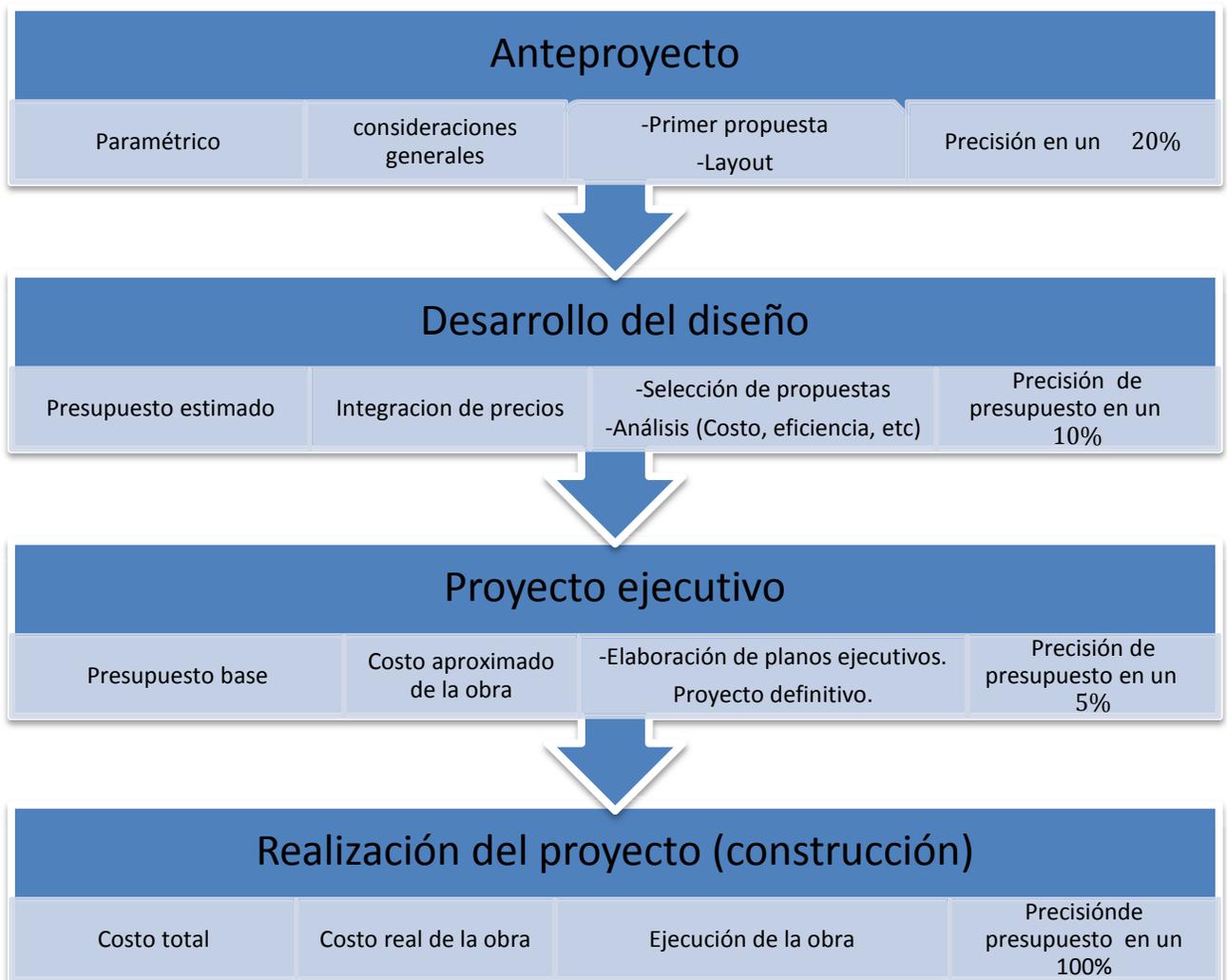


Figura 30. Etapas del diseño.



6.2 DEFINICIÓN DE ANTEPROYECTO, DESARROLLO DEL DISEÑO Y PROYECTO EJECUTIVO.

El anteproyecto es el conjunto de trabajos que anteceden a un proyecto de Arquitectura o Ingeniería y debe contestar a las siguientes preguntas ¿Qué se quiere hacer? ¿Cuáles son las características de lo que se quiere?

En concreto, se debe conocer el objetivo del inmueble (residencia, hospital, iglesia etc.) o si va a ser una ampliación, remodelación u obra nueva. Además de contar con un terreno adecuado al tipo de obra que se va a hacer, tomando en cuenta su ubicación para llegar a un estudio de sus aspectos físicos y legales.

El proyecto es el conjunto de diseños, planos, cálculos, plantas, alzados, perspectivas que determinan todo lo necesario para la construcción de una obra. Este es el proyecto ejecutivo que vamos a construir, y que es aprobado por el cliente, el proyectista y los responsables de su seguridad estructural, con la estampa de su firma en los documentos oficiales.

Por lo regular no todas las empresas que conforman el proyecto lo llevan a la construcción, el dueño del futuro inmueble contrata a otra empresa para la construcción del proyecto, ya sea porque se tuvo guardado mucho tiempo o por cuestiones económicas del dueño. Es después de esta etapa cuando se realizan los estudios de factibilidad económica, y sólo se construirá el proyecto una vez que se tiene la aprobación de todas las personas involucradas.⁵⁶

⁵⁶ Apuntes de Edificación, M. en I. Patricia Angélica Tobías Arroyo, México, 2013. Pág 1.



6.2.1 ANTEPROYECTO.

En esta etapa de todo tipo de proyecto, podemos decir que es la base o primera propuesta para llevarse a cabo, tomando en cuenta consideraciones generales de diseño, y para lo cual se desarrolla un costo paramétrico, debido a que se desconoce en gran medida, los volúmenes de dicha obra.

El paramétrico en esta etapa lo definiremos como una suposición de valor de un producto u obra prevista para condiciones indefinidas, dependiendo de la aproximación de las condiciones, será la cercanía al valor real.

Parte de la suposición y propone un diseño muy somero, trabajando sólo con áreas en general, para desarrollarse en el futuro. Sin embargo, no siempre se ejecuta, debido a ciertos factores.

Debido a que solo existen consideraciones generales de diseño, el margen de precisión que tenemos es de $\pm 20\%$, ya que no se cuentan con todos los elementos de diseño y la propuesta no es aun la seleccionada para llevarse a cabo.

6.2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO.

Etapa en la que podemos encontrar involucradas varias ramas de la ingeniería, que trabajan en conjunto con un solo objetivo: El de encontrar el diseño que más agrade al cliente, y no solo eso, proponiendo varias alternativas de diseño y solución a los inconvenientes que llegaran a presentarse en el desarrollo del proyecto.

En este paso, podemos mencionar que ya se trabajan planos y proyectos más específicos por área, para determinar cantidades y conceptos de obra muy puntuales, aunque otras pueden quedar solamente como áreas, se puede evaluar el costo en todo momento para tomar decisiones, ejemplo: en tipos de materiales o estructuras, distribución y diseño, ajustando así el proyecto a las necesidades no solo de diseño, sino también económicas del cliente.



Respecto al paramétrico, en este paso podemos llevar a cabo la integración de precios unitarios para cada concepto, debido a que ya se encuentran definidas las volumetrías del proyecto.

Es por esto mismo que en el desarrollo del diseño se tiene un menor margen en cuanto a la integración del precio final de la obra, pudiendo aproximarse en un $\pm 10\%$ para efectos de cálculo.

De esta manera, se propondrá un presupuesto base, para que el cliente pueda elegir entre las posibilidades de acuerdo a su capital disponible de inversión.

6.2.3 PROYECTO EJECUTIVO.

El proyecto ejecutivo comprende la elaboración, en base al anteproyecto que apruebe el cliente, de los planos definitivos de construcción y de detalle, la preparación de las especificaciones para los materiales, de las especificaciones constructivas, de las condiciones generales de trabajo y todas aquellas recomendaciones de carácter general o especial. Es aquel que tiene definidos en un 90-100 % los alcances, costos, cuantificaciones, planos, tiempos para la ejecución del proyecto. Podemos mencionar que está integrado por:

- Planos arquitectónicos, cortes y fachadas.
- Planos estructurales, detalles y especificaciones.
- Planos de instalaciones, isométricos y accesorios.
- Programa de obra.
- Cuantificaciones.

