

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

El Estado de México es una de las 32 entidades federativas que forman los Estados Unidos Mexicanos. Ocupa el primer lugar nacional en el rubro de habitantes con 14 millones; su población está asentada en una superficie de 22 mil kilómetros cuadrados, razón por la que ocupa el lugar 25 a nivel nacional en la categoría de la extensión del territorio.

El Estado de México se encuentra en la parte central de la República Mexicana y colinda con el Distrito Federal y los Estados de Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Guerrero, y Michoacán de Ocampo.

Al año 2005, el Estado de México está integrado por 125 municipios, de los cuales, es el municipio Melchor Ocampo del que la presente tesis presta atención. Dentro del municipio Melchor Ocampo existen 15 localidades de las cuales suman una población de 37,706 habitantes los cuales están distribuidos sobre un área urbana equivalente al 53.61 % del territorio del municipio.

Dentro del municipio Melchor Ocampo hay tres localidades que tienen problemas de desagüe los cuales son causa de inundaciones; las localidades son Visitación, San Francisco Tenopalco y la cabecera municipal Melchor Ocampo. En las tres localidades se desalojan las aguas negras hacia canales a cielo abierto en donde algunos tramos están en contra pendiente. Debido a que ya existe una red de alcantarillado que funciona óptimamente (aquella red compuesta por albañales, atarjeas y subcolectores en general), es la razón para que la presente tesis atienda el diseño de un colector combinado para resolver el problema de las inundaciones.

Como solución para evitar futuras inundaciones en las tres localidades del municipio Melchor Ocampo se decide por concebir un colector combinado para aprovechar la infraestructura actual sin necesidad de aumentar los costos de construcción el cual implicaría instalar una segunda red de conductos subterráneos; además se opta, al igual que las aguas negras domiciliarias, por dar

salida a las aguas pluviales hacia el Gran Canal del Desagüe al no contemplarse a mediano plazo (periodo convencional comprendido entre 2 y 6 años) en invertir en infraestructura que sirva para aprovechar las aguas pluviales para emplearlas en otros usos.

Los datos a tratar a continuación servirán para conocer las características, tanto del entorno natural como las de su población, con la finalidad de permitir respaldar los criterios necesarios para concebir un proyecto que no sea sobredimensionado, con la finalidad que su costo pueda ser financiada por la misma población, es decir, que el diseño de operación no sea sobrado para la población; que permita concebir un proyecto cuya operación proporcione aún un servicio óptimo al llegar al límite de su periodo de diseño. Dicho criterio evitará concebir un proyecto que ofrezca un servicio deficiente, ya sea por dejar de operar óptimamente en un tiempo menor al del periodo de diseño o que haya sido concebida considerando una población futura mal estimada. Si la infraestructura recién concebida ofrece un servicio eficiente durante su periodo de diseño, ésta seguirá siendo la causa por la que la población a la que sirve no requiera pagar por trabajos que sean necesarios complementar para concebir un nuevo proyecto que otorgue un servicio eficiente.

Sin embargo, no basta con enfocarse a diseñar y construir un colector de aguas residuales para satisfacer la necesidad del centro urbano, ya que los cambios de población, los aumentos de los desperdicios, el deterioro y otras condiciones, demandarán su permanente conservación y mejoras en el servicio.

Para comprobar el comportamiento del crecimiento demográfico del país basta con observar el comportamiento de su distribución demográfica; primero se observa que la población rural disminuye para contribuir en el aumento de la población urbana, siendo el motivo principal la búsqueda en mejorar la calidad de vida; dicho crecimiento de urbanización ha sido el principal generador de cambios sociales, culturales, económicos y políticos. Debe ser considerada la forma en que la población aumenta; una localidad se expande e incluso se fusiona con otras localidades aledañas sin que se respeten los límites de las circunscripciones político-administrativas que los municipios, los estados ó que incluso los países

demarcan. El crecimiento urbano obedece principalmente al desarrollo económico que ofrece la zona y que en la mayoría de los casos dicha expansión no ha sido planificada con un orden y diseño adecuado que ofrezca infraestructura que opere por un largo lapso de tiempo y con eficiencia.

Más adelante, se podrá observar que en el caso del municipio Melchor Ocampo, sus localidades se expanden a tal grado que comparte terreno con otros municipios del Estado de México.

I.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Un proceso de planeación comprende cinco etapas interdependientes: diagnóstico y pronóstico, formulación, ejecución, evaluación y reformulación. Para la primera etapa se deberá identificar y describir el problema a resolver. Para la presente tesis se requiere obtener información que, con su estudio y análisis, permita concebir un proyecto que cubra las necesidades que la población de un desarrollo urbano exige. La nueva obra deberá ofrecer la mejor eficiencia de operación al menor costo posible. La información a recabar permitirá conocer al municipio Melchor Ocampo, tanto las condiciones de su entorno como el estilo de vida de su población; para el caso de concebir un colector de aguas residuales y pluviales, dicha información influirá en la decisión para determinar la aportación de aguas negras que deberán ser alejadas de los desarrollos urbanos en estudio. Tanto la cantidad a dotar de agua potable a una población y la disposición de las aportaciones de aguas negras a alejarlas del desarrollo urbano tienen una relación directamente proporcional, la cual es de aproximadamente del orden del 75 al 80 %; esto se debe a que el agua potable que llega a una localidad, deberá salir, ya sea por el alcantarillado, ó en menores proporciones por otras salidas como lo son: el consumo humano, el riego, el lavado, las fugas en el sistema y otros desperdicios. Por ésta razón es importante conocer las dotaciones de agua potable en el desarrollo urbano en estudio.

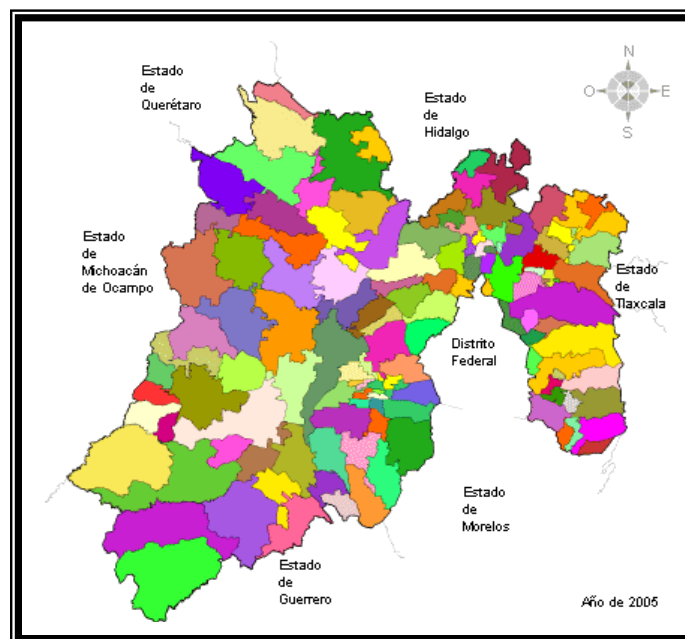
**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

Cabe hacer mención que es de suma importancia concientizar a la población del cuidado y uso racional de agua potable, así como promover el uso de aguas tratadas en actividades que difieran al del consumo humano y su higiene.

I.1.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Para entender su localización se partirá desde el significado de su nombre. México es el nombre oficial de la entidad federativa, como lo registra el artículo 43 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Debido a que lleva el mismo nombre del país y de la capital nacional suele denominársele Estado de México para distinguirla de las dos anteriores. Uno de los orígenes más aceptados de dicho nombre es que México proviene de tres palabras de la lengua náhuatl: “metztli” (luna), “xictli” (ombligo o centro) y “co” (lugar), que en conjunto significa “en el centro de la luna”. Los antiguos mexicas relacionaban a la figura de conejo que se puede apreciar a partir de las manchas existentes sobre la superficie lunar con la imagen obtenida del contorno del sistema de los antiguos lagos que existían en el Valle de México; esos lagos encadenados de norte a sur son conocidos con los nombres de: Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco.

FIGURA I.1 “DEMARCACIÓN DEL ESTADO DE MÉXICO Y SUS COLINDANCIAS”.



Fue en el centro del lago de Texcoco, el de mayor tamaño de aquél sistema de lagos, donde los mexicas erigieron su ciudad capital Tenochtitlán, en el centro del lago cuyo contorno formaba la figura de un conejo, en el centro de la misma figura que se aprecia sobre la superficie de la luna.

El Estado de México se encuentra en la parte central de los Estados Unidos Mexicanos, se trata de una región relativamente plana y rodeada casi por completo por diversas masas montañosas. La superficie del Estado de México forma parte de las provincias geológicas del Eje Neovolcánico y de la Sierra Madre del Sur. De la primera provincia geológica se encuentran las principales elevaciones del país: el Volcán de Popocatépetl, el Volcán de Iztaccíhuatl, y el Nevado de Toluca.

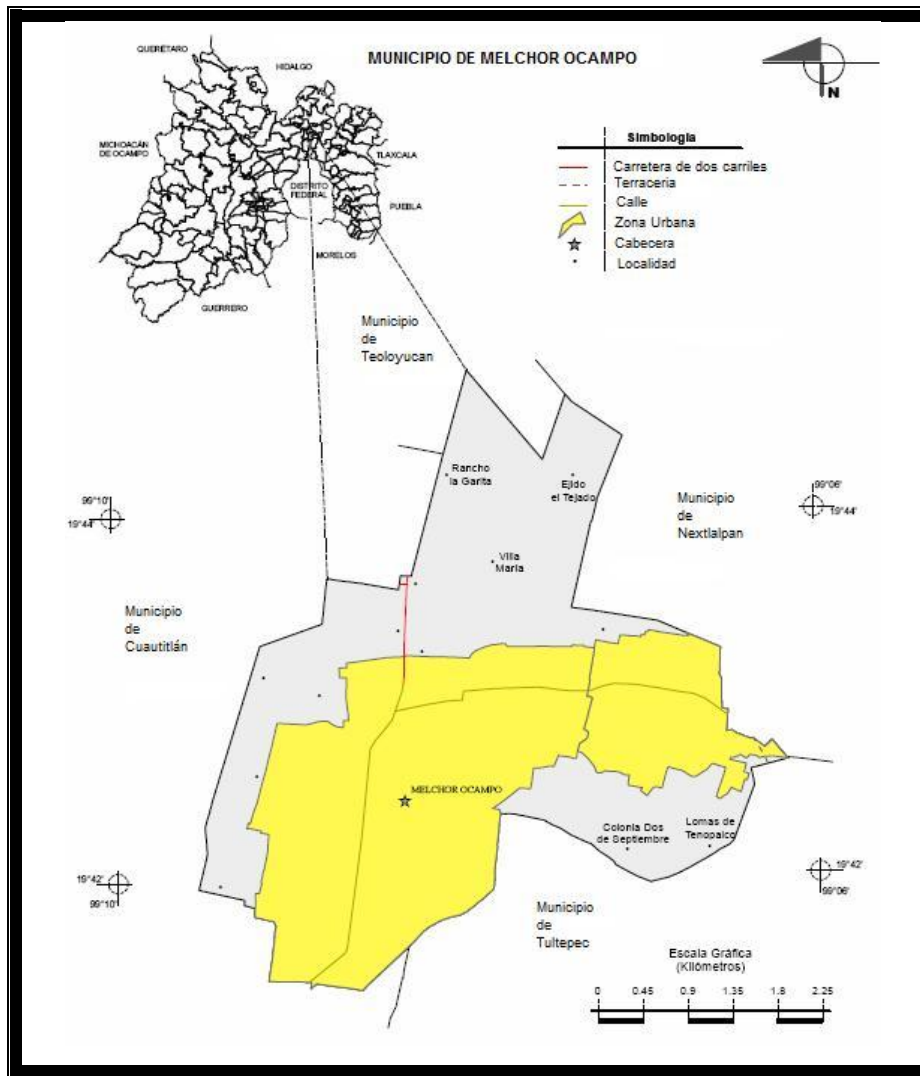
Al año 2005, el Estado de México se divide en 125 municipios y como se puede apreciar en la Figura I.1 “Demarcación del Estado de México y sus Colindancias” colinda al norte con los Estados de Querétaro e Hidalgo; al sur con los Estados de Morelos y Guerrero; al oriente con los Estados de Tlaxcala y Puebla; al poniente con el Estado de Michoacán de Ocampo; así mismo, al oriente rodea al Distrito Federal en sus límites del norte, este y oeste.