En esta etapa ya tenemos definidos los siguientes componentes:



- Constantes.
 - ✓ Licencias de construcción.
 - ✓ Permisos.
 - ✓ Toma de agua.
 - ✓ Salidas de drenaje.

- Relativos
 - ✓ Excavaciones.
 - ✓ Plantillas.
 - ✓ Cimentaciones.
 - ✓ Muros
 - ✓ Pintura

- Lineales
 - ✓ Losas de concreto.
 - ✓ Pisos.
 - ✓ Plafones
 - ✓ Impermeabilizaciones.

Además de tener mayor detalle en los conceptos y los planos, en esta etapa nos encontramos con una aproximación de $\pm 5\%$, de acuerdo a la integración de todos los precios del proyecto.

Para nuestro trabajo de investigación, tomaremos como base las consideraciones generales de acuerdo a nuestra propuesta de lotificación y urbanización. Para tal caso podemos sustentar nuestro paramétrico en los componentes que ya tenemos definidos, en cuanto a áreas, número de lotes, superficies de pavimento, etc.

Sin embargo, es necesario mencionar que debido a que podemos trabajar con elementos más específicos, nuestro anteproyecto se sustentará en volúmenes muy aproximados.



Para poder obtener el costo paramétrico de nuestro anteproyecto, nos apoyaremos de algunos conceptos de Bimsa Reports, específicamente en el reporte “Valuador” y “Edificación”. Para esto, podemos definir los siguientes conceptos con su unidad y su costo directo.

6.3 DEFINICIÓN DE PARAMÉTRICO, PRESUPUESTO ESTIMADO Y PRESUPUESTO BASE

6.3.1 ÍNDICES DE COSTOS PARA LA PRESUPUESTACIÓN.

Los índices de costos para la presupuestación son costos por m² de construcción de tipo de inmueble; estos pueden ser desde casas de interés social hasta la estructura más grande que se imagine, pero se deben considerar ciertas características para aplicar estos costos a los proyectos futuros, esto quiere decir que al calcular el costo/m² se deben considerar los tipos de: material, cimentación y estructura, acabados, instalaciones, equipamiento; para aplicar el índice, de lo contrario, la certeza de dar un costo de obra no será lo suficientemente precisa para la toma de decisiones.

Estos costos son análisis de mercado elaborados por partidas e integrando estos costos al costo total de terminar el inmueble, hay empresas que se dedican a recopilar esta información y publicarla. Una de estas empresas es BIMSA CMDG, S.A. de C.V.; pero los ingenieros pueden tener su base de datos personal de los proyectos que ha participado, actualizando los precios de los materiales, salarios, etc. Puede utilizarse el índice de inflación para este efecto.⁵⁷

⁵⁷ Apuntes de Edificación, M. en I. Patricia Angélica Tobías Arroyo, México, 2013. Pág 3.



6.3.2 PRESUPUESTO PARAMÉTRICO

“Definiremos como ante presupuesto o presupuesto paramétrico a “una suposición de valor de un producto para condiciones indefinidas, y a un tiempo mediato”. De la definición de las condiciones a un tiempo determinado, dependerá la cercanía al valor real del producto.⁵⁸

El presupuesto paramétrico va de la mano con el anteproyecto, ya que en gran medida se basa en el para integrar el primer presupuesto, con el apoyo de las primeras propuestas del anteproyecto.

Naturalmente, es necesario contar con algunos elementos generales, como áreas, ubicación, etc. De esta manera podemos definir algunos costos generales por m², con el apoyo de organizaciones que publican cada semestre los cambios en los costos por m² de construcción, uno de ellos es BIMSA Reports, del cual nos apoyaremos para la integración de nuestro presupuesto de anteproyecto.

6.3.3 PRESUPUESTO ESTIMADO

El presupuesto estimado es aquel que está relacionado directamente con el desarrollo del diseño, debido a que la integración del presupuesto se hace con el apoyo de los planos, generando cuantificaciones más precisas y de esta manera, obtener un costo real aproximado.

Un presupuesto estimado de construcción permite determinar el costo de la obra a desarrollar a través de mediciones y valoraciones económicas que parten de la cuantificación de costos directos (materiales, mano de obra, herramientas y maquinaria) e indirectos (aquellos que no se relacionan directamente con la ejecución de la obra como gastos de oficina, rentas, depreciaciones, etc.). El

⁵⁸ Costo y tiempo en edificación. Ing. Carlos Suarez Salazar, Ed Limusa, 3ra Edición, Pág. 267



presupuesto de un proyecto de construcción es un documento fundamental, ya que establece los límites de gasto e inversión para la ejecución, de él se derivan los precios que se ofrecen al mercado para competir con otros participantes.

La elaboración de un presupuesto estimado puede ser muy clara y precisa en cálculos, mediciones y también puede ser calculado por áreas y consideraciones, siendo indispensable utilizar precios actualizados de todos los insumos que contempla, por lo que el acceso a fuentes de información confiables al respecto es un factor de vital importancia.

6.2.4 PRESUPUESTO BASE

Para que un presupuesto cumpla cabalmente con su función debe responder, en todo su contenido, a tres condiciones primordiales: Orden, claridad y precisión.

Orden.- Se consigue agrupando los conceptos de obra por partidas correspondientes a su especialidad, de manera cronológica y causal, de acuerdo con la lógica de un proceso constructivo.

Claridad.- La descripción de los conceptos o actividades a desarrollar deben expresar claramente a lo que hacen referencia. Es recomendable utilizar formatos tabulares para que se muestren sus respectivas unidades de medición, cantidad, precio unitario e importe.

Precisión.- Las cuantificaciones (mediciones) que se hagan del proyecto deberán ser cuidadosas, con el fin de no arrastrar errores que alteren sensiblemente el importe total del presupuesto.⁵⁹

⁵⁹Edificación, Análisis de costos de materiales, BIMSA Reports, 2da actualización, México, 2014.



El presupuesto base es aquel que resulta de la ejecución del proyecto, es decir, es el costo total de la obra, incluyendo sobrecostos o imprevistos. Sin embargo, es importante mencionar que este va de la mano con la ejecución de proyecto, y que este va a ser el costo real total de la obra a ejecutarse.

Es importante mencionar que para llevarse a cabo, es necesario tener un proyecto ejecutivo bien planteado, con programas de obra, planos estructurales, de instalaciones, alzados, y todo lo necesario para que la obra se ejecute en tiempo y forma de manera eficiente, evitando sobrecostos por retraso de obra, principalmente.

6.4 INTEGRACIÓN DEL PARAMÉTRICO Y DESARROLLO DEL DISEÑO EN EL ANTEPROYECTO ZUMPANGO.

En nuestro proyecto tenemos 2 tipos de conceptos por lo que para hacer la integración del costo total de urbanización en ambos predios, es necesario dividir los conceptos en dos partidas, una que será denominada “Costos paramétricos” y la otra que llevará por nombre “Costos volumétricos”, para integrar finalmente el costo paramétrico de Urbanización del anteproyecto Zumpango (Será una combinación de paramétrico y estimado).

Cabe destacar que los precios de los conceptos corresponden a los reportes generados durante el segundo semestre del año 2015.



6.4.1 COSTOS PARAMÉTRICOS DE ANTEPROYECTO.

Se analizaron los datos del anteproyecto y se determinaron cada uno de los conceptos que formaron la partida de costos paramétricos. De esta forma, podemos explicar cómo se llegó a la cantidad determinada para cada concepto, esto nos servirá como consideración en nuestro presupuesto.

1.- Preparación del terreno.

Para obtener la superficie final, partimos de la suposición que ambos predios tenían que llevar a cabo esta actividad. Por lo tanto solo se sumaron las áreas de ambos predios, que fue de 99,138.44 m² para el predio “Solís” y 34,546.71 m² para el predio “De Soto”, Resultando 133,685.15 m².

2.- Red de alcantarillado pluvial.

De acuerdo a la sumatoria resultante de metros de tubería obtenida en la red de alcantarillado sanitario, propondremos la misma longitud, para efectos prácticos, la cual nos da un total de 3,600.67 m.

3.- Energía eléctrica.

Para determinar los metros totales de la red de energía aérea, consideramos los metros totales obtenidos en el trazo de la red de distribución de agua potable, el resultado fue de 3,620.62 m. Además, para considerar el número de postes, se dividió la longitud total entre 17 m, dato obtenido del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, cuadro 71, pág. 176. El resultado fue 212 piezas.

De esta manera, haciendo uso de los índices de presupuestación del BIMSA podemos integrar el precio de cada uno de los conceptos, dando como resultado el siguiente cuadro:



Costo paramétrico de anteproyecto				
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe
Urbanización				
Preparación del terreno. Incluye: desmonte, despalme, trazo, nivelación y acarreo.	m2	133,685.15	\$ 171.57	\$ 22,936,361.19
Total urbanización			Total	\$ 22,936,361.19
Alcantarillado Pluvial				
Red de alcantarillado pluvial, con tubería de alta densidad corrugada, marca ADS Mexicana, de 300 mm de diámetro/12") en vialidad secundaria, incluye: excavación en material clase B, relleno con material limpio, pozos de visita, conexiones, ajustes, acarreo, tendido de la tubería, cortes, uniones y pruebas.	m	3,600.67	\$ 360.85	\$ 1,299,301.77
Total urbanización			Total	\$ 1,299,301.77
Energía eléctrica				
Preparación para la colocación del poste de concreto, que llevará las líneas de alimentación, incluye: excavación para el hincado del poste, rellenos, plomeado y limpieza del área de trabajo.	m	3,620.62	\$ 108.79	\$ 393,887.25
Red de energía eléctrica aérea para fraccionamiento de alta y media densidad, con postes de concreto, accesorios y transformador.	m	3,620.62	\$ 858.30	\$ 3,107,578.15
Red de iluminación pública para fraccionamiento de alta y media densidad, incluye: Base para recibir poste conexiones eléctricas y pruebas.	pieza	212.00	\$ 6,776.91	\$ 1,436,704.92
Total urbanización			Total	\$ 4,938,170.32
			Total	\$ 29,173,833.27

Cuadro 19. Paramétrico de anteproyecto.

Consideraciones:

1. No incluye I.V.A., precios en pesos mexicanos.
2. Las medidas son de acuerdo a los planos de Anteproyecto.
3. Los precios unitarios aquí citados son aplicables para los conceptos tal y como estos se especifican y muestran en los planos de este anteproyecto.
4. Todo trabajo aquí citado debe cumplir con toda ley, norma u ordenamiento vigente.
5. Es responsabilidad del desarrollador apearse al estudio de mecánica de suelos y especificaciones técnicas y arquitectónicas.



6.5.2 COSTOS VOLUMÉTRICOS DE ANTEPROYECTO.

Para integrar el costo volumétrico de anteproyecto, se siguió la misma metodología realizada en el paramétrico, pero trabajando con volúmenes de obra, y no por áreas. En tanto, se llegó a la obtención de volúmenes de la siguiente manera.

1.- Guarniciones y banquetas.

Para obtener el total en metros lineales de la guarnición de concreto requerida en ambos predios, primero se calculará el porcentaje para guarniciones y banquetas, y después se calculan los metros lineales de guarnición. Entonces:

Si el área total de guarniciones y banqueta es de 10,737.94 m², y el ancho de banqueta es de 1.2m y el de guarnición es de 0.15m, por lo tanto para 1 m de guarnición y banqueta, tendremos la siguiente proporción:

$$1.2 \text{ m} + 0.15\text{m} = 1.35 \text{ que corresponde al } 100\%$$

$$\% \text{ Banqueta} = \frac{1.20 \cdot 100\%}{1.35} = 88.88 \% \text{ que corresponde al área de banqueta.}$$

$$\% \text{ Guarnición} = \frac{0.15 \cdot 100\%}{1.35} = 11.12 \% \text{ que corresponde al área de Guarnición.}$$

Ahora que tenemos el porcentaje de Guarniciones, procedemos a multiplicar el área total de guarniciones y banquetas del cuadro 10, para obtener el área de guarniciones, entonces:

$$\text{Área de guarnición} = 10,737.94 * (0.1112).$$

$$\text{Área de guarnición} = 1194.06\text{m}^2$$

Pero como el concepto indica que la guarnición se cuantifica en metros lineales, tenemos que dividir el resultado entre 0.15m, para obtener los metros lineales totales. Por lo tanto:



$$m \text{ totales de guarnición} = \frac{1194.06}{0.15}$$

$$m \text{ totales de guarnición} = \mathbf{7960.39 \text{ m lineales.}}$$

Ahora para obtener el área correspondiente de banquetas, solo se multiplicará el porcentaje de área de banquetas, por el área total que corresponde a guarniciones y banquetas. Entonces tenemos:

$$\text{Área de banqueta} = 10,737.94 * (0.8888).$$

$$\text{Área de guarnición} = \mathbf{9543.88 \text{ m}^2 \text{ de banqueta}}$$

2.- Carpeta de concreto asfáltico

Para determinar el área total, podemos tomar la superficie obtenida de calzada, obtenida en el cuadro 10, que sería 30,944.23 m².

3.- Agua potable.

Para determinar cada una de las cantidades nos basamos principalmente en el anteproyecto de agua potable correspondiente al capítulo 4. Para obtener los metros totales para la introducción de tubería, solo sumamos todo el trazo de la red de abastecimiento, el cual fue de 3620.62 m lineales.

Por otro lado, como solo propondremos tubería de fibrocemento, solo clasificaremos todos los diámetros de tubería en 4", 6" y 8". Debido a esto, todos los diámetros menores a 4", se sumarán a esta misma, para efectos de anteproyecto. Por lo tanto tenemos los siguientes resultados:

$$\text{Tubería de 100 mm} = \mathbf{1946.52 \text{ m}}$$

$$\text{Tubería de 150 mm} = \mathbf{1570.71 \text{ m}}$$

$$\text{Tubería de 200 mm} = \mathbf{5.69 \text{ m}}$$



4.- Alcantarillado sanitario.

Para la obtención de las volumetrías en este aspecto, al igual tomaremos los datos obtenidos del anteproyecto de alcantarillado sanitario desarrollado en el capítulo 5, dándonos como longitud total de tubería 3,600.67 m, el cual se utilizó para la preparación para la introducción de tubería y pozos de visita.

Después, para obtener el número total de pozos de visita y brocales, propusimos un pozo de visita a cada 50 m, por lo que tendremos que dividir la longitud total de la red de alcantarillado, entre 50, para determinar el número de pozos de visita y brocales. Por lo tanto:

$$\# \text{ Pozos y brocales} = \frac{3600.67}{50} \qquad \# \text{ Pozos y brocales} = 72.01 \approx \mathbf{73 \text{ piezas}}$$

Por último, para obtener los metros totales de tubería de 6" y 8", nos dimos a la tarea de sumar cada una de las mismas, de acuerdo al cuadro 18 y 19, que corresponde a los cálculos de la red de alcantarillado sanitario, dando como resultado las siguientes cantidades:

$$\text{Tubería de 6" (150 mm)} = \mathbf{1946.52 \text{ m}} \qquad \text{Tubería de 8" (200 mm)} = \mathbf{1570.71 \text{ m}}$$

De esta manera, al poder integrar el precio de cada uno de los conceptos, se llegó a la construcción de la columna denominada importe BIMSA, que es en base al catálogo que maneja este organismo. Adicionalmente a los precios tomados, se investigaron los precios del catálogo en línea nacional de costos, pertenecientes al IMIC (Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos), para hacer una comparativa entre los costos que maneja cada uno de los organismos, para de esta manera, poder seleccionar la propuesta más económica. Es necesario mencionar que algunos conceptos no se encuentran en la base de datos del IMIC, por lo que se omitió el precio en la integración del catálogo de conceptos. De esta forma, podemos presentar el siguiente cuadro con sus correspondientes costos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