En lo que respecta al municipio Melchor Ocampo se ubica en la región nororiental del Estado de México y cuenta con una altura promedio de 2,300 metros sobre el nivel del mar. Como se puede apreciar en la Figura I.2 “Demarcación del Municipio Melchor Ocampo y sus colindancias”, las entidades que colindan con el municipio Melchor Ocampo son: el municipio de Teoloyucan al norte, con el municipio de Nextlalpan al nororiental, el municipio de Tultepec al sureste y el municipio de Cuautitlán lo bordea desde el norponiente hasta el sur. La cabecera municipal Melchor Ocampo se encuentra a 106 kilómetros de distancia al noreste de la Ciudad de Toluca, a 40 kilómetros al norte de la Ciudad de México y a 5 kilómetros al noreste de la cabecera municipal de Cuautitlán. Las coordenadas de su ubicación son: entre 19° 42' y 19° 44' de latitud norte y entre 99° 06' y 99° 10' de longitud oeste.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

A unos 6 kilómetros al norte de la cabecera del municipio Melchor Ocampo se encuentra la cabecera del municipio de Zumpango, por lo que la superficie en que se ubica el municipio Melchor Ocampo obedece al que perteneciera a uno de los cinco lagos que existieron en el Valle de México, el lago conocido como Lago de Zumpango.

FIGURA I.2 “DEMARCACIÓN DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO Y SUS COLINDANCIAS”.



El lago de Zumpango contenía agua del tipo salobre, al cual así se le denomina a los cuerpos de agua cuyo contenido de sal oscila entre 0.5 y 30 gramos por litro; éste tipo de agua contiene más sal disuelta que el agua dulce, pero menos que el

agua de mar. El lago fue sometido a un proceso de desecado debido a la decisión de conectarlo al río Tula por medio del tajo de Nochistongo con la finalidad de ganar terreno para dar preferencia al establecimiento de asentamientos humanos. Hoy en día, es un cuerpo de agua cerrado, tiene una superficie de 20 kilómetros cuadrados, siendo sus principales salidas por medio de la evaporación o por medio de la filtración, razón por la que se le denomina laguna de Zumpango, el cual es alimentado por algunos ríos y arroyos locales.

Cabe hacer mención que en el año 2005, el municipio Melchor Ocampo es considerado parte de la Zona Urbana del Valle de México, actualmente integrado por 52 municipios centrales divididos de la siguiente forma: con las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, por 35 municipios del Estado de México y por un municipio del Estado de Hidalgo (Tizayuca), lo anterior es de acuerdo a la clasificación del Grupo Interinstitucional para la Delimitación de las Zonas Metropolitanas. El grupo es resultado de la interacción entre tres dependencias gubernamentales, las cuales son: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Según definición de éste grupo, una zona metropolitana es el conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica y que incluso sean relevantes para la planeación y políticas urbanas.

Por lo anterior, la presidencia municipal de Melchor Ocampo deberá actuar conjuntamente con otros municipios que pertenecen a la misma zona metropolitana, para realizar estudios, concebir proyectos, coordinar la operación y el mantenimiento de la infraestructura que opera en beneficio de su población.

Con lo referente al tema de la presente tesis, de no adoptar acciones preventivas o de no contar con la infraestructura adecuada para proveer de un sistema

eficiente de drenaje, se corre el riesgo de que se presenten grandes inundaciones, como las ocurridas recientemente en el Estado de México: en el municipio de Tlalnepantla (ubicado al norponiente del Distrito Federal, en el mes de septiembre del año 2009) y Chalco (ubicado al suroriente del Distrito Federal, en el mes de febrero del presente año 2010), cuando fuertes lluvias provocaron fallas en la infraestructura de desagüe existente, como lo son el Túnel Emisor Poniente ó el canal del Río de los Remedios, respectivamente. Se requiere de concebir diversas obras hidráulicas con el fin de evitar catástrofes en los asentamientos humanos, pero sobre todo, un detallado estudio, análisis y promover las medidas para prever futuras inundaciones, las cuales son un peligro para la integridad del ser humano al verse afectado por ellas.

I.1.2 EXTENSIÓN SUPERFICIAL DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

El Estado de México tiene una extensión de 22,357 kilómetros cuadrados y ocupa el lugar 25 a nivel nacional que equivale a 1.14 % de la extensión territorial del país (con 1'959,248 kilómetros cuadrados). El estado de mayor extensión del país (con 247,514 kilómetros cuadrados) pero con la menor densidad de población (13 habitantes/km²), Chihuahua, es once veces más grande que el Estado de México.

En lo que corresponde al municipio Melchor Ocampo, el Gobierno del Estado de México le reconoce una superficie territorial del municipio de 15.19 kilómetros cuadrados. Además, el municipio reconoce y comparte administrativamente: diez localidades con el municipio de Cuautitlán y dos con el municipio de Nextlalpan; razón por la que aumenta su extensión a 32.48 kilómetros cuadrados, lo que apenas representa el 0.15 % del territorio estatal.

Sobre las cifras obtenidas de las extensiones de los territorios no se puede obtener una buena interpretación si es que no se considera a los habitantes que ocupan esa misma área. Haciendo uso de la relación de los habitantes que viven en una extensión territorial determinada se puede conocer la distribución de la población, o mejor conocido como densidad de población; se hará uso de dicha relación para el caso del municipio Melchor Ocampo con la finalidad de poderla

comparar contra otras. Para el caso del país es de 52.7 habitantes/km² y para el Estado de México es de 626.5 habitantes/km².

Al año 2005, en base al II Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), el municipio Melchor Ocampo contaba con un total de 37,706 habitantes, esto arroja una densidad de población de 1,160.9 habitantes/km²; la cifra es mayor que de la densidad de población nacional y de la densidad de población del Estado de México.

A pesar que la densidad de población del municipio Melchor Ocampo es 22 veces mayor a la registrada a la media del país y 1.8 veces mayor a la media del estado de México, es 5 veces menor de la entidad federal con mayor densidad de población, el Distrito Federal, con 5,877 habitantes/km². No obstante, los problemas urbanos en el municipio Melchor Ocampo se irán agudizando a medida que su densidad siga aumentando lo que será necesario desarrollar proyectos económicos y de infraestructura para satisfacer las necesidades de la población.

Al hacer referencia al gran universo urbano al que pertenece, la extensión del municipio Melchor Ocampo representa el 0.4 % de la superficie que ocupa la Zona Metropolitana del Valle de México cuya extensión es de 7,854 kilómetros cuadrados.

I.1.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Para el caso del Estado de México la temperatura media anual es de 14.7 °C, las temperaturas más bajas, que se presentan en los meses de enero y febrero, son alrededor de 3.0 °C; mientras que la temperatura máxima promedio, que se presentan en los meses de abril y mayo, es alrededor de 25 °C. Es en el Nevado de Toluca donde se registra una temperatura media anual de 3.9 °C, la más baja de toda la República Mexicana.

Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de 900 mm anuales.

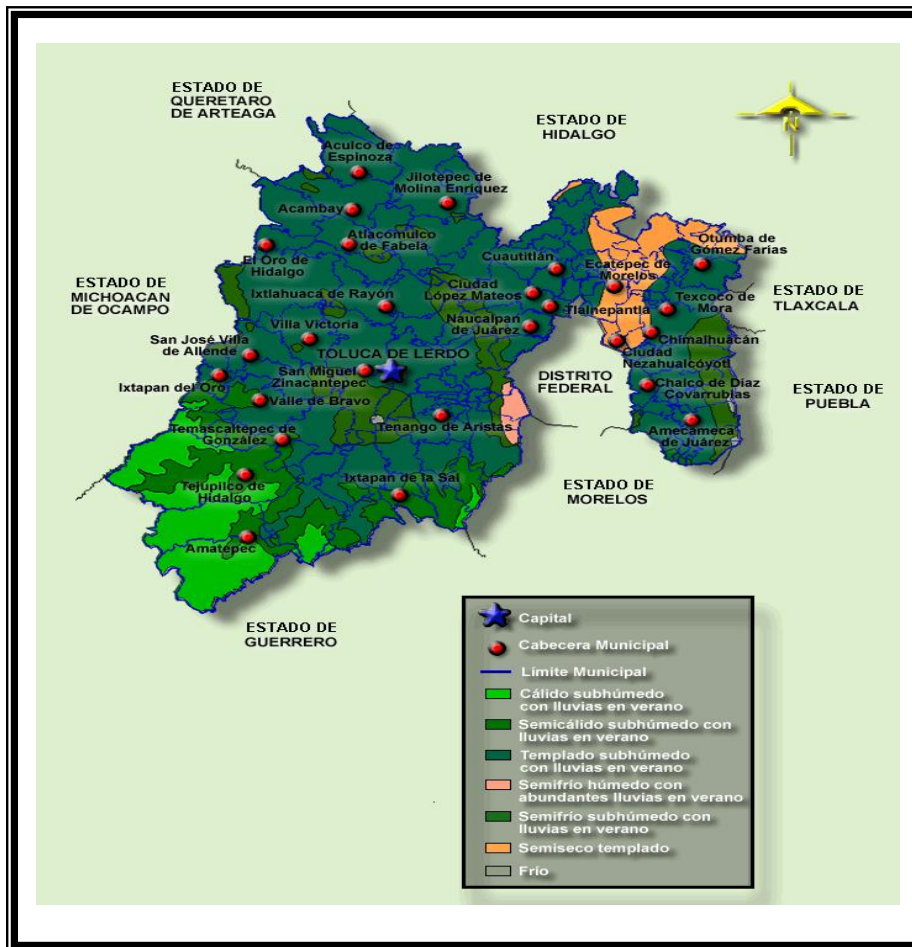
En base a la Figura I.3 “Mapa de Climas del Estado de México” se mencionan a continuación el tipo de clima y la superficie del Estado de México, representada en

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

porcentaje, el cual cubre: Cálido subhúmedo con lluvias en verano (11.46 %), Semicálido subhúmedo con lluvias en verano (10.42 %), Templado subhúmedo con lluvias en verano (61.03 %), Semifrío húmedo con lluvias abundantes en verano (0.58 %), Semifrío subhúmedo con lluvias en verano (11.02 %), Semiseco templado (5.28 %) y Frío (0.21 %).

En el caso del municipio Melchor Ocampo se presenta en todo su territorio un clima del tipo Templado Subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad o el de menor precipitación de los templados. El rango de temperatura es entre 12 y 16 °C con poca fluctuación térmica cuya temperatura máxima es de 24 °C a 30 °C y la mínima entre 5 °C y 10 °C.

FIGURA I.3 “MAPA DE CLIMAS DEL ESTADO DE MÉXICO”.



Las precipitaciones pluviales se concentran en los principales valles provocando que aumente la humedad; cuando la temperatura disminuye alrededor de la segunda quincena de mayo origina temporada de lluvias que se presentan de junio a septiembre. El rango de precipitación anual es de 600 a 700 milímetros.

Las primeras heladas se registran después de la segunda quincena de octubre, aunque con mayor frecuencia en diciembre, enero y febrero, cuando los vientos predominantes polares son alisios (los cuales son vientos regulares, que por ubicarse en el hemisferio norte, soplan en dirección SE desde las altas presiones subtropicales hacia las bajas del ecuador).

I.1.4 GEOLOGÍA Y RELIEVE TERRESTRE EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

El Estado de México está comprendido dentro de dos provincias geológicas que son: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Con la Figura I.4 “Relieve del Estado de México” se ilustra el relieve de la zona

El Eje Neovolcánico cubre la mayor parte del estado en su porción norte. Limita al sur con la Sierra Madre del Sur. Está caracterizada geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas (de la era geológica que comprende desde hace 65 millones de años hasta la actualidad). Hay algunos afloramientos de rocas triásicas (de la era geológica mesozoica y periodo triásico comprendido desde hace 240 a 205 millones de años) en el noroeste del estado, clasificadas como pizarra (roca metamórfica homogénea, de colores opacos, impermeable, formada por la compactación de arcillas cuya característica es la división de finas láminas, formada principalmente por cuarzo y moscovita) y filitas (roca metamórfica originada a partir de las pizarras arcillosas al aumentar el tamaño de sus cristales, se distingue por su brillo satinado y su superficie ondulada) Del Cretácico (de la era mesozoica y del periodo comprendido desde hace 138 a 65 millones de años), afloran rocas sedimentarias marinas de composición carbonatada (rocas calizas). Existen rocas sedimentarias clásticas (aquellas que se forman a partir de rocas que se han dividido en fragmentos por la intemperie y que luego son transportados y depositados en otro lugar), asociadas con

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MÉXICO**

piroclásticas (rocas tobas, que son un tipo de rocas ígneas volcánica formada por la acumulación de cenizas) que afloran extensamente desde Atlacomulco hasta Toluca y en otras regiones como las de Chiconcuac y Coatepec de Harinas. Del cuaternario (del periodo geológico cuaternario, era cenozoica, de hace 2.5 millones de años a la actualidad) existen depósitos lacustres y aluviales que rellenan antiguos lagos de la cuenca de México y los valles de la cuenca del Lerma.

FIGURA I.4 “RELIEVE DEL ESTADO DE MÉXICO”.



Se puede decir que en ésta provincia geológica se encuentra un lomerío con sierras de origen ígneo extrusivo, volcanes de edad geológica cuaternaria y valles, así como se incluyen las depresiones que dieron origen al lago de Texcoco. Las

principales estructuras de la provincia del Eje Neovolcánico son los aparatos volcánicos formados por conos cineríticos (es decir, volcanes formados por cenizas) y por derrames de lavas. De entre estos sobresalen el Popocatepetl (con 5,500 metros sobre el nivel del mar), el Iztaccíhuatl (con 5,220 metros sobre el nivel del mar) y el Nevado de Toluca (con 4,680 metros sobre el nivel del mar), que son los volcanes más notables del país, todos ellos formados por rocas andesíticas (roca ígnea volcánica formada principalmente por los minerales: plagioclasa, piroxeno y hornblenda).

La Sierra Madre del Sur penetra en el estado con la subprovincia conocida como Cuenca del Balsas, la cual cubre la porción sur de la entidad; limita al norte con el Eje Neovolcánico. Las rocas más antiguas de la Sierra Madre del Sur son las metamórficas del periodo triásico (era mesozoica). Las rocas cretácicas (de la era mesozoica y del periodo de hace 138 a 65 millones de años) son sedimentarias, clasificadas como calizas (roca sedimentaria compuesta por carbonato de calcio, de aspecto color blanco, que se forma en mares poco profundos y de zonas tropicales) y calizas interestratificadas con lutitas; las lutitas son rocas sedimentarias formadas por detritos, de color variable debido a su contenido de residuos sólidos de origen orgánico, aunque generalmente son de color negro, son porosos y por consecuencia permeables, por metamorfismo dan lugar a ampelitas y a pizarras. Aunque no cubren mucha extensión, estas rocas afloran cubriendo las rocas metamórficas del triásico en municipios como Tonalico, Ixtapan de la Sal y Zumpahuacán. Las rocas del periodo terciario son en su gran mayoría volcánicas. Del periodo cuaternario existen rocas volcánicas de tipo basáltico (rocas ígneas volcánicas con alto contenido de hierro y compuestas en su mayoría con piroxeno y olivino) que, por sus estructuras bien conservadas, evidencian la actividad volcánica reciente. Estas estructuras se ven al sureste del municipio de Tejupilco. Del periodo Cuaternario son los depósitos aluviales que rellenan los valles de los ríos que drenan hacia la cuenca del Río Balsas.

Por lo tanto, la zona de la Sierra Madre del Sur del Estado de México está conformada por rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas intrusivas e ígneas

extrusivas con un valle, ubicado entre serranías, con la altura más baja (400 metros sobre el nivel del mar) en el cañón que ha formado el río San Pedro.

Con respecto al territorio del municipio Melchor Ocampo se dice que forma parte de la meseta que constituye el Valle de México; carece de accidentes geográficos de alguna importancia. No representa ninguna altura considerable, con una altitud promedio de 2,300 metros sobre el nivel del mar, a excepción de lomas ubicadas al oriente de la cabecera municipal. La totalidad del territorio del municipio Melchor Ocampo pertenece a la subprovincia geológica de Lagos y Volcánes de Anáhuac, provincia geológica del Eje Neovolcánico. Con respecto a su forma y variedad geográfica (topografía) el 58.06 % de su territorio obedece al tipo de vaso lacustre con lomerío y el restante con 41.94% es del tipo vaso lacustre salino. Con respecto al tipo de roca en el municipio, el 43 % obedece al periodo cuaternario y 3.4 % del periodo terciario; en este caso los porcentajes no cierran al 100% debido a que el resto del territorio corresponde a la zona urbana.

I.1.5 HIDROGRAFÍA EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

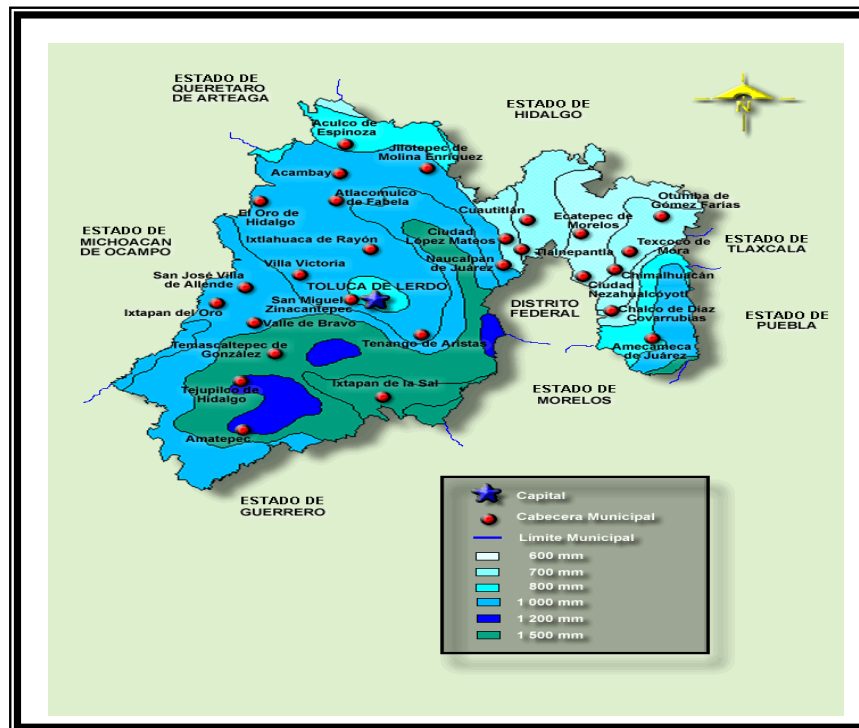
La hidrografía es parte de la geografía física que se ocupa de la descripción y estudio de las aguas del globo terrestre, en especial de las aguas continentales. Es debido a las precipitaciones del agua en forma de nieve o lluvia que se cuenta con la presencia de agua sobre la superficie terrestre, que gracias a su relieve el agua converge formando una red de afluentes que drenan a un desagüe principal en forma de un río. En esa superficie natural de drenaje que permite la existencia de cuerpos de agua permanentes en la forma de ríos y lagos delimitado por una línea de cumbres se le denomina cuenca hidrográfica.

El Valle de México se encuentra limitado a su alrededor por masas montañosas que obedecen a las provincias geológicas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur y por no contar con salidas naturales superficiales con rumbo hacia el mar, el agua que se queda en la cuenca se va acumulando y permanece ahí; con el paso del tiempo, la permanencia de agua en una cuenca contribuye a la acumulación de sales y solo saldrá de ella por medio de filtración o por

evaporación, a éste tipo de cuencas se les conoce como cuencas endorreicas y ejemplos de éstas cuencas son: el Mar Muerto (el de mayor concentración de sal y la superficie más baja del mundo, que comparte territorios palestinos, Jordania e Israel, a menos 416 metros del nivel del mar) y Mar Caspio (el lago endorreico más grande del mundo, ubicado en territorios de Rusia, Azerbaiyán, Irán, Turkmenistán y Kasajistán, a menos 28 metros del nivel del mar).

En el caso del Valle de México, la naturaleza de su relieve permitía la existencia de una cuenca del tipo endorreico; fue debido a las lluvias y a los deshielos que se acumulaba dentro de la cuenca que permitió la formación de un sistema acuífero complejo, la de un sistema lacustre integrado por 5 grandes lagos con tipo de agua distintos: Zumpango, Xaltocan, ubicados al norte del valle, y Texococo, en el centro, eran de agua salada; Xochimilco y Chalco, al sur del valle, eran de agua dulce.

FIGURA I.5 “PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN EL ESTADO DE MÉXICO”.



Para comprender la existencia de aguas continentales en la actualidad, dentro de la demarcación del Estado de México, se presenta la Figura I.5 “Precipitación

Media Anual en el Estado de México”, con la finalidad de comprender dónde se acumula el agua que cae debido a su precipitación en forma de lluvia, dentro de la demarcación del Estado de México.

La mayor precipitación se concentra en el surponiente del Estado de México, dentro de una región conocida como Región Hidrológica Balsas, en donde se encuentran las dos presas almacenadoras que integran al Sistema Cutzamala: Presa Villa Victoria y Presa Valle de Bravo; ambas destacan por su magnitud e importancia dado que en conjunto aportan quince mil seiscientos litros de agua para el Sistema Cutzamala, el cual provee de agua potable a una cuarta parte del caudal que se consume en la Zona Metropolitana del Valle de México de manera que se distribuyen cinco mil novecientos litros por segundo a catorce municipios del Estado de México a través del Macrocircuito y nueve mil setecientos litros por segundo al Distrito Federal por el Acuaférico. Las cinco presas del Sistema Cutzamala que restan por mencionar son del tipo derivador, de las cuales la Presa Ixtapan del Oro, Presa Colorines y Presa Chilesdo están dentro del Estado de México, la Presa Tuxpan y la Presa del Bosque están en el Estado de Michoacán de Ocampo.

El territorio del Estado de México es comprendido por tres Regiones Hidrológicas; ya se hizo mención de la Región Hidrológica Balsas (región hidrológica número 18) en el párrafo anterior, de donde se consideran cuatro de sus cuencas: Cuenca Río Atoyac (su principal corriente, el río Atoyac, se integra al río Balsas y es formado por los deshielos del flanco oriental del Volcán de Iztaccíhuatl), Cuenca Río Balsas–Zirandaro (de donde corresponden pequeños afluentes que drenan el río Poliutla) Cuenca Río Grande de Amecuzac (cuya corriente principal se origina de las faltas del Volcán Nevado de Toluca y es afluente del Río Balsas) y Río Cutzamala (su corriente principal se origina al oeste de la ciudad de Morelia y es el principal aportador del río Balsas).

La segunda región hidrológica es la número 12, denominada como la Región Hidrológica Lerma–Santiago; aquí se encuentra el principal río del Estado de México, el río Lerma, el cual nace en el norponiente de la ciudad de Toluca, en el

municipio de Almoloya del Río; tiene una longitud de 708 kilómetros para desembocar en el lago de Chapala. El río Lerma, el lago de Chapala y el río Santiago, constituyen uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país. De ésta región, solo es considerada la Cuenca Lerma–Toluca, dentro del Estado de México, en donde se cuenta con los siguientes afluentes: río Almoloya–Otzolotepec; río Otzolotepec–Atlacomulco, río Atlacomulco–Paso de Ovejas, río Tlalpujahua, río Jaltepec, río Gavia, río Tejalpa, río Verdiguél, río Otzolotepec y río Sila.

La tercera y última región hidrológica es la número 26, denominada como Región Hidrológica Alto Pánuco; su principal afluente es el río Pánuco y tiene como origen al río San Juan y al río Tula, el cual después de 174 kilómetros de recorrido cambia de nombre a Río Moctezuma. Es la Cuenca del Río Moctezuma la única de ésta región que ocupa al Estado de México.

En la Figura I.6 “Regiones Hidrológicas del Estado de México” se podrán apreciar esas tres regiones hidrológicas en que está dividido el territorio del Estado de México.

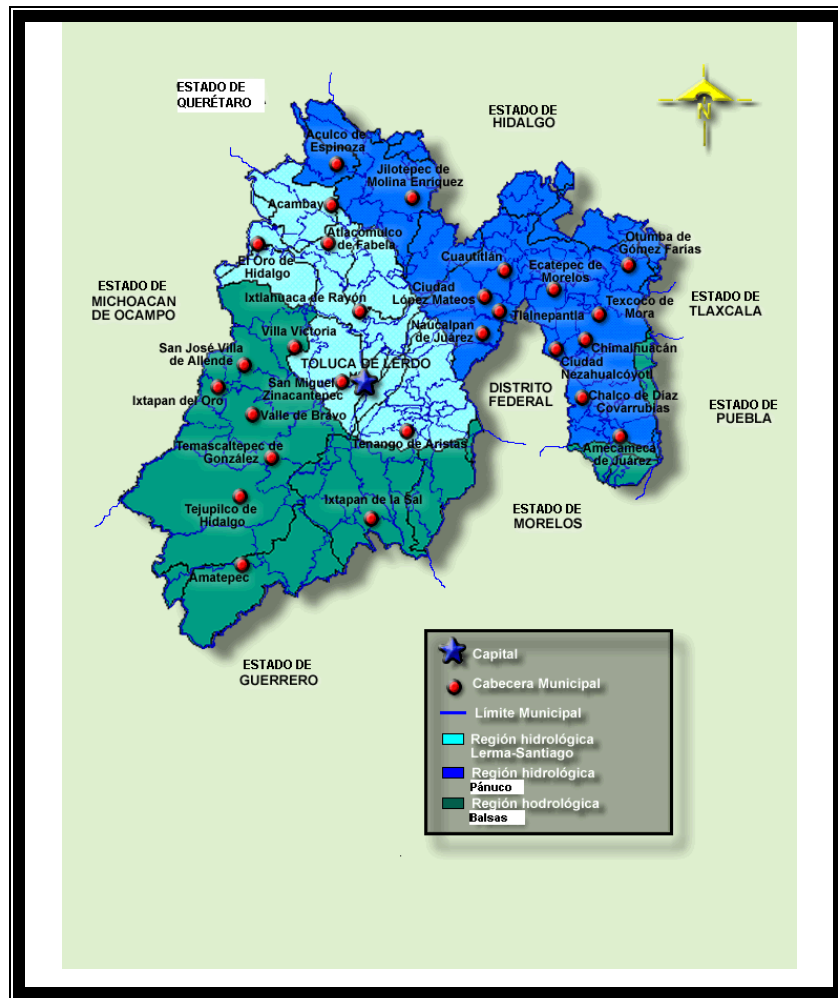
La mayoría de los cuerpos de importancia de ésta identidad federal son obras debidas al ser humano, como es el caso del esfuerzo por conservar dos cuerpos de agua que conformaban el sistema de lagos: el lago Nabor Carrillo, asentado en la zona lacustre de Texcoco al cual llegan los caudales de los ríos de aguas negras: río La Compañía y río Churubusco; y el lago de Zumpango, ubicado al norte del municipio Melchor Ocampo, el cual pelagra su existencia debido a la presencia considerable de desechos sólidos y también debido por las grandes cantidades de lirio acuático que agota el oxígeno contenido en el agua, por lo que se corre el riesgo de desecarse.