Costo volumétrico de anteproyecto							
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe BIMSA	Cantidad	Costo directo	Importe IMIC
Urbanización			Total				
Guarnición concreto f'c= 150 kg/cm ² de sección de 5x10cm, para delimitar andador de adoquín.	m	7,960.39	\$ 33.59	\$ 267,389.50	0.00	\$ -	\$ -
Concreto hidráulico, p.u.o.t, colado en seco, de f'c=250 kg/cm ² , banquetas.	m ²	9,543.88	\$ 220.53	\$ 2,104,711.86	9,543.88	\$ 216.64	\$ 2,067,586.16
Carpeta de 5 cm de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica elaborada con cemento asfáltico del no. 6 y agregado petreo de 3/4" a finos. Incluye: humectación de superficie para evitar polvo, acarreo de la mezcla y compactación al 95% de la prueba V.R.S en campo.	m ²	30,944.23	\$ 231.88	\$ 7,175,348.05	30,944.23	\$ 115.06	\$ 3,560,443.10
Total urbanización			Total	\$ 9,547,449.41		Total	\$ 5,628,029.27
Agua Potable							
Preparación para la introducción de la tubería y registros y cajas de válvulas, incluye: trazo, nivelación, excavaciones, traspaleos, rellenos y limpieza del área de trabajo.	m	3,620.62	\$ 153.01	\$ 553,991.07	0.00	\$ -	\$ -
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 100 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	1,946.52	\$ 142.98	\$ 278,313.43	1,946.52	\$ 141.37	\$ 275,179.53
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 150 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	1,570.71	\$ 244.50	\$ 384,038.60	1,570.71	\$ 242.51	\$ 380,912.88
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 200 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	5.69	\$ 291.91	\$ 1,660.97	5.69	\$ 294.54	\$ 1,675.93
Total Agua potable			Total	\$ 1,218,004.06		Total	\$ 657,768.35
Alcantarillado Sanitario							
Preparación para la introducción de la tubería y pozos de visita, incluye: trazo, nivelación, excavaciones, traspaleos, rellenos y limpieza del área de trabajo.	m	3,600.67	\$ 344.02	\$ 1,238,702.49	0.00	\$ -	\$ -
Pozo de visita conico 60 a 120 cm de 1.00 m de profundidad.	pieza	73.00	\$ 3,866.11	\$ 282,226.03	0.00	\$ -	\$ -
Brocal tipo P-84 con aro y tapa de 135 Kg. Para pozo de visita, incluye amacizado con cemento arena proporción 1:5.	pieza	73.00	\$ 2,086.41	\$ 152,307.93	73.00	\$ 1,581.25	\$ 115,431.25
Tubo de concreto simple de 15 cm (6"), grado 1 Norma C-9, Marca Tycqsa. Instalado en zanja a una profundidad de 0.60 m y junteo con mortero cemento-arena 1:4. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	m	2,887.48	\$ 167.93	\$ 484,894.52	2,887.48	\$ 78.38	\$ 226,320.68
Tubo de concreto simple de 20 cm (8"), grado 1 Norma C-9, Marca Tycqsa. Instalado en zanja a una profundidad de 0.60 m y junteo con mortero cemento-arena 1:4. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	m	713.19	\$ 178.07	\$ 126,997.74	713.19	\$ 99.38	\$ 70,876.82
Total Alcantarillado sanitario			Total	\$ 2,285,128.71		Total	\$ 412,628.75
			Total	\$ 13,050,582.18		Total	\$ 6,698,426.37

Cuadro 20. Volumétrico de anteproyecto.

Consideraciones

1. No incluye I.V.A., precios en pesos mexicanos.
2. Las medidas son de acuerdo a los planos de Anteproyecto. (Lotificación, Abastecimiento de Agua Potable y Red de Alcantarillado separado)



3. Los precios unitarios aquí citados son aplicables para los conceptos tal y como estos se especifican y muestran en los planos de este anteproyecto.
4. Todo trabajo aquí citado debe cumplir con toda ley, norma u ordenamiento vigente.
5. Es responsabilidad del desarrollador apearse al estudio de mecánica de suelos y especificaciones técnicas y arquitectónicas.
6. Los precios marcados son en referencia a BMSA Reports y al IMIC (Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos)

Para integrar el catálogo de conceptos para nuestro anteproyecto de urbanización Zumpango, procedemos a seleccionar la opción más económica de nuestro volumétrico de anteproyecto. En base a estos criterios, nos queda construido el siguiente catálogo de conceptos para el anteproyecto de urbanización Zumpango, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

En el presupuesto que se muestra a continuación, resulta de la suma del paramétrico de urbanización más el costo volumétrico, considerando los costos más económicos resultantes de la tabla comparativa. Adicionalmente, podemos observar en la parte final, la contingencia de $\pm 15\%$ del Costo Directo de la obra, considerando positivo el resultado, pues es el escenario más desfavorable en términos económicos.

Por otro lado, los indirectos y utilidad se tomaron en base a la siguiente fórmula, que es usada por un servidor en el ámbito profesional y la cual es:

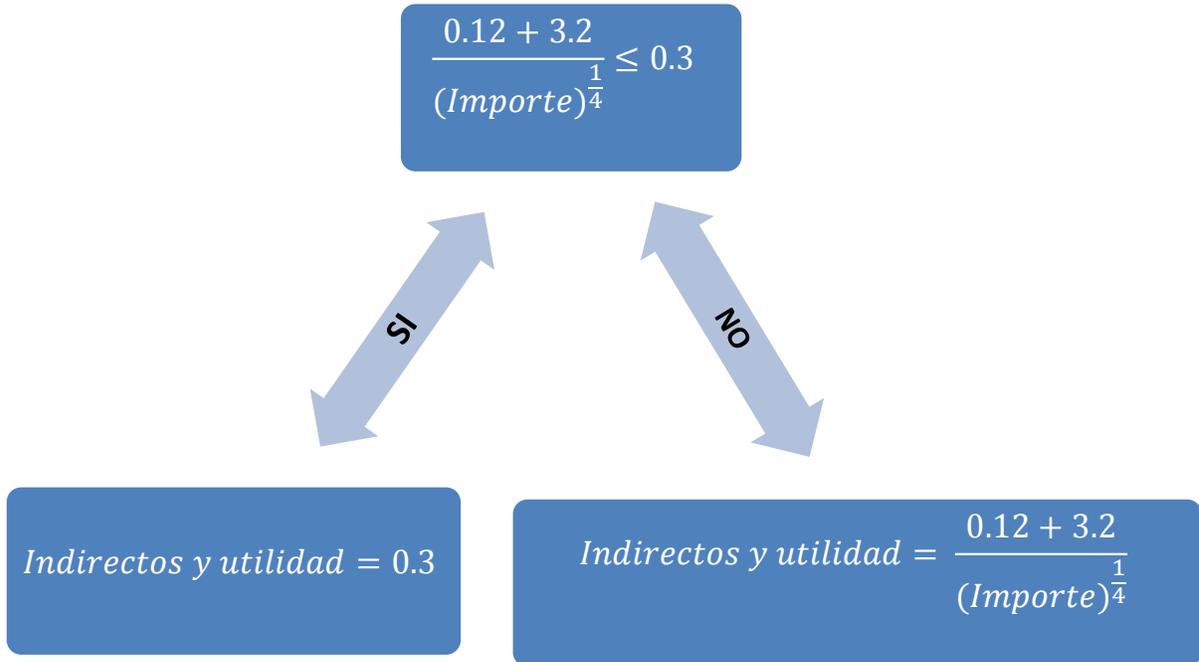


Figura 31. Determinación de Indirectos y Utilidad.