En lo que respecta al municipio Melchor Ocampo, su territorio está dividido en dos subcuencas: Subcuenca de los Lagos de Texcoco y Zumpango con el 60.93 % de su territorio y Subcuenca del Río Cuautitlán con el 30.07 %; ambas subcuencas son consideradas dentro de la Cuenca del Río Moctezuma.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

En general, el municipio Melchor Ocampo carece de fuentes acuíferas, y solo es el sector agropecuario que aprovecha las aguas pluviales con el uso de canales de riego provenientes del río Cuautitlán el cual tiene su nacimiento en el lago de Guadalupe, al poniente de la cabecera del municipio de Cuautitlán Izcalli. En el municipio Melchor Ocampo solo se presentan arroyos que son cauces ocasionales que concentran las aguas pluviales.

FIGURA I.6 “REGIONES HIDROLÓGICAS DEL ESTADO DE MÉXICO”.



I.1.6 TIPO DE VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

El ser humano debe ser consciente que no todo el mundo gira en torno a él y para satisfacer sus necesidades; debe ser consciente que, en el sistema exterior físico

y biológico, el ser humano convive con otros organismos a los cuales debe reconocer su importancia de existir y respetar su subsistencia. Un ecosistema es un sistema natural formado por un conjunto de organismos vivos y por el medio físico en donde se relacionan, por lo que suele formarse una serie de cadenas que muestran interdependencia de los organismos. Romper la armonía y el equilibrio del ecosistema provocado por la explotación desmedida de recursos pone en peligro de extinción a diversas especies al destruir sus hábitats y por alterar sus cadenas alimenticias.

En la superficie territorial del Estado de México pueden encontrarse distintos tipos de vegetación debido a la variación de sus elevaciones y de sus climas, éstos son: En el norte de la entidad abundan: el pastizal (que se caracteriza por presentar una altura de diez a quince centímetros en un solo estrato, el estrato herbáceo, con una cobertura del suelo del cien por ciento y una disposición horizontal cerrada) puede ser tanto pastizal natural como pastizal inducido (resultado de la perturbación ocasionada por el hombre para abrir zonas que pueda explotar para su beneficio); también están presentes: el matorral crasicaule (nopaleras) y matorral subtropical (que se caracteriza por presentar de dos a tres estratos siendo el arbustivo el estrato más importante con alturas entre dos y cuatro metros); bosque de encino (se encuentra localizado dentro de las cuencas donde afloran algunas formaciones de rocas ígneas y la superficie resulta rocosa, con suelo escaso y de poca profundidad; el estrato arbóreo se distribuye horizontalmente de manera dispersa, alcanzan una altura promedio de siete metros) y bosque de pino (es una comunidad característica de las montañas que se localiza en elevaciones entre los dos mil cuatrocientos y dos mil novecientos metros sobre el nivel del mar; el estrato más importante es el arbóreo, con altura promedio de veinticinco metros).

En la porción sur del territorio estatal, en la Subprovincia geológica de la Depresión del Balsas, existen: el pastizal inducido; bosques: de encino, de pino y de mezcla pino-encino (que se localiza en elevaciones entre un mil ochocientos y dos mil setecientos metros sobre el nivel del mar, presentan de dos a tres estratos

donde el más importante es el arbóreo con altura promedio de veinte metros); existe también la vegetación tipo mesófilo de montaña (o también conocido como de bosque de niebla, que se desarrollan en sitios de clima templado y húmedo y con temporada de lluvias de ocho a doce meses); y finalmente, están presentes la selva baja caducifolia (que se caracteriza por presentar tres estratos siendo el arbóreo el más importante con una altura promedio de tres metros, a éste tipo de vegetación se refiere a los árboles que pierden su follaje en alguna temporada del año).

En la porción del territorio ocupada por la Subprovincia geológica de las Sierras y Valles Guerrerenses existen: el pastizal inducido; los bosque: de encino y de pino; y la selva baja caducifolia.

En el occidente de la entidad predominan los bosques de: pino, encino, mezclas pino-encino, oyamel (que se localiza hacia la parte alta de las cuencas, en elevaciones por encima de los dos mil novecientos metros sobre el nivel del mar; en clima templado, semifrío, con verano fresco largo, subhúmedo, y lluvias de verano), y mezclas pino-oyamel; dichos bosques se alternan con áreas de pastizal inducido y chaparral (de estrato arbustivo resistente a la sequía, que se da en climas de veranos cálidos, secos e inviernos húmedos).

Y finalmente, en el centro del Estado de México, en la Subprovincia geológica de los Lagos y Valles del Anáhuac se pueden encontrar vegetación del tipo: pastizal, chaparral, matorral subtropical, matorral crasicaule, selva baja caducifolia; bosques: mesófilo de montaña, cultivado (o de zonas de reforestación), de juniperus (coníferas arbóreas o arbustivas, de hoja siempre verde), de encino, de pino, de oyamel y de mezclas pino-encino y pino-oyamel.

Debido a la riqueza de sus ecosistemas, desde el año 1978, el Estado de México cuenta con la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) con el propósito de contribuir a la preservación del equilibrio ecológico y de brindar a la comunidad alternativas de esparcimiento y recreación. El organismo administra quince parques, todos se encuentran en las Regiones Hidrológicas de Lerma-Santiago y Balsas, y de los quince parques que administra: dos son

considerados reservas, tres son denominados parques nacionales, siete son parques estatales, dos son denominados centros ceremoniales y un zoológico. De todos ellos destaca el parque Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, su propósito es el de asegurar el valor ecológico, científico y cultural del fenómeno migratorio de las mariposas monarcas las cuales viajan alrededor de seis mil kilómetros desde Canadá y los Estados Unidos de América. La reserva se encuentra a noventa kilómetros al poniente de la ciudad de Toluca y a dos horas de recorrido por carretera; tiene una altitud de dos mil cuatrocientos cincuenta metros sobre el nivel del mar y cuenta con un clima templado de doce a catorce grados centígrados. Las primeras colonias de mariposa monarca arriban al parque hacia principios de noviembre e inician su viaje de regreso al norte del continente americano entre los meses de marzo y abril.

En lo que respecta al municipio de Melchor Ocampo, se puede apreciar en la Figura I.7 “Vegetación y Agricultura del Estado de México” de que no predomina ningún tipo de vegetación. Del total de su territorio, 53.61 % obedece a la zona urbana del municipio; en el resto del territorio predominan las tierras aptas para la agricultura y el pastizal inducido; el estrato arbóreo no predomina en el territorio, pero se pueden encontrar arboles como: fresno, pino, zapote blanco, eucalipto, sauce, jacaranda ó huizache. También abundan plantas adaptadas a la vida en un medio seco como el nopal y el maguey, del que se aprovecha el pulque. Igualmente se encuentran, en bajas cantidades, las siguientes hierbas: gordolobo, marrubio, ruda, malva, berro, epazote, rosa blanca, begonia, romero, hinojo, quelite, verdolaga, hierbabuena, epazote, te de milpa, quelite, cedrón, golondrina ajeno y mejorana.

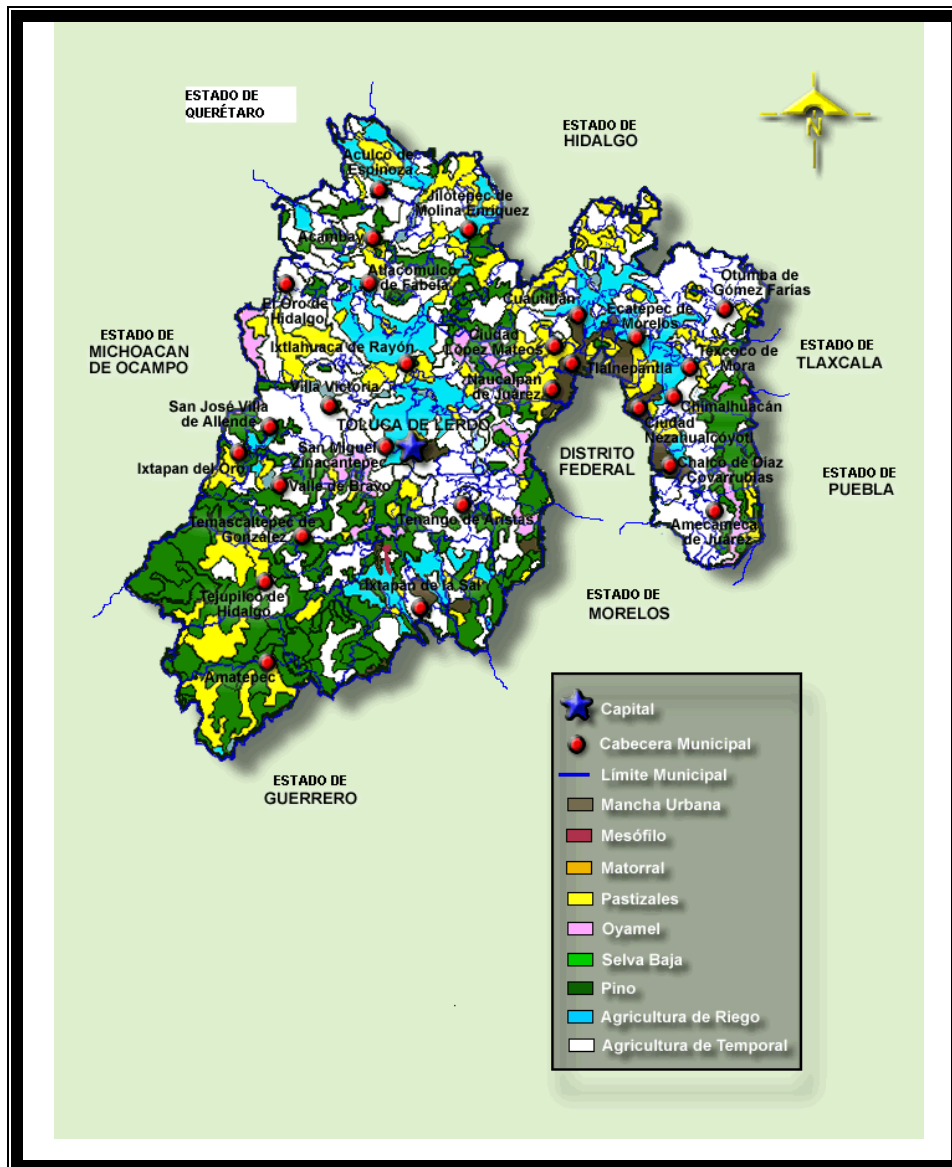
I.1.7 USO DE SUELO DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

En el inciso I.1.4 “Geología y Relieve Terrestre en el Municipio Melchor Ocampo” se trató de la naturaleza del suelo dentro del territorio del Estado de México”; recapitulando a grandes rasgos, el Valle de México es una enorme depresión que, durante la época del Plioceno (del periodo Terciaria comprendido desde hace 10 a

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

2.5 millones de años y correspondiente a la era Cenozoica), estuvo ocupado por agua de mar. Para el periodo Cuaternario (de hace 1.6 millones de años a la fecha) éste mar había sufrido un proceso sedimentario; la parte más baja del Valle de México estaba ocupada por un gran lago que cubría una vasta extensión. Este lago primitivo fue reduciéndose hasta definirse en cinco lagos: Chalco, Xochimilco, Texcoco, Xaltocan y Zumpango.