Básicamente, esta fórmula inicia con un 30% de Indirectos y Utilidad, pero es inversamente proporcional al aumentar el presupuesto, es decir, conforme el presupuesto incrementa, los indirectos y utilidad disminuyen.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



Costo Total de Urbanización				
CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe
Urbanización				
Preparación del terreno. Incluye: desmonte, despalme, trazo, nivelación y acarreos.	m2	133,685.15	\$ 171.40	\$ 22,913,634.71
Total urbanización			Total	\$ 22,913,634.71
Alcantarillado Pluvial				
Red de alcantarillado pluvial, con tubería de alta densidad corrugada, marca ADS Mexicana, de 300 mm de diámetro/12") en vialidad secundaria, incluye: excavación en material clase B, relleno con material limpio, pozos de visita, conexiones, ajustes, acarreos, tendido de la tubería, cortes, uniones y pruebas.	m	3,600.67	\$ 451.28	\$ 1,624,910.36
Total Alcantarillado pluvial			Total	\$ 1,624,910.36
Energía eléctrica				
Preparación para la colocación del poste de concreto, que llevará las líneas de alimentación, incluye: excavación para el hincado del poste, rellenos, plomeado y limpieza del área de trabajo.	m	3,620.62	\$ 134.39	\$ 486,575.12
Red de energía eléctrica aérea para fraccionamiento de alta y media densidad, con postes de concreto, accesorios y transformador.	m	3,620.62	\$ 892.10	\$ 3,229,955.10
Red de iluminación pública para fraccionamiento de alta y media densidad, incluye: Base para recibir poste conexiones eléctricas y pruebas.	pieza	212.00	\$ 11,278.86	\$ 2,391,118.32
Total Energía eléctrica			Total	\$ 6,107,648.54
Urbanización				
			Total	
Guarnición concreto f'c= 150 kg/cm ² de sección de 5x10cm, para delimitar andador de adoquín.	m	7,960.39	\$ 33.59	\$ 267,389.50
Concreto hidráulico, p.u.o.t, colado en seco, de f'c=250 kg/cm ² , banqueta.	m2	9,543.88	\$ 220.53	\$ 2,104,711.86
Carpeta de 5 cm de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica elaborada con cemento asfáltico del no. 6 y agregado petreo de 3/4" a finos. Incluye: humectación de superficie para evitar polvo, acarreo de la mezcla y compactación al 95% de la prueba V.R.S en campo.	m2	30,944.23	\$ 115.06	\$ 3,560,443.10
Total urbanización			Total	\$ 5,932,544.46
Agua Potable				
Preparación para la introducción de la tubería y registros y cajas de válvulas, incluye: trazo, nivelación, excavaciones, traspaleos, rellenos y limpieza del área de trabajo.	m	3,620.62	\$ 153.01	\$ 553,991.07
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 100 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	1,946.52	\$ 141.37	\$ 275,179.53
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 150 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	1,570.71	\$ 242.51	\$ 380,912.88
Tubería de fibrocemento clase A-5 de 200 mm de diámetro, incluye: junteo, prueba, bajado, equipo, acarreo a 1 km y maniobras locales.	m	5.69	\$ 291.91	\$ 1,660.97
Total Agua potable			Total	\$ 1,211,744.45
Alcantarillado Sanitario				
Preparación para la introducción de la tubería y pozos de visita, incluye: trazo, nivelación, excavaciones, traspaleos, rellenos y limpieza del área de trabajo.	m	3,600.67	\$ 344.02	\$ 1,238,702.49
Pozo de visita conico 60 a 120 cm de 1.00 m de profundidad.	pieza	73.00	\$ 3,850.78	\$ 281,106.94
Brocal tipo P-84 con aro y tapa de 135 Kg. Para pozo de visita, incluye amacizado con cemento arena proporción 1:5.	pieza	73.00	\$ 1,581.25	\$ 115,431.25
Tubo de concreto simple de 15 cm (6"), grado 1 Norma C-9, Marca Tycqsa. Instalado en zanja a una profundidad de 0.60 m y junteo con mortero cemento-arena 1:4. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	m	2,887.48	\$ 78.38	\$ 226,320.68
Tubo de concreto simple de 15 cm (8"), grado 1 Norma C-9, Marca Tycqsa. Instalado en zanja a una profundidad de 0.60 m y junteo con mortero cemento-arena 1:4. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	m	713.19	\$ 99.38	\$ 70,876.82
Total Alcantarillado sanitario			Total	\$ 1,932,438.19
Indirectos y Utilidad			16%	
			IMPORTE	\$ 38,756,701.61
			CONTINGENCIA(15%)	\$ 5,813,505.24
			SUMA	\$ 44,570,206.86
			INDIRECTOS Y UTILIDAD	\$ 7,156,048.10
			SUBTOTAL	\$ 51,726,254.96
			IVA (16%)	\$ 8,276,200.79
			TOTAL	\$ 60,002,455.75

Cuadro 21. Presupuesto final de Anteproyecto Zumpango.



Consideraciones:

1. No incluye I.V.A., el impuesto se agrega al final del presupuesto.
2. Precios en pesos mexicanos.
3. Las medidas son de acuerdo a los planos de Anteproyecto. (Lotificación, Abastecimiento de Agua Potable y Red de Alcantarillado separado)
4. Los precios unitarios aquí citados son aplicables para los conceptos tal y como estos se especifican y muestran en los planos de este anteproyecto.
5. Todo trabajo aquí citado debe cumplir con toda ley, norma u ordenamiento vigente.
6. Es responsabilidad del desarrollador apearse al estudio de mecánica de suelos y especificaciones técnicas y arquitectónicas.
7. Los precios marcados son en referencia a BMSA Reports y al IMIC (Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos)
8. Para la carpeta de 5 cm de concreto asfáltico, no se considera riego.
9. Los precios están sujetos a cambios sin previo aviso.
10. Los materiales presentados pueden cambiar de acuerdo al desarrollo del proyecto ejecutivo, así como la distribución de áreas.
11. Todos los conceptos incluyen mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
12. Todos los conceptos son P.U.O.T. (Precio Unitario de Obra Terminado)



CONCLUSIONES

Como conclusión general del anteproyecto de lotificación y urbanización, puedo destacar varios puntos que son necesarios para el desarrollo y proyección de una lotificación de esta magnitud. Es importante mencionar que además de regirse por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, también tuvimos que investigar y leer el Reglamento del Libro Quinto del Estado de México, que básicamente trata de la legislación que hay en cuanto al desarrollo y construcción de conjuntos urbanos.

Además pude percatarme que varios puntos especificados entre una normatividad y otra, no concordaban. Tal es el caso del número máximo de lotes, que de acuerdo a la clasificación de uso de suelo de acuerdo al plan municipal, es de 100 lotes/viviendas por hectárea, pero al hacer la distribución con el área de donación y de calzadas, el límite de 100 lotes no se aproximó. Por este infortunio se plantearon varias propuestas, para que al final, pudiéramos tener el mayor número de lotes posibles, tener el área de donación correspondiente, y respetar la normatividad vigente.

Después de tener el sembrado de lotes, nos dimos a la tarea de hacer una propuesta tentativa para la ubicación de un tanque elevado, partiendo de la premisa de hacerlo funcionar por gravedad, es decir, colocarlo en uno de los puntos más altos de ambos predios, para de esta manera, evitar gastos adicionales de bombeo. En complemento al desarrollo de la red de distribución de agua potable, se modificó el diámetro de las tuberías, esto con el fin de poder garantizar el abastecimiento en todos los puntos de los predios, y además, poder reducir o incrementar la presión, para asegurar la funcionalidad del sistema.



En contraparte, para diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, se tuvo que dividir la red en dos, una para cada predio, con la finalidad de evitar gastos por bombeo y poder suponer todo el manejo por gravedad. Además, esta primer propuesta de sistema, nos sirvió para cuantificar es sistema de alcantarillado pluvial del conjunto.

Una vez teniendo todo el cálculo de áreas, sistema de distribución de agua potable y alcantarillado, pudimos usar tales datos para conformar un paramétrico del costo de urbanización de ambos predios. Para esto, se integró el costo total de urbanización a partir de la suma de 2 segmentos: el primero fue un costo paramétrico, y el segundo, un costo volumétrico de obra, los cuales nos dieron como resultado un aproximado del costo total de urbanización.

Además, para determinar los Indirectos y Utilidad nos valimos de una fórmula utilizada por algunas empresas privadas, y que se usan todos los días en mi experiencia profesional.



BIBLIOGRAFÍA

- Ramírez Curiel Alejandro, Monografía Municipal de Zumpango 1999 (versión preliminar). Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo urbano, H ayuntamiento de Zumpango.
- Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, Gobierno del Estado de México.
- Código Federal de procedimientos civiles, Libro Tercero Título Primero, Capítulo II
- Abastecimiento de Agua Potable, César Valdez Enrique, Volumen 1, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, Cuarta Edición, 1994.
- Manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la república Mexicana, Subdirección de proyectos. Oficina de Normas y Desarrollo de Tecnología. Facultad de Ingeniería.
- Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Datos básicos, Comisión Nacional del Agua, Edición 2007, México.
- Proyecto de sistemas de alcantarillado, Sánchez Segura, Araceli. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Apuntes de Edificación, M. en I. Patricia Angélica Tobías Arroyo, México, 2013.
- Edificación, Análisis de costos de materiales, BIMSA Reports, 2da actualización, México, 2015.
- Valuador, Análisis de costos de costo por m² de construcción, BIMSA Reports, 2da actualización, México, 2015.