**FIGURA I.7 “VEGETACIÓN Y AGRICULTURA
DEL ESTADO DE MÉXICO”.**



Las depresiones ocupadas originalmente por estos lagos fueron rellenadas paulatinamente por sedimentos de aluvión o de materiales finos arrancados de las montañas circundantes y transportadas por las aguas de escurrimientos. También fueron rellenándose con la gran cantidad de material volcánico, como por ejemplo las cenizas volcánicas que fueron arrastradas como corrientes de lodos o como lluvia directa al ser lanzadas por los aires durante las erupciones.

El tipo de tierra que predomina en el municipio Melchor Ocampo es del tipo vertisol, término empleado para denominar así a suelos expansivos arcillosos y frecuentemente son de colores negros, grises o rojizos; son pegajosos al humedecerse, se endurecen y se agrietan cuando se secan. En general se erosionan poco, a veces son salinos. Con respecto a las lomas, su composición es principalmente de basaltos.

El Estado de México cuenta con una gran variedad de ecosistemas, las cuales aún se pueden conservar debido a que la mancha urbana no ocupa una superficie predominante dentro del territorio; tan solo son dos las manchas urbanas de tamaño considerable que se encuentran dentro del estado: una se encuentra en la colindancia norte del Distrito Federal y la segunda se trata de la ciudad de Toluca, lo anterior se puede observar en la Figura I.7 “Vegetación y Agricultura del Estado de México”. A pesar que el estado cuenta con mayores extensiones donde predomina la vegetación y el cultivo, la población de 14 millones 7 mil 495 habitantes se encuentra dentro de una extensión de 22 mil 357 kilómetros cuadrados, la cual se distribuye de la siguiente manera: el 87 % de la población vive en áreas urbanas y 13 % vive en áreas rurales. Cabe recordar que el Estado de México ocupa el segundo lugar nacional en densidad de población con 627 habitantes por kilómetro cuadrado.

Para el caso de Melchor Ocampo, la mancha urbana no es tan desproporcional como a nivel estatal, ya que de los 37 mil 707 habitantes, el 54 % de su territorio es considerado como zona urbana y el 46 % restante del territorio municipal obedece a la agricultura y vegetación.

I.1.8 FAUNA SILVESTRE EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Dentro del Estado de México, se conoce que existe la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, y con la que comparte su extensión con el estado de Michoacán de Ocampo; puede llegar a albergar hasta 20 millones de mariposas monarcas, la cual es conocida por sus largas migraciones anuales que le alcanzan a tomar durante un mes, por ser la de mayor tamaño en Norteamérica con 10 centímetros de envergadura y la más longeva, llegando a vivir hasta 9 meses (doce veces más que cualquier otra mariposa). Otras especies que pueden encontrarse de forma silvestre son: lobo mexicano, coatí, zarigüeya, venado, gato montés, gavián.

Dentro del Municipio Melchor Ocampo se pueden encontrar, más no en grandes poblaciones: tuza, zorrillo, ardilla, conejo y liebres; entre las aves: gorrión, golondrina, colibrí y tórtola; con respecto a los insectos: abeja, abejorro, avispa, catarina, cochinilla, chapulín, grillo, gorgojo, hormiga, escarabajo, mariposas, moscas, mosquitos, palomilla, libélula y alacrán; así también de araña, caracol y lombriz de tierra. En ocasiones se podrán ver algunos sapos, ranas, sanguijuelas, ajolotes, murciélagos, tecolotes y algunas variedades de víboras

I.1.9 RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Un recurso natural es todo aquel bien que proporciona la naturaleza sin alteración por parte del ser humano que contribuye para su bienestar y desarrollo.

Debido a la disponibilidad de tiempo, tasa de generación y ritmo de consumo, los recursos naturales se dividen en: renovables y no renovables.

De los recursos que se generan a una tasa mayor que al de su consumo y son capaces de regenerarse se les conoce como recursos renovables; abarca productos agrícolas y pecuarios, la madera, el agua, el viento ó la radiación solar. El recurso natural renovable que más destaca en importancia dentro del Estado de México es el agua, como se explicó en el inciso I.1.5 “Hidrografía en el Municipio Melchor Ocampo” donde se tomó el tema del Sistema Cutzamala para abastecer

de agua potable a una cuarta parte del caudal requerido en la Zona Metropolitana del Valle de México.

En cambio, los recursos naturales no renovables son aquellos que existen en cantidades finitas, son consumidos mucho más rápido de manera que la naturaleza no puede regenerarlos. Como ejemplo están: los minerales, los metales, los hidrocarburos ó los depósitos de agua subterránea confinados sin recarga. La minería ha sido uno de los renglones económicos más importantes del Estado de México contando con un total de siete distritos mineros; gracias a la rehabilitación de antiguas minas, se continúa extrayendo metales preciosos, además, existen bancos de materiales de donde se extrae materiales para la construcción.

Dentro de los límites municipales de Melchor Ocampo existen minas principalmente de tepetate amarillo y tezontle de colores rojo y negro; los mantos que se localizan en el lomerío están prácticamente agotados. En subcapítulos subsecuentes se abordarán a más detalle los recursos naturales explotados por el ser humano empleados como herramienta para el accionar económico, tanto del Estado de México como del municipio Melchor Ocampo.

I.1.10 TIPOS DE COMUNICACIÓN EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

A partir de éste punto se enunciarán las características de la población del municipio Melchor Ocampo, del cual, alrededor del 90% de sus habitantes se concentran en la zona urbana, en gran medida se podrán encontrar viviendas y oficinas, cuenta con poca superficie dedicada a la agricultura y ganadería; también se observa la ausencia de desarrollos industriales. Su población, que en su mayoría es prestadora de diversos servicios o dedicada al comercio, requiere trasladarse a otros puntos, ya sea, a otras localidades, cabeceras municipales o estados.

Para el desplazamiento de sus habitantes el Estado de México cuenta, como vías de comunicación, con la carretera de cuota número 55 Toluca-Atzacomulco de donde se toma rumbo a la ciudad de Guadalajara, Estado de Jalisco o a la ciudad

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

de Morelia, Estado de Michoacán de Ocampo; la carretera de cuota número 15 enlaza la ciudad de Toluca con el Distrito Federal. Sobre su territorio, tienen paso las siguientes autopistas: México-Puebla (al oriente del estado), México-Pachuca (al nororiente del estado) y México-Querétaro (al norte de estado), así como el Arco Norte, vialidad que libra a la Ciudad de México rodeándola al norte y parte desde San Martín Texmelucan, Estado de Puebla, para enlazarse hasta Atlacomulco, Estado de México.

En el aspecto de transporte aéreo, el Estado de México cuenta con el Aeropuerto Internacional de Toluca el cuál se encuentra a 16 kilómetros al nororiente de la Ciudad de Toluca, convirtiéndose en una importante alternativa al atraer parte de la clientela del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; al año 2008 dio servicio a cuatro millones de pasajeros, cifra que ha ido creciendo desde su remodelación entre el año 2004 y el año 2006 gracias a la cercanía que tiene con la zona poniente del Distrito Federal, dado que se encuentra a tan solo veinticinco minutos de distancia por medio de la autopista México-Toluca.

Por otra parte, la principal vía de comunicación para la cabecera del municipio Melchor Ocampo es la carretera Cuautitlán-Zumpango dado que cruza al municipio, pasando por la cabecera y la localidad de Visitación, cuya finalidad es la de enlazar la zona norte conformada por Zumpango, Apaxco y Tizayuca con la zona sur integrando a Cuautitlán Izcalli, Tultitlán, Tlalnepantla, Naucalpan y Distrito Federal; a su vez, la carretera comunica hacia el Circuito Exterior Mexiquense que a su vez enlaza a la autopista México-Querétaro con la carretera Peñón-Texcoco, de reciente construcción y mejor conocida como Arco Norte por su constructora y administradora Impulsora del Desarrollo y el Empleo de América Latina (IDEAL).

En lo que respecta al tema de medios de comunicación, en el municipio Melchor Ocampo existen expendios de periódicos y revistas de circulación nacional y estatal, así como de publicación ocasional que se imprimen en los municipios vecinos.

En el Palacio Municipal se cuenta con oficina de correos y telégrafo, contando con el código postal 54880.

Actualmente se cuenta con más de 3,000 líneas telefónicas de carácter domiciliario, sin contar el servicio industrial y de comercio, así como la existencia de teléfonos públicos.

Los radios receptores reciben con claridad las señales de todas las radiodifusoras de la capital del país, así como de Radio Mexiquense y de Radio Cristal de Coacalco, Estado de México. Los televisores captan todos los canales de televisión abierta nacional que se transmiten para la Ciudad de México, incluyendo el 22 y 40 de proyección metropolitana.

I.1.11 ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Los niveles socioeconómicos de la población y las actividades económicas que realiza podrán proporcionar una idea de qué dotación de agua potable es requerida en el desarrollo urbano en estudio; debido a que la dotación de agua potable tiene una relación directamente proporcional con las aportación de aguas negras, se podrá contar con una idea de las cantidades que desecha la población y de qué calidad de aguas negras son; con ello se podrá decidir si será necesario concebir de infraestructura extra para tratar las aguas negras con la finalidad de reducir, e inclusive evitar, impactos ambientales negativos en el punto de descarga.

Se ha observado que en hogares sin alcantarillados rara vez rebasa un consumo de cuarenta litros por cada habitante al día, y es el costo, el clima, la calidad del agua y la eficiencia de la infraestructura que provocarán que varíe su consumo, cuyo promedio en una población es de trescientos litros por habitante al día.

A continuación se enunciarán las características económicas del Estado de México; se sabe que ocupa el segundo lugar nacional y es de las entidades federales que más aporta al Producto Interno Bruto nacional con el 9.7 %. Al año 2006, el Estado de México aportó setecientos noventa y cuatro mil millones de pesos a precios corrientes en valores básicos; a continuación se enlistan las diez grandes divisiones económicas en que se divide el Producto Interno Bruto y se indica entre paréntesis el porcentaje de aportación al Producto Interno Bruto

estatal: Industria manufacturera (27.7 %), Comercio, restaurantes y hoteles (21.5 %), Servicios comunales, sociales y personales (21.4 %), Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler (14.4 %), Transporte, almacenaje y comunicaciones (9.5 %), Construcción (3.6 %), Agropecuaria, silvicultura y pesca (1.3 %), Electricidad, gas y agua (0.6 %), Minería (0.4 %), y Servicios bancarios imputados (- 0.4 %).

Las principales actividades económicas en el municipio Melchor Ocampo son: Comercio y Servicios (profesionales y técnicos), por lo tanto no se ve afectado por actividades industriales cuyos desechos ocasionen grandes impactos ambientales negativos en su entorno. Para el caso del municipio Melchor Ocampo se consideran a las aguas negras que descargan del tipo doméstico, que son aquellas derivadas de las viviendas, establecimientos comerciales, edificios de oficinas, escuelas, centros de entretenimiento, etcétera.

De las diez grandes divisiones económicas del Producto Interno Bruto, se enunciarán a continuación, las características de las tres primeras, las cuales son: la Agropecuaria, silvicultura y pesca, la Minera y la Industria manufacturera, debido a que para producir sus bienes de consumo se requiere de hacer uso de otros bienes intermedios cuyos contenidos de origen orgánico y/o inorgánico alteran al medio ambiente y afectan al entorno natural de no ser tratados sus desechos adecuadamente.

I.1.11.1 SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Debido a la diversidad de climas y de vegetación dentro del Estado de México, se obtiene una gran variedad de productos agrícolas.

Al norte de la entidad, los principales cultivos son: avena, cebada, chícharo, frijol, maíz y trigo, producto de actividades tanto de riego como de temporal.

Al sur se tienen dos subprovincias geológicas; en la Depresión del Balsas se practica la agricultura de temporal, donde los principales cultivos, como el maíz y el ajonjolí, son de ciclo anual y se destinan al comercio local; en las Sierras y

Valles Guerrerenses el aguacate, calabacita, cebolla, chícharo, clavel, crisantemo, frijol, haba, maguey, maíz y tomate son cultivados.

Los principales cultivos, en el occidente del estado son: avena, cebada, chícharo, frijol, maíz y trigo, producto de actividades tanto de riego como de temporal.

En el área que resta por mencionar del Estado de México, en la subprovincia geológica de Lagos y Volcánes de Anáhuac, la mayor parte del área cultivable se dedica a la agricultura de temporal, generando maíz, frijol, chícharo, haba, cebada, trigo, papa, alfalfa y maguey; la agricultura de riego produce maíz, ajo, alfalfa, trigo, frijol, cebada, avena, papa, maíz, jitomate, calabacita, lechuga, zanahoria, manzana y durazno.