MESOGRAFÍA

-<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/rgl/vig/rglvig107.pdf>

-<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Zumpango_Edomex_Region_XVI.png

https://www.imic.com.mx/parametricos_on_line.php#



GLOSARIO DE FÓRMULAS

AC = Ancho de carril

AB = Ancho de banquetta

AD = Área destinada para calles, guarniciones y banquetas

AG = Ancho de guarnición

AGB = Área destinada para guarniciones y banquetas

ATL = Área Total por Lotes

C = Área destinada para las calles

C = Capacidad del tanque de regularización

CT = Ancho de calzada total

Cvd = Coeficiente de variación diaria

Cvh = Coeficiente de variación horaria

D = Dotación

Dp = Densidad de población

EL = Área destinada a Equipamiento Local

ER = Área destinada a Equipamiento Regional

NL = Número de Lotes

PA = Población actual

Pobl Futura = Población de proyecto

PP = Población de proyecto

Qmd = Gasto medio diario

QMD = Gasto máximo diario.

QMH = Gasto máximo horario

SA = Suma de áreas

Tcmap = Tasa de crecimiento media anual promedio



GLOSARIO DE TÉRMINOS

IMIC= Instituto Mexicano de Ingeniería en Costos.

INEGI= Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

OMS= Organización Mundial de la Salud.

PRDUVCT= Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán Texcoco.

PMDUZ= Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango.



ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Escudo de Zumpango.....	5
Figura 2. Localización del municipio de Zumpango.....	6
Figura 3. Proyecto de entronque al Arco Norte.....	13
Figura 4. Carretera Cuautitlán-Zumpango-Apaxco.....	14
Figura 5. Carretera Zumpango-Los Reyes Acozac (1) y Zumpango-Huehuetoca (2).....	15
Figura 6. Ordenamiento urbano de Zumpango.....	16
Figura. 7 Contexto regional del municipio.....	17
Figura 8. Localización de predios.....	23
Figura 9. Vista desde viaducto Bicentenario.....	24
Figura 10. Vista del viaducto Bicentenario desde vértice de predio.....	25
Figura 11 Vista aérea de los predios.....	25
Figura 12 Levantamiento topográfico de ambos predios.....	25
Figura 13. Uso de suelo de acuerdo a Plan Municipal.....	26
Figura 14. Vista en planta de lote tipo de acuerdo a Plan Municipal.....	32
Figura 15. Vista frontal de lote tipo de acuerdo a Plan Municipal.....	32
Figura 16. Representación gráfica de calzada de acuerdo a la legislación vigente.....	34
Figura 17. Representación gráfica de calles, guarniciones y banquetas para 10 m de ancho de calzada.....	42
Figura 18. Representación de la propuesta A, con 10 m de calzada total...	47
Figura 19. Representación gráfica de calles, guarniciones y banquetas.....	50
Figura 20. Representación de la propuesta B, con 9.90 m de calzada.....	55
Figura 21. El agua potable, indispensable para la vida.....	70
Figura 22. Bases legales para la realización de un proyecto.....	72
Figura 23. Proyección de vialidades en la zona de predios.....	89
Figura 24. Tanque elevado de agua potable.....	93
Figura 25. Red de distribución de agua potable.....	94
Figura 26. Albañal interior.	110
Figura 27. Pozo de visita.....	112
Figura 28. Coladera pluvial.....	113
Figura 29. Red de alcantarillado.....	115
Figura 30. Etapas del diseño.....	131
Figura 31. Determinación de Indirectos y Utilidad.....	147



ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Datos estadísticos del INEGI.....	10
Cuadro 2. Construcciones permitidas en ambos predios.....	29
Cuadro 3. Distribución de áreas para 10 m.....	47
Cuadro 4. Distribución de áreas para 9.90 m.....	54
Cuadro 5. Áreas de lotificación.....	60
Cuadro 6. Áreas por lote predio “De Soto”.....	61
Cuadro 7. Áreas de lotificación.....	62
Cuadro 8. Áreas por lote predio “Solís”.....	63
Cuadro 9. Distribución final de áreas.....	66
Cuadro 10. Servicios mínimos de infraestructura.....	79
Cuadro 11. Periodo de Diseño para diferentes poblaciones.....	83
Cuadro 12. Escenario Programático de Población Municipal 2000-2040...	84
Cuadro 13. Servicios mínimos de infraestructura.....	86
Cuadro 14. Fórmulas para calcular la capacidad del tanque elevado.....	92
Cuadro 15. Valores de presión usuales en la red de distribución.....	96
Cuadro 16. Cálculo de la red de distribución de agua potable.....	104
Cuadro 17. Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio “Solís”...	127
Cuadro 18. Cálculo de la red de alcantarillado sanitario para el predio “De Soto”.	128
Cuadro 19. Paramétrico de anteproyecto.....	141
Cuadro 20. Volumétrico de anteproyecto.....	145
Cuadro 21. Presupuesto final de Anteproyecto Zumpango.....	148



ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Primer propuesta de lotificación.....	58
Plano 2. Propuesta de lotificación final.....	64
Plano 3. Ubicación del tanque elevado.....	65
Plano 4. Trazo de la red de agua potable.....	98
Plano 5. Red de abastecimiento de agua potable con curvas de nivel.....	103
Plano 6. Trazo de la red de alcantarillado sanitario.....	119



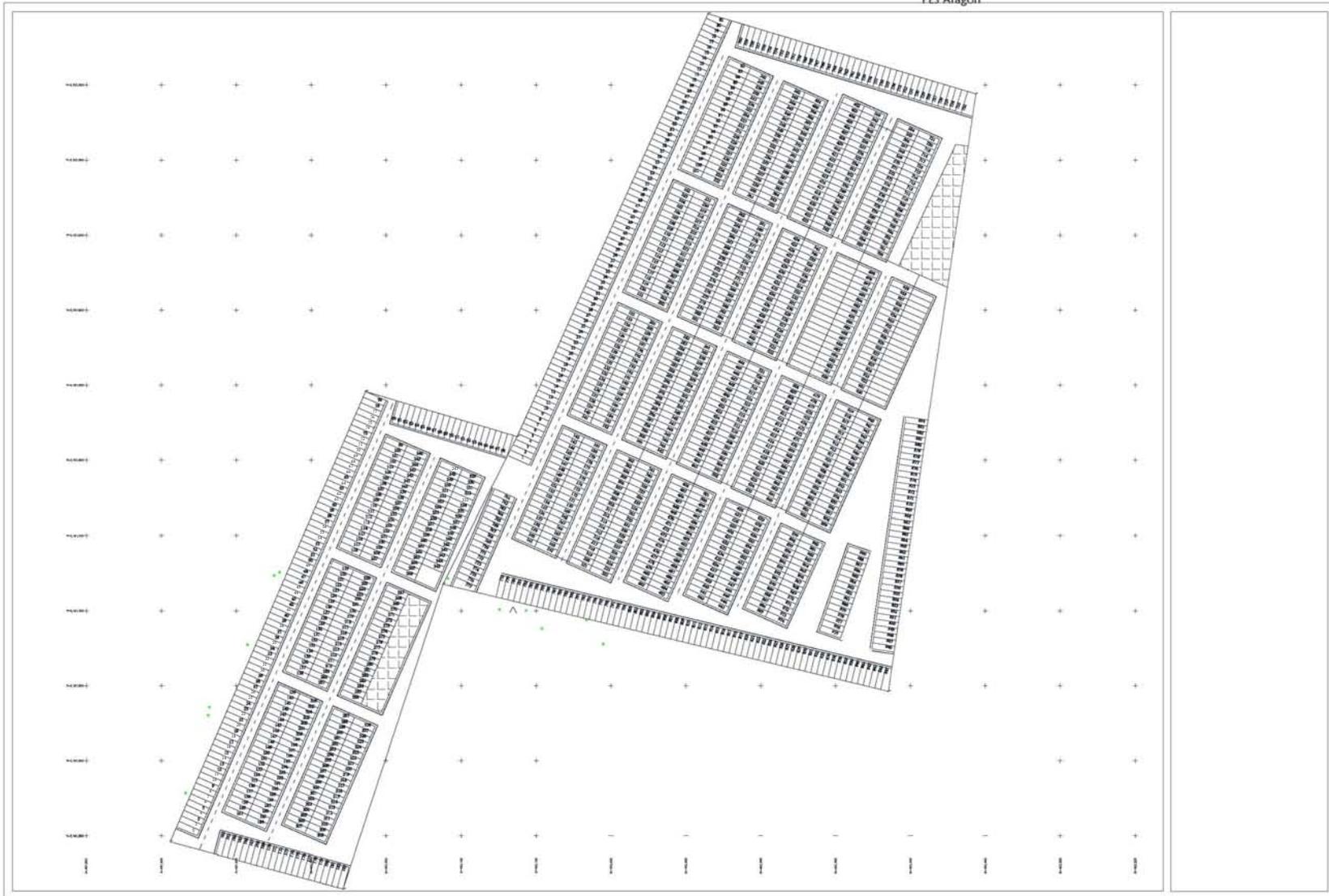
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