Al año 2006, el Estado de México es el único productor de clavel (3.8 millones de gruesas) y azucenas (400 mil gruesas) del país. Ocupa el primer lugar de producción nacional de crisantemo (11.4 millones de gruesas), rosa de invernadero (5.3 millones de gruesas) y de tuna (165 mil toneladas). Es el segundo productor nacional de durazno con 34 mil toneladas y finalmente, es tercer lugar nacional al producir avena forrajera (1.6 millones de toneladas), tomate verde (55 mil toneladas) y grano de maíz (1.9 millones de toneladas).

En lo que respecta al municipio Melchor Ocampo, se considera 46.39 % de su territorio como uso de suelo agrícola, a pesar que los ejidatarios han decidido destinar doscientas veintinueve hectáreas en pequeños huertos familiares (equivalente a menos del nueve por ciento del total del territorio reconocido administrativamente por el municipio). En el municipio, la práctica agrícola pasa por desapercibido al solo cultivar y comercializar de forma local la diversidad de productos que se conciben en la región.

En el Estado de México, el producto pecuario más importante es la carne ovina, que al 2008 su producción alcanzó siete mil seiscientas toneladas, representando el 14.9 % de la producción nacional permitiéndole alcanzar el primer lugar.

Dentro de los límites del Municipio Melchor Ocampo, existen ranchos que tienen como principal actividad la cría de ganado lechero. Además, algunos ejidatarios tienen en sus casas establos de traspatio y pequeñas granjas avícolas y porcinas,

siendo la localidad de San Francisco Tenopalco en donde más se realiza ésta práctica.

Finalmente, si bien el Municipio Melchor Ocampo no muestra actividad en el sector pesquero, cabe destacar que al año 2007, la entidad federal en la que se encuentra ocupa el segundo lugar de la pesca de charal (trescientas toneladas) y ocupa el primer lugar en la captura de carpa (cinco mil toneladas) y de trucha (dos mil ochocientas toneladas); de la trucha es notable su aportación con un 46.1 % del total nacional.

I.1.11.2 SECTOR MINERO EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

En lo que respecta a nivel estatal la actividad minera dentro de la provincia geológica del Eje neovolcánico, se encuentra reducida a la explotación y rehabilitación de minas antiguas para la extracción de minerales metálicos. Sin embargo, son los minerales no metálicos los que, a través de algunas plantas de tratamiento, generan empleos en la entidad, donde se producen materiales básicos para la construcción. En el subsuelo de lo que era el Lago de Texcoco hay depósitos de aguas salobres, ricas principalmente en cloruros y carbonatos de sodio (utilizado principalmente en las industrias del vidrio, del papel y de los detergentes). Al noreste del estado, en colindancia con el estado de Hidalgo, se aprovecha la roca caliza para la fabricación de cemento portland y cal hidratada, así como la explotación de materiales para acabados de marmolería. Se tienen registradas existencias de bancos y explotaciones de: arcillas, grava, arena y diatomitas (roca sedimentaria silícica que es usada como base para fertilizantes e insecticidas). En el municipio Melchor Ocampo se extrae tepetate (roca sedimentaria formada por la consolidación de residuos volcánicos, con peso volumétrico de $1,100 \text{ kg/m}^3$) y tezontle (roca ígnea extrusiva con contenido químico de hierro, consistencia porosa y de color rojo) que normalmente es utilizado en la construcción como material de relleno, ya que cuenta con una densidad muy baja.

I.1.11.3 SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

El Estado de México debe su posición económica en el país gracias a la capacidad productiva, infraestructura y desarrollo del sector industrial, de entre las que destacan la automotriz, de equipos electrónicos, de cemento, de plástico, y de químicos básicos. Dentro de su territorio cuenta con sesenta y cinco desarrollos industriales, razón por la que ocupa el primer lugar nacional. Es en el Estado de México donde se concentra el dieciocho por ciento del total de desarrollos dentro de la República Mexicana.

El municipio Melchor Ocampo no cuenta con fábricas de relevancia. La mayoría de los obreros prestan sus servicios en las industrias de los municipios aledaños como Ecatepec, Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla, Naucalpan y Distrito Federal.

I.1.12 EDUCACIÓN EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Al año 2008 el Estado de México cuenta con 19 mil 300 planteles de educación básica y una relación de veinticuatro alumnos por maestro, ocupando el lugar veintinueve nacional. Con respecto a la educación media superior existen 1 mil 200 planteles con una relación de catorce alumnos por maestro, posicionándose en el lugar diez nacional. Con respecto al nivel superior existe una relación de diez alumnos por maestro repartidos en 270 planteles y ocupa el lugar trece nacional.

Tomando el caso del municipio Melchor Ocampo la educación básica en el sector oficial cuenta con seis centros de desarrollo infantil, ocho jardines de niños, diez primarias, seis secundarias, dos centros de educación para adultos, dos Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) perteneciente al nivel de educación media superior, además de dos centros de educación especial y atención psicopedagógica. Mientras, el sector privado contribuye con cinco jardines de niños, una primaria y un instituto donde se imparte enseñanza desde el nivel preescolar hasta el bachillerato. La tasa del analfabetismo en el municipio es del orden del 5.4 %, la cual es alta a comparación al del Estado de México, donde 491 mil 128 personas son analfabetas, lo que representa 3.5 % de su población;

su porcentaje es bajo en comparación a la media nacional con un 8.4 % y es siete veces menor a la tasa más alta de analfabetismo, el del Estado de Chiapas, con 21.3 %.

I.1.13 UNIDADES MÉDICAS EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Al año 2007 en el Estado de México existen 1 mil 584 unidades médicas públicas y 539 unidades médicas particulares.

En el municipio Melchor Ocampo existen dos clínicas dependientes del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM) con categoría primer nivel (unidades médicas que ofrecen servicios primarios y consultas de medicina general). Una de ellas se encuentra en la cabecera municipal, la segunda está ubicada en la localidad de Visitación. Los pacientes que requieren de atención especializada o de intervención quirúrgica, son canalizados al hospital general de la zona, denominada José Vicente Villada de Cuautitlán, Estado de México, dependiente del mismo Instituto.

Además, existe un consultorio de medicina general, pediatría y dental dependiente del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (SNDIF) municipal.

I.1.14 VIVIENDA EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Al año 2005, en el Estado de México se contabilizaron 3 millones 100 mil 599 viviendas, de las cuales, el 92.4 % disponen de agua entubada, el 92.0 % de drenaje y 98.0 % cuenta con energía eléctrica.

Otros datos curiosos obedece al de los hogares, término del que se entiende como la conformación de personas (que pueden o no ser familiares) que comparten la misma vivienda y sostienen un gasto común. En base a los datos del año 2005, existen 3 millones 221 mil 617 hogares, de los cuales 79 % tienen jefatura masculina. Por otra parte, el 70.8 % del total de los hogares es de vivienda tipo nuclear (en el que papá y/o mamá viven con o sin hijos), y 22.4 % de los hogares son del tipo ampliado (donde de un hogar nuclear viven además otros familiares).

Sobre el municipio Melchor Ocampo se tienen viviendas del tipo consolidadas, en donde su construcción predomina la roca y tabique como material para los muros; la mayoría no están totalmente terminadas, ya que al no contar con techo de concreto armado se les conoce como parcialmente consolidadas.

En promedio habitan 4.6 personas por vivienda. En el año 2000 existían en el municipio 7 mil 634 viviendas con un promedio de 4.9 personas en cada una. De acuerdo al II Censo de Población y Vivienda en el año 2005, existen 8 mil 114 viviendas de las cuales 7 mil 746 son particulares.

I.1.15 AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL MUNICIPIO MELCHOR CAMPO.

Es prioridad de cualquier desarrollo urbano el abastecimiento de agua potable; se trata del agua potable porque es necesario conocer la dotación y la infraestructura de éste tipo de agua debido a que es proporcional a la aportación de aguas negras que deberá ser considerado para el proyecto del colector.

En el caso del municipio Melchor Ocampo es abastecido de agua potable por dos pozos profundos: 1) Pozo Ixtlahuaca, ubicado en calle del mismo nombre y en colindancia con el municipio de Tultepec, cuenta con tren de descarga en tubería de fierro galvanizado de 0.30 metros de diámetro (12 pulgadas) del que parte una línea que conduce el agua al tanque de regulación superficial de mampostería “Guadalupe” con capacidad de 340 metros cúbicos para suministrar a las colonias Educación, San Antonio y Señor de los Milagros; parte del bombeo del pozo es dirigido a la red que abastece al centro del área urbana del municipio; existe otro tanque de regulación superficial de mampostería denominado “Chapultepec”, que se encuentra fuera de servicio, ubicado en Avenida Héroes de Chapultepec y Tlaxco. 2) Pozo Xoxocotla, con tren de descarga de 0.20 metros de diámetro (8 pulgadas) y tubería de fierro galvanizado, está ubicado en las calles de Amado Nervo y Tlaxco, abastece directamente del bombeo a la red de distribución de las colonias San Isidro, parte de Señor de los Milagros y parte del centro del municipio.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

Aledaña al norte de la cabecera municipal se encuentra la localidad de Visitación que cuenta con su propio sistema de agua potable donde dos pozos, ambos con tren de descarga de tubería de fierro galvanizado con diámetros de 0.10 metros (4 pulgadas) para el pozo 1 ubicado en las Oficinas de Agua Potable del que parte una línea que conduce el agua al tanque de mampostería número 2 de 150 metros cúbicos de capacidad sobre la calle Corregidora y el de diámetro 0.15 metros (6 pulgadas) para el Pozo 2 de Plaza Hidalgo, abastecen directamente a la mayoría de las viviendas por medio del bombeo.

En el caso de la localidad de San Francisco Tenopalco, con la que colinda la cabecera del municipio al noreste, igualmente cuenta con un pozo, ubicada en la esquina de las calles Álvaro Obregón y Deportistas, en Oficinas de Agua Potable, con tren de descarga de 0.15 metros (6 pulgadas) de diámetro y tubería de fierro galvanizado, cuya línea que conduce el agua parte hasta un tanque de mampostería de 60 metros cúbicos de capacidad para abastecer a la red de distribución local. La red de distribución está formada, en su mayoría, por tuberías de material de policloruro de vinilo (del inglés Poly Vinyl Chloride, PVC) de diversos diámetros, los cuales oscilan entre los 0.04 y 0.102 metros (1 ½ y 4 pulgadas).

Las condiciones de los trenes de descarga son buenas. Así mismo la operación y estado de las líneas son buena, mismas que cuentan con dispositivos de válvulas de admisión y expulsión de aire y desagües. En lo que concierne a los tanques de distribución se confirma que sus elevaciones son adecuadas para cubrir a sus respectivas zonas con las presiones adecuadas, así como sus condiciones de operación y servicio.

Para la potabilización del agua es empleado un dispositivo de inyección de cloro que es suministrado directamente al tren de descarga de cada pozo por personal de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM).

La cobertura de la red de servicio es del 94%, y es debido a la escasez del agua que su operación es cada tercer día y es realizada por zonas para dotar a la población un servicio de 24 horas.

Una vez satisfecha la necesidad de abastecer agua potable a los habitantes se presenta la problemática del desalojo de las aguas residuales. El alcantarillado existente en la localidad cuenta con una red de atarjeas de concreto simple de entre 0.30 y 0.45 metros y de tubería de concreto armado de 0.61 metros de diámetro.

La Cabecera Municipal cuenta con diversas descargas, una de ellas es hacia el cárcamo de la calle Ixtlahuaca en tubería de diámetro de 45 cm y las restantes son dirigidas directamente al canal, a la altura de las calles: Ignacio Zaragoza (tubería de diámetro de 38 centímetros), Deportistas y cerrada Primero de Mayo (tubería de diámetro de 45 centímetros), calle 5 de Mayo (tubería de diámetro de 61 cm), 2 veces en Prolongación 5 de Mayo (tubería de diámetro de 30 cm), calle Gabriel Ramos Millán (tubería de diámetro de 38 cm), calle Prolongación Isidro Favela, (tubería de diámetro de 45 cm) y cerrada de Zitlaltepeltl, (tubería de diámetro de 45 cm)

Para el caso de la comunidad de Visitación igualmente las descargas son hacia canal a la altura de las calles: Emiliano Zapata (tubería de diámetro de 76 cm), López Mateos (tubería de diámetro de 38 cm) y esquina de calle Justo Sierra y López Mateos (tubería de diámetro de 38 cm).

En el caso de la comunidad de San Francisco Tenopalco descarga igualmente hacia canal, a la altura de la calle Carrillo Puerto (tubería de diámetro de 61 cm).

En el municipio Melchor Ocampo existen 8 mil 114 viviendas particulares de las cuales el 80.6% cuenta con drenaje a red pública; las viviendas restantes descargan las aguas residuales con uso de fosas sépticas o descargas hacia barrancas o ríos ocasionando contaminación al aire libre, incluso descargan a canales que son utilizadas para el riego, por lo que, al no contar con el manejo adecuado repercute directa y negativamente a la salud de los habitantes; además, es proyectada una imagen urbana descuidada de la localidad.

El servicio de alcantarillado del municipio no es eficiente dado que sufren de inundaciones y las zonas más afectadas son: toda la cabecera municipal y centro del municipio, el centro de Visitación donde se ubica la iglesia y las calles

aledañas, así como varias partes de San Francisco Tenopalco. En la actualidad algunos pozos no tienen brocales, ni tapas; algunos tramos de la red están en contra pendiente, ocasionando azolves y causa que algunos pozos rebosen.

Para el proyecto ejecutivo, y debido a la topografía de la zona, se considerará una operación por gravedad, así como de un colector principal con la intención de captar todas las descargas de la red existente. Debido a la traza urbana de la localidad se propondrá que la tubería se aloje al centro de los arroyos de las calles con pavimento de concreto hidráulico donde se contempla su ruptura y reposición. Los subcolectores, colectores y emisores se apejarán a los lineamientos de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM); su ubicación será en las partes bajas para captar todas las descargas existentes y de proyecto. En casos donde los asentamientos no cuenten con traza urbana se considerará recolectar las aportaciones hasta incorporarlas al punto más cercano de la red principal.

El diseño deberá cumplir con las normas establecidas para que el afluente del proceso no cause daños al entorno.

I.1.16 OTROS SERVICIOS EN EL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Posiblemente la siguiente información no repercute tanto al momento de seleccionar la solución a la problemática a resolver en la toma de decisiones, más sin embargo proyectará una idea al lector de la localidad en estudio.

El municipio Melchor Ocampo no cuenta con mercados fijos; se establece diariamente un tianguis sobre la calle 20 de noviembre, detrás del templo de San Miguel, de la cabecera municipal. En el caso de la localidad de Visitación se coloca un tianguis en la Plaza Hidalgo, y en el caso de la localidad de San Francisco Tenopalco se encontrará un tianguis en la plaza Berlín. Sobre el comercio establecido se puede encontrar pequeños negocios como: farmacias, ferreterías, papelerías, misceláneas ó mercerías.

En el tema de actividades recreativas, el municipio cuenta con canchas de fútbol y basquetbol-voleibol, tanto en la cabecera, como en Visitación. Existe un auditorio municipal que se utiliza como salón de usos múltiples, en él se realizan diferentes

actividades socioculturales como bailes populares; así mismo se emplea para competencias deportivas.

Por último, se enuncia la cobertura de los siguientes servicios y área urbana que se tiene en el municipio Melchor Ocampo: agua potable 94 %, drenaje urbano 91 %; pavimentación: 40 % con cemento y 10 % con asfalto; seguridad pública 60 %, recolección de basura 100 %, limpieza de vías públicas 10 %, parques y jardines 100 % y un rastro municipal que cubre el 60 % de la demanda y finalmente el 98 % de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

El municipio Melchor Ocampo no alcanza aún la cantidad de 50 mil habitantes que es el umbral mínimo de población en el que se ha comprobado que ciudades con ese volumen presentan uso de suelo diferenciado; es cuando se pueden distinguir zonas especializadas en actividades industriales, comerciales y de servicios; es la cantidad cuando la ciudad empieza a satisfacer las necesidades no solamente de su población sino incluso a las de otras localidades que se encuentra dentro de su área de influencia al proveerles de trabajo, de bienes y servicios que requieren sus habitantes. El Censo de Población y Vivienda 2010 a efectuarse del 31 de mayo al 25 de junio en el país arrojará las cifras en que se podrá interpretar si su población requerirá y exigirá de infraestructura para satisfacer sus necesidades. Su población está asentada en un territorio en donde hasta hace 500 años se encontraba uno de los grandes lagos del Valle de México. Hoy en día aún sufre su población de inundaciones debidas al deficiente servicio de desagüe y una vez presentadas las características de su población y comparadas contra las de la identidad federal a la que pertenece, el Estado de México, se procede a obtener tres datos que serán de utilidad para concebir el diseño de un colector de aguas negras y pluviales.

I.2 DETERMINACIÓN DE LOS DATOS BÁSICOS.

Para la realización del proyecto es necesario conocer datos y parámetros importantes, que son características de la población en estudio; esos datos permitirán concebir un colector de aguas negras y pluviales. Para proponer y

proyectar el colector que la población del municipio Melchor Ocampo exige se deberán determinar tres datos básicos, los cuales son: periodo de diseño, población de la localidad, aportaciones de aguas residuales ó gastos de diseño. De esos tres datos dependerá que la infraestructura a concebir tenga la capacidad suficiente para trabajar eficientemente durante el tiempo en que se ha contemplado realizar el proyecto.

Se deberá de evitar concebir un proyecto cuya capacidad sea rebasada por la demanda de la población en un periodo menor al del diseño, eso implicaría pagar por otras obras para volver eficiente al sistema de desagüe. De la misma forma, no se deberá concebir una obra en que la demanda de la población vaya a ser siempre menor a la de la capacidad del proyecto, ya que una infraestructura sobrada significará que la población deba pagar de más por lo que en realidad haya necesitado satisfacer durante el periodo de diseño.

A continuación se procede a describir cada uno de los tres datos a obtener y la cantidad con la cual se trabajará para proponer el diseño del colector combinado.

I.2.1 PERIODO DE DISEÑO.

El periodo de diseño recomendable para los diferentes elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado será de acuerdo a lo señalado en el Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Existen otros criterios, como el de optar por periodos de 15 a 20 años por tratarse de una localidad cuya población es mayor a los 15 mil habitantes. Finalmente depende el proyecto del tema económico como lo son: el costo inicial de operación, costos de mantenimiento, costos de operación y el reemplazo de los componentes del sistema por desgaste o por la existencia de nuevas tecnologías. En el caso de establecer un plan de mantenimiento o sustitución de algún elemento es preferible optar por el cambio de mejoramiento o la ampliación de todo el sistema, de todas formas debe hacerse un estudio minucioso para comparar y elegir la mejor opción tecnológica, económica y

eficiente y perdure el funcionamiento eficaz que cubre una de las necesidades de la población.

En la siguiente Tabla, I.1 “Periodos de diseño para elementos de sistema de alcantarillado” se puede observar el tipo de obra y el periodo de diseño que le corresponde en donde, para el caso de un colector, el Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) propone un periodo de 5 a 20 años. Se opta por elegir el más desfavorable, el cual es de 20 años.

I.2.2 POBLACIÓN DEL PROYECTO.

Se deben contemplar los tres últimos registros de la población en estudio, que en el caso del país, son en base a los censos de población de los años 1980, 1990 y 2000, así como de los conteos de población 1995 y 2005 realizados por el Instituto

TABLA I.1 “PERIODOS DE DISEÑO PARA ELEMENTOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO.”

Elemento	Periodos de Diseño [Años]
Red de atarjeas	A saturación
Colector y emisor	De 5 a 20
Planta de tratamiento	De 5 a 10

Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). Así mismo se deberá considerar el incremento de habitantes que se dará con el tiempo que para el proyecto se determine a un horizonte de 20 años; no se conoce con certeza cuántos habitantes tendrá el municipio Melchor Ocampo en el año 2030 y es un dato necesario para estimar a cuántas personas se les dará servicio durante el periodo de diseño; antes de proceder a calcular su población futura se verá como ha sido su comportamiento demográfico.

I.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

En base a las tendencias observadas de la población del Estado de México en el período del año 1950 al año 2005 se registra un incremento de 2 millones 665 mil 524 habitantes, para alcanzar la cifra de 14 millones 7 mil 495 habitantes, lo que representa un aumento del orden de 1.32%. Sin embargo, la tendencia en el comportamiento de la tasa de crecimiento media anual de la población ha ido disminuyendo comparando datos desde el año 1950 hasta el año 2005, tanto para el caso nacional, estatal y municipal. Por ello se prevé un cambio en la composición por edades al contemplar una reducción en la población menor a 6 años para los años posteriores al año 2005 y un aumento en la población mayor a 15 años. De esta manera, se tendrá un mayor porcentaje de población económicamente activa, haciendo que se tenga una mejor expectativa en el nivel de vida de la población.

TABLA I.2 “POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO Y DE SUS LOCALIDADES.”

Año	Municipio Melchor Ocampo [habitantes]	Cabecera Melchor Ocampo + Localidad de Visitación [habitantes]	%	Localidad San Francisco Tenopalco [habitantes]	%
1960	6,537	5,825	89.11	570	8.72
1970	10,834	9,737	89.87	805	7.43
1980	17,990	16,308	90.65	1,457	8.10
1990	26,154	23,089	88.28	2,089	7.99
1995	33,455	28,020	83.75	2,902	8.67
2000	36,716	31,045	84.55	2,226	6.06
2005	37,706	30,370	80.54	2,911	7.72

La Tabla I.2 “Población Total del Municipio Melchor Ocampo y de sus Localidades” se alimentó de los datos obtenidos de los censos y conteos de población y

vivienda, desde el año 1960 al año 2005; la Tabla I.2 “Población Total del Municipio Melchor Ocampo y de sus Localidades”, sirve para hacer una comparativa de la cantidad de habitantes registradas en el municipio Melchor Ocampo contra las obtenidas por las tres localidades principales, en donde también se muestra el porcentaje que representa para cada una con respecto al de la población total del municipio.

Por otra parte, para comprender el ritmo del crecimiento de la población en el municipio Melchor Ocampo se procederá a comparar las tasas de crecimiento medias anuales; para obtener las tasas de crecimiento se empleará la siguiente ecuación:

$$T_{cma} = [((P_{fp}/P_{ip})^{(1/t_p)}) - 1] * 100, \quad \text{Ecuación (I.1)}$$

Donde:

- T_{cma} = Tasa de crecimiento media anual
- P_{fp} = Población al final del periodo
- P_{ip} = Población al inicio del periodo
- t_p = tiempo que comprende el periodo en años

En la Tabla I.3 “Tasas de Crecimiento Histórico en el Municipio Melchor Ocampo y Localidades” se han vaciado las tasas de crecimiento calculados con la Ecuación I.1 y en base de las cantidades de población contenidas en la Tabla I.2 “Población total del Municipio Melchor Ocampo y de sus localidades”. Se puede observar que a partir del año 1990 la tasa de crecimiento del municipio Melchor Ocampo deja de tener un comportamiento similar a las tasas de crecimiento a nivel nacional, estatal y de las localidades.

Del año 1990 al año 1995, se observa que en la tasa de crecimiento del municipio Melchor Ocampo, presenta una tendencia a aumentar con respecto a periodos anteriores, cuando las tendencias de las variaciones de las tasas de crecimiento nacional y estatal tienden a decrecer. Incluso se presentan tasas de crecimiento negativas, que para efectos del cálculo de la proyección de la población futura no serán consideradas. Si se observa detenidamente, las tasas negativas se obtienen

al considerar el dato del censo del año 2000, por lo que dicho dato será eliminado para el presente estudio.

TABLA I.3 “TASAS DE CRECIMIENTO HISTÓRICO EN EL MUNICIPIO, MELCHOR OCAMPO Y LOCALIDADES”

Periodo	Tasa de Crecimiento Media Anual en porciento				
	Estados Unidos Mexicanos	Estado de México	Municipio Melchor Ocampo	Cabecera Melchor Ocampo + Localidad de Visitación	Localidad de San Francisco Tenopalco
1960-1970	3.4	7.6	5.18	5.27	3.51
1970-1980	3.2	6.8	5.20	5.29	6.11
1980-1990	2.0	2.7	3.81	3.54	3.67
1990-1995	2.0	3.1	5.05	3.95	6.80
1995-2000	1.6	2.6	1.88	2.07	- 5.17
2000-2005	1.0	1.2	0.53	-0.44	5.51

I.2.2.2 ANÁLISIS DE PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO.

Estimar la población futura es un dato importante de determinar; es indudable que el estimado tendrá algún error, pero en base al conocimiento de la población en estudio y de los factores externos que pueden afectar al crecimiento de la población, se cuenta entonces con dos herramientas a emplear en el análisis que contribuirán a que sea razonable la técnica apropiada a emplear para obtener la población futura con el mínimo error posible.

En cualquier método matemático a emplear para calcular la población futura es deseable contar con los datos censales de tres o cuatro décadas anteriores y de ser posible, contar con una versión actualizada de la población actual. Se sabe que para el presente estudio, los datos de la población a usar serán los de los

censos de población y vivienda para los años 1980 y 1990, así como los conteos de población de los años 1995 y 2005.

Para calcular la población futura en el municipio Melchor Ocampo será empleado el método recomendado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); siendo el de mínimos cuadrados, el cual se divide en ajuste lineal y no lineal, en donde este último se subdivide en exponencial, logarítmico y potencial.