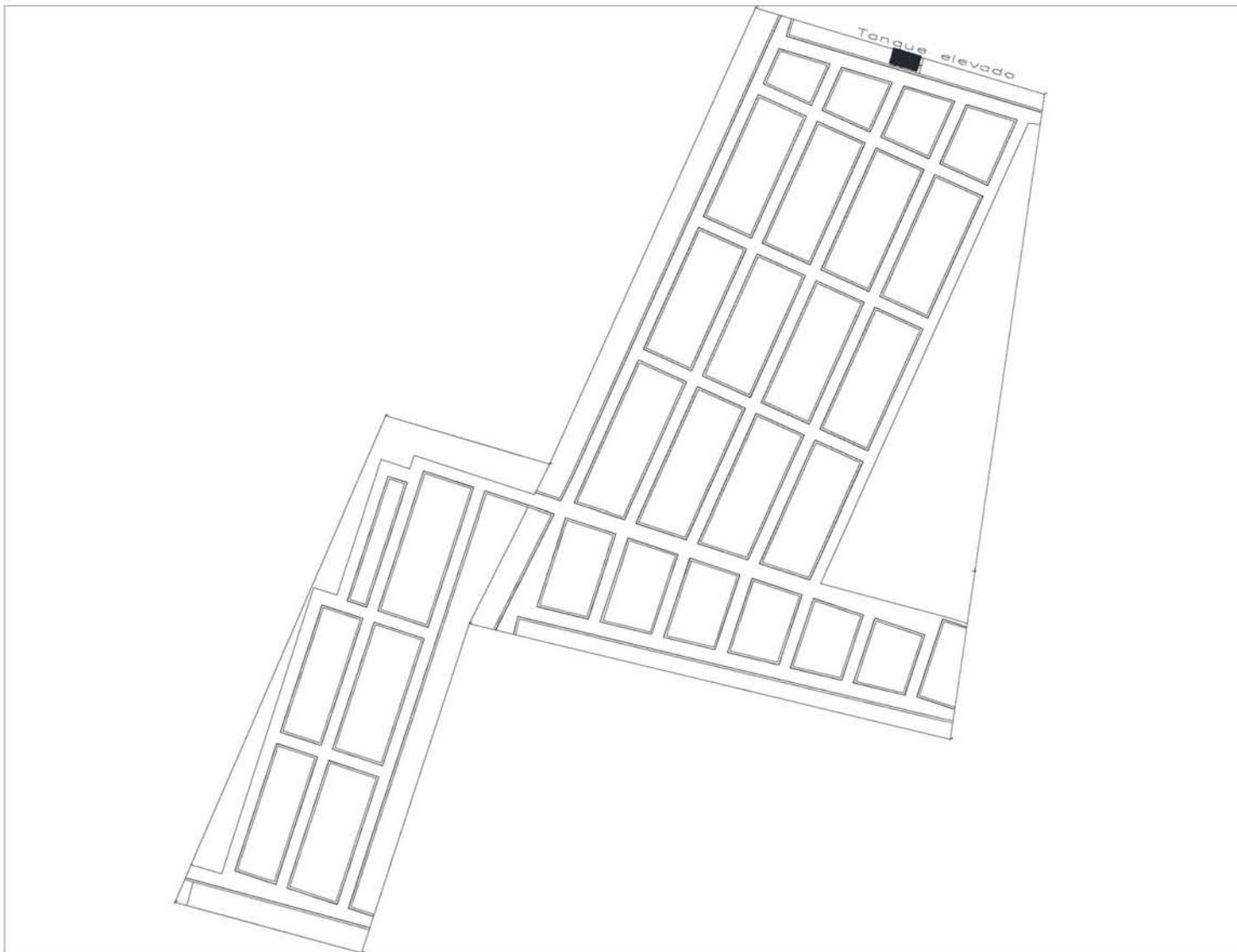
ANEXOS



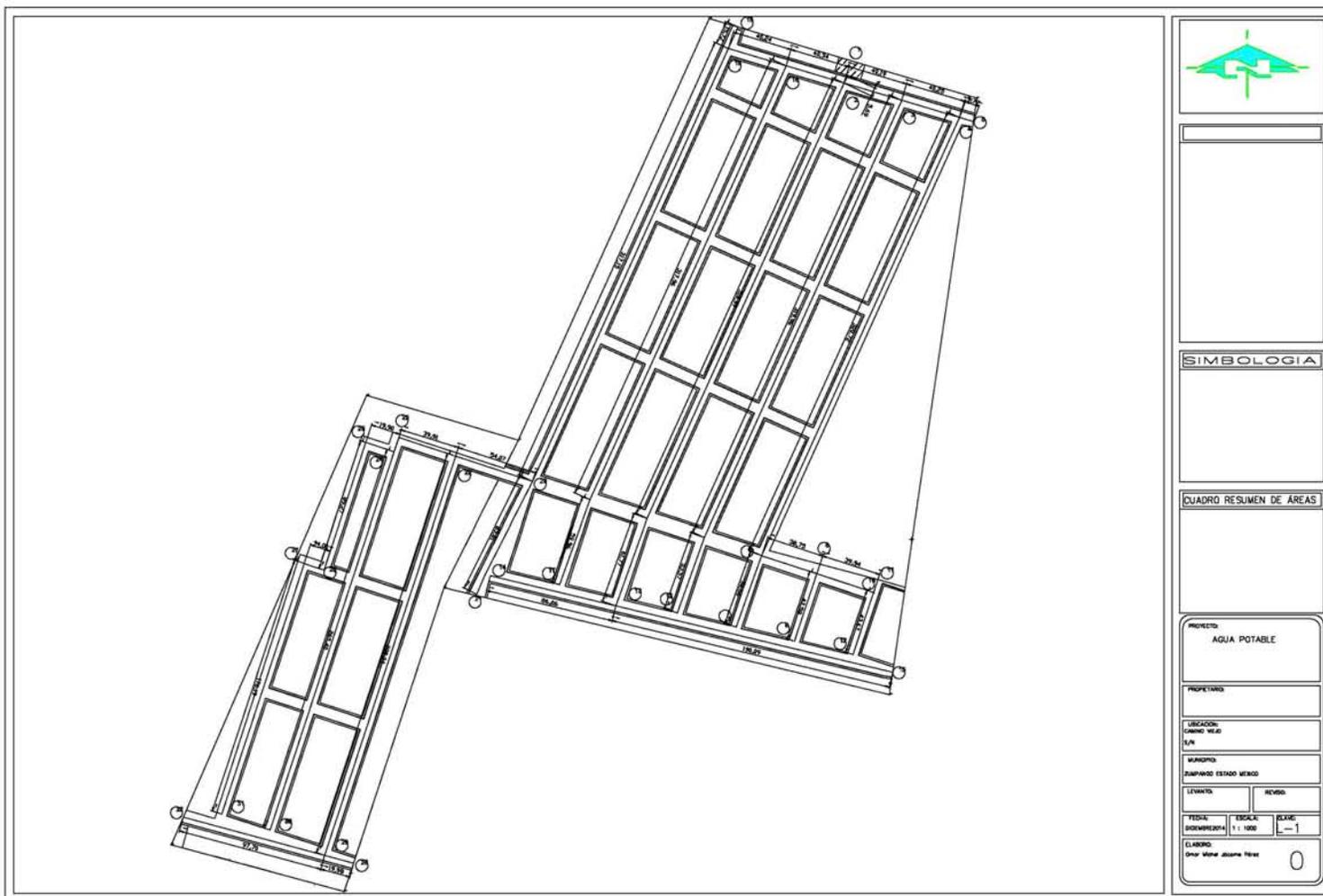
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
TESIS



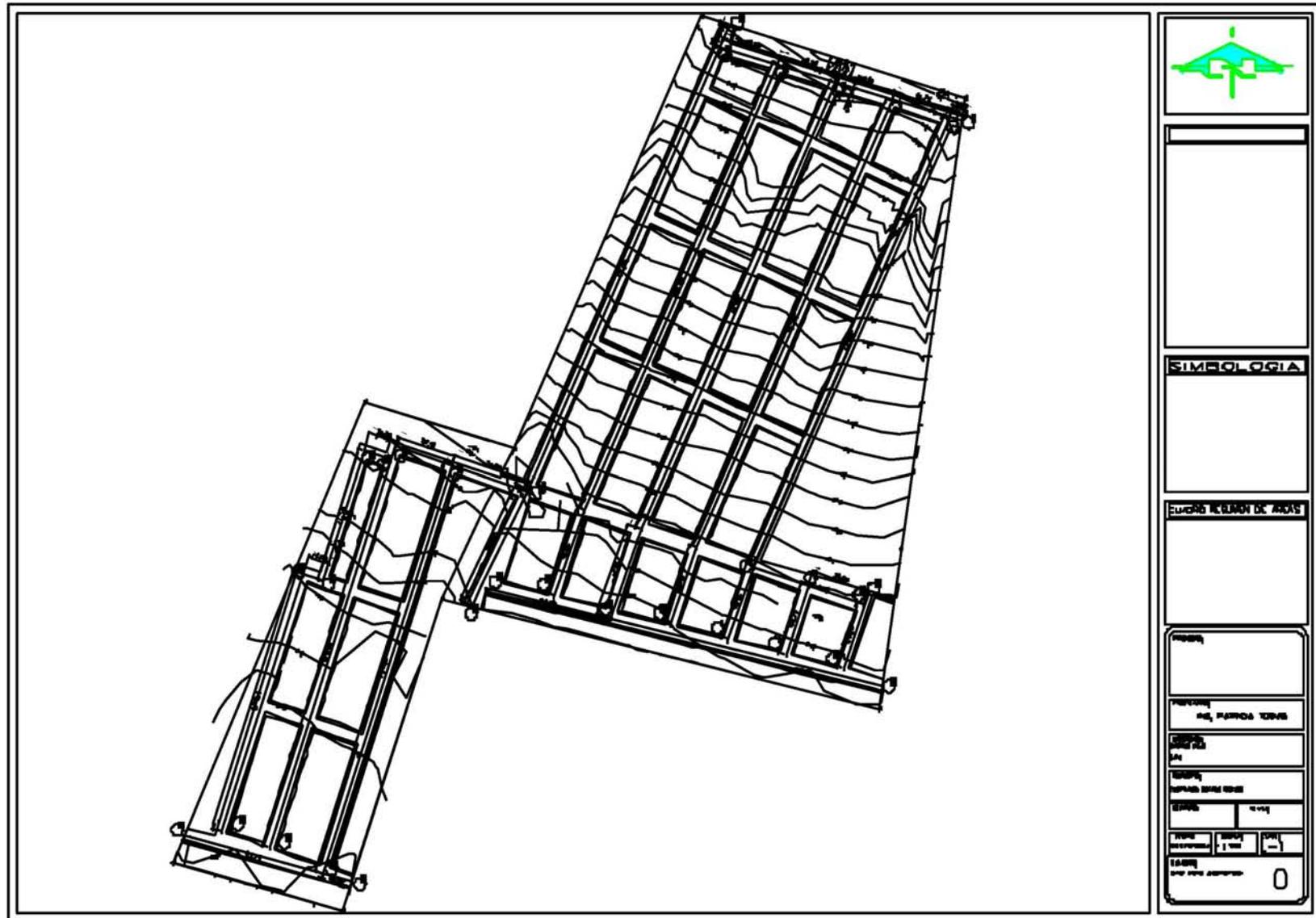
Plano 1. Primer propuesta de lotificación.



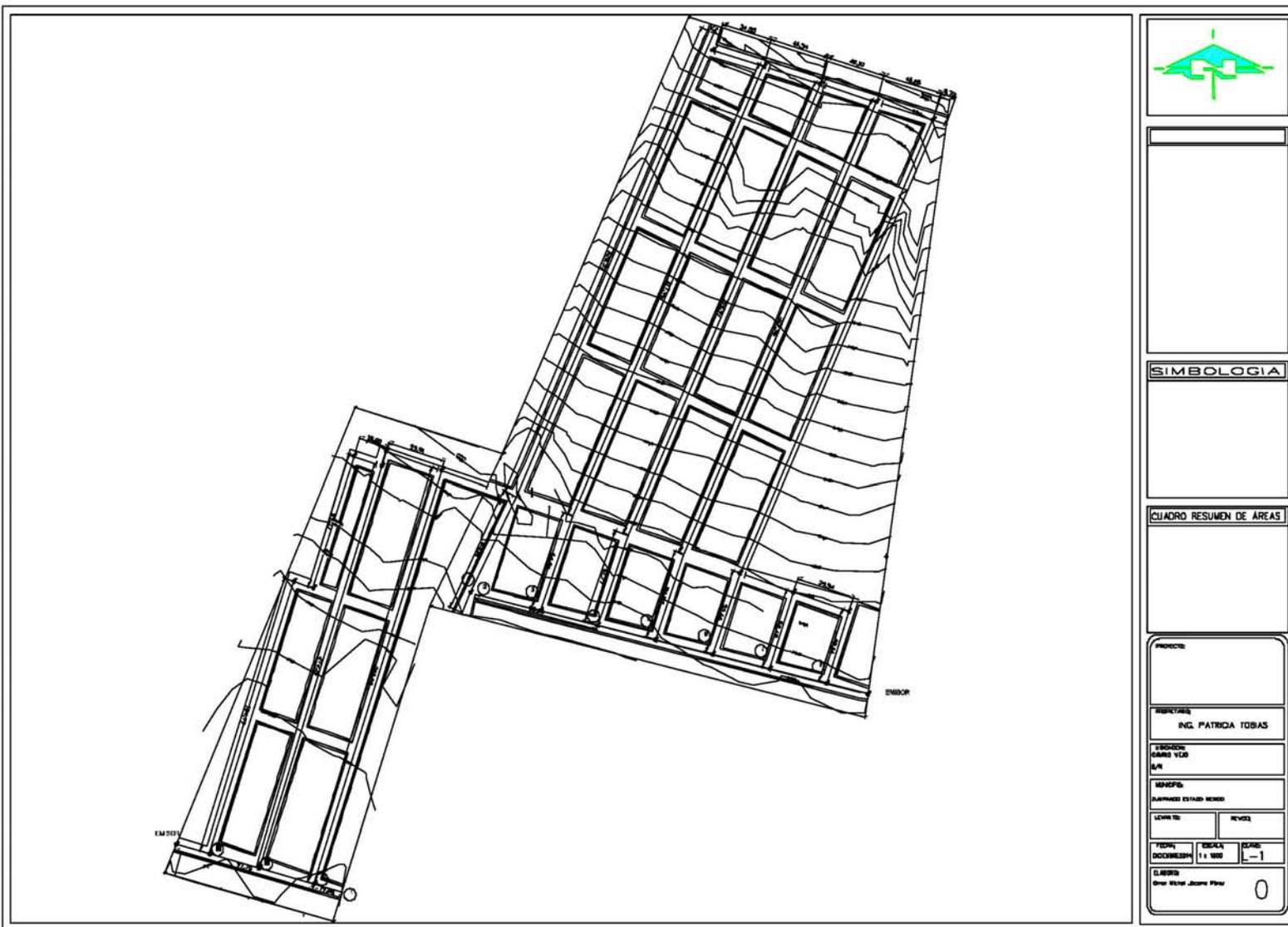
+Plano 3. Ubicación del tanque elevado.



Plano 4. Trazo de la red de agua potable.



Plano 5. Red de abastecimiento de agua potable con curvas de nivel.



Plano 6. Trazo de la red de alcantarillado sanitario.