I.2.2.2.1 MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS.

Este procedimiento consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a éstas difieran lo menos posible de los datos observados.

Para determinar la población de proyecto será necesario considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos (lineal, exponencial, logarítmica o potencial), obteniendo el valor de las constantes “a” y “b” que se conocen como coeficientes de la regresión.

Existe un parámetro que sirve para determinar que tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina coeficiente de correlación “r”, su rango de variación es de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque más a 1, el ajuste del modelo a los datos será mejor.

A continuación se presentan varios modelos de ajuste, donde se definirán las expresiones para el cálculo de los coeficientes “a”, “b” y “r”.

I.2.2.2.2 MÉTODO DE AJUSTE LINEAL.

En el caso de que los valores de los censos históricos, graficados como población en el eje de las ordenadas y los años en el de las abscisas, se ajusten a una recta, se utiliza la siguiente expresión característica que da el valor de la población para cualquier año “t”.

$$P = a + bt \qquad \text{Ecuación (I.2)}$$

Para determinar los coeficientes de regresión “a” y “b” se utilizan las ecuaciones:

$$a = \frac{\sum Pi - b \sum ti}{N} \quad \text{Ecuación (I.3)}$$

$$b = \frac{N \sum ti Pi - \sum ti \sum Pi}{N \sum ti^2 - (\sum ti)^2} \quad \text{Ecuación (I.4)}$$

Donde:

- N = Número total de datos
- $\sum ti$ = Suma de los años con información
- $\sum Pi$ = Suma del número de habitantes

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste lineal, se calcula la población para cualquier año futuro sustituyendo el valor del tiempo “t”, en la Ecuación I.2.

El coeficiente de correlación “r” para el ajuste lineal se emplea la ecuación:

$$r = \frac{N \sum ti Pi - \sum ti \sum Pi}{\sqrt{(N \sum ti^2 - (\sum ti)^2)(N \sum Pi^2 - (\sum Pi)^2)}} \quad \text{Ecuación (I.5)}$$

I.2.2.2.3 MÉTODO DE AJUSTE NO LINEAL.

El método se emplea cuando los datos de los censos históricos de población, se adapten más bien a una curva, en lugar de una recta, se pueden ajustar estos datos a una curva exponencial, una logarítmica o una potencial. Por la misma razón expuesta en el método de mínimos cuadrados, se descarta éste método.

I.2.2.2.4 MÉTODO DE AJUSTE EXPONENCIAL.

La expresión general esta dada por:

$$P = ae^{bt} \quad \text{Ecuación (I.6)}$$

Donde “a” y “b” son los coeficientes de regresión y se obtienen con las ecuaciones:

$$a = e^{\left[\frac{(\sum \ln Pi - b \sum ti)}{N} \right]} \quad \text{Ecuación (I.7)}$$

$$b = \frac{N \sum ti \ln Pi - \sum ti \sum \ln Pi}{N \sum ti^2 - (\sum ti)^2} \quad \text{Ecuación (I.8)}$$

Donde:

ln = Logaritmo natural

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el método de ajuste exponencial, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la Ecuación I.6.

El coeficiente de correlación “r” para éste modelo se calcula con la siguiente ecuación:

$$r = \frac{N \sum ti (\ln Pi) - \sum ti \sum \ln Pi}{\sqrt{(N \sum ti^2 - (\sum ti)^2)(N \sum (\ln Pi)^2 - (\sum \ln Pi)^2)}} \quad \text{Ecuación (I.9)}$$

I.2.2.2.5 MÉTODO DE AJUSTE LOGARÍTMICO.

Este modelo tiene la expresión general:

$$P = a + b(\ln t) \quad \text{Ecuación (I.10)}$$

Los coeficientes de regresión “a” y “b” se obtienen con las ecuaciones:

$$a = \frac{\sum Pi - b \sum \ln ti}{N} \quad \text{Ecuación (I.11)}$$

$$b = \frac{N \sum \ln ti Pi - \sum \ln ti \sum Pi}{N \sum (\ln ti)^2 - (\sum \ln ti)^2} \quad \text{Ecuación (I.12)}$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste logarítmico, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la ecuación (1.10).

El coeficiente de correlación “r” esta dado por la ecuación:

$$r = \frac{N \sum (\ln ti) Pi - \sum \ln ti \sum Pi}{\sqrt{(N \sum (\ln ti)^2 - (\sum \ln ti)^2)(N \sum (Pi)^2 - (\sum Pi)^2)}} \quad \text{Ecuación (I.13)}$$

I.2.2.2.6 MÉTODO DE AJUSTE POTENCIAL.

La expresión general está dada por:

$$P = at^b \quad \text{Ecuación (I.14)}$$

Los coeficientes de regresión “a” y “b” se obtiene como sigue:

$$a = e^{\left(\frac{\sum \ln Pi - b \sum \ln ti}{N}\right)} \quad \text{Ecuación (I.15)}$$

$$b = \frac{N \sum (\ln ti)(\ln Pi) - \sum \ln ti \sum \ln Pi}{N \sum (\ln ti)^2 - (\sum \ln ti)^2} \quad \text{Ecuación (I.16)}$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste potencial, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la ecuación (I.14).

El coeficiente de correlación “r” está dado por:

$$r = \frac{N \sum (\ln ti)(\ln Pi) - \sum \ln ti \sum \ln Pi}{\sqrt{(\sum (\ln ti)^2 - (\sum \ln ti)^2)(N \sum (\ln Pi)^2 - (\sum Pi)^2)}} \quad \text{Ecuación (I.17)}$$

Para determinar la población de proyecto será necesario considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos; para los métodos: lineal, exponencial, logarítmica o potencial, se deberán obtener el valor de las constantes “a” y “b” que se conocen como coeficientes de la regresión.

Por otra parte, existe un parámetro que sirve para determinar que tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina coeficiente de correlación “r”; el cual es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas.; su ventaja radica en que es independiente de la escala de medida de las variables. Su rango de variación en el intervalo de -1 a +1. Conforme su valor absoluto se acerque más a 1, se

determina que existe una correlación perfecta, es decir, existe una relación directa entre las dos variables de modo que si una variable varía, la otra también variará en idéntica proporción.

Al contar con los métodos para obtener la población futura, se procederá a determinar primero qué método es el más adecuado a considerar para cada una de las tres poblaciones con las que se cuentan sus datos históricos que contiene la Tabla I.2 “Población Total del Municipio Melchor Ocampo y de sus Localidades”: En la Tabla I.4 “Coeficientes de Regresión y Correlación Municipio Melchor Ocampo” se analiza el caso del municipio Melchor Ocampo en donde el coeficiente de correlación “r” que más se acerca al 1 absoluto es el Método de Ajuste Logarítmico, al obtener +0.97948.

**TABLA I.4 “COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN
CASO: MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO”.**

AJUSTE	a	b	r	ECUACIÓN
LINEAL	-1 594 003.69	814.469	0.97921	$P = a + bt$
EXPONENCIAL	1.49 E-22	0.030	0.96692	$P = ae^{bt}$
LOGARÍTMICO	-12 303 248.0	1 623 253.235	0.97948	$P = a + b(\ln t)$
POTENCIAL	6.19 E-196	60.512	0.96739	$P = at^b$

En el caso de la Cabecera Municipal y la Localidad de Visitación puede observarse en la Tabla I.5 “Coeficientes de Regresión y Correlación Cabecera Municipal y localidad de Visitación” que el coeficiente de correlación “r” más cercano a la unidad absoluta se obtiene con el Método de Ajuste Logarítmico con +0.94969.

En la Tabla I.6 “Coeficientes de Regresión y Correlación localidad de San Francisco Tenopalco” se observa que el método a emplear ya no es el de Ajuste Logarítmico como sucedió en los dos casos anteriores; debido a que en la localidad de San Francisco Tenopalco el comportamiento del crecimiento de su población fue distinto a la que se presentó en la cabecera municipal Melchor Ocampo o de la Localidad de Visitación. El método a emplear en el caso de la

localidad de San Francisco Tenopalco será el de ajuste potencial, dado que el coeficiente de correlación “r” que más se aproxima al 1 absoluto es el que arroja una cantidad de +0.92178.

**TABLA I.5 “COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN”.
CASO: CABECERA MUNICIPAL Y LOCALIDAD DE VISITACIÓN”.**

AJUSTE	a	b	r	ECUACIÓN
LINEAL	-1 460 292.73	744.623	0.94905	$P = a + bt$
EXPONENCIAL	1.37 E-28	0.037	0.91932	$P = ae^{bt}$
LOGARÍTMICO	-11255678.73	1 484 644.832	0.94969	$P = a + b(\ln t)$
POTENCIAL	2.98 E-241	74.216	0.92014	$P = at^b$

Finalmente se conoce que métodos aplicar para obtener la población futura a partir de los datos históricos de la Tabla I.2 “Población Total del Municipio Melchor Ocampo y de sus Localidades”. Para cerrar el inciso I.2.2.2 “Análisis de Proyecciones de la Población del Municipio Melchor Ocampo” se sabe que debe emplearse el método de ajuste logarítmico para calcular la población futura del municipio Melchor Ocampo, y también se empleará con la Cabecera del Municipio Melchor Ocampo aunada a la localidad de Visitación. Para San Francisco Tenopalco se empleará el método de ajuste potencial.

**TABLA I.6 “COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN
CASO: LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO TENOPALCO”.**

AJUSTE	a	b	r	ECUACIÓN
LINEAL	-121 547.769	62.177	0.91996	$P = a + bt$
EXPONENCIAL	1.34 723 E-22	0.029	0.92113	$P = ae^{bt}$
LOGARÍTMICO	-939 379.861	123957.201	0.92049	$P = a + b(\ln t)$
POTENCIAL	3.951 E-189	58.118	0.92178	$P = at^b$

Regresando al inciso I.2.2 “Población de Proyecto” se presenta a continuación la Tabla I.7 “Población del Proyecto” en donde se captura la población futura calculada de forma independiente en los tres casos.

Finalmente se obtiene una población en el municipio Melchor Ocampo de 59 mil 109 habitantes para el año 2030 empleando el método de ajuste logarítmico.

Por otro lado, al sumar las poblaciones futuras obtenidas a partir de las otras dos series de datos históricos debido a las localidades que están dentro del municipio (la cabecera municipal, localidad de Visitación y localidad de San Francisco Tenopalco) arrojan una población de 57 mil 725 habitantes.

Entre las dos cifras anteriores hay una diferencia de 1 mil 384 habitantes, lo cual corresponde a la población de otras pequeñas comunidades dentro del municipio Melchor Ocampo, por lo que la población de proyecto será la de 57,725 habitantes.

I.2.3 GASTO DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Se sabe que en la zona de estudio de la presente tesis, el colector solo prestará servicio a una zona urbana en donde las aguas residuales serán en su totalidad del tipo doméstico. En caso de existir parques industriales, o que las actividades agropecuarias fuesen de consideración se deberán realizar estudios para conocer la dotación de agua potable requerida o analizar si la industria obtiene esa agua del servicio municipal; en lo que concierne al tema de la tesis es importante investigar el volumen de las aportaciones de aguas negras debidas a la industria y al comercio, así como a otras actividades con la finalidad de conocer el contenido de impurezas en el agua y de esa forma saber cómo disponer de ellas, el de conocer si es conveniente mezclarlas con las domesticas o el de construir una infraestructura por separado para someterlas a un proceso de tratamiento adecuado.

Para diseñar un colector combinado en el municipio Melchor Ocampo se requiere conocer el gasto de aguas negras producidas por el desarrollo urbano, y se hace en función a la población servida.

TABLA I.7 “POBLACIÓN DEL PROYECTO”

AÑO	MUNICIPIO MELCHOR OCAMPO	CABECERA MELCHOR OCAMPO Y LOCALIDAD DE VISITACIÓN	LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO TENOPALCO
	(habitantes)		
	Ajuste Logarítmico		Ajuste Potencial
1970	10,384	9,737	805
1980	17,990	16,308	1,457
1990	26,154	23,089	2,089
2000	36,716	31,045	2,226
2010	43,038	36,367	3,746
2011	43,845	37,105	3,855
2012	44,652	37,843	3,968
2013	45,459	38,581	4,085
2014	46,265	39,318	4,204
2015	47,070	40,055	4,327
2016	47,876	40,792	4,454
2017	48,681	41,528	4,584
2018	49,485	42,264	4,718
2019	50,290	42,999	4,856
2020	51,093	43,735	4,998
2021	51,897	44,469	5,144
2022	52,700	45,204	5,294
2023	53,502	45,938	5,448
2024	54,305	46,672	5,607
2025	55,106	47,405	5,770
2026	55,908	48,138	5,938
2027	56,709	48,870	6,111
2028	57,509	49,603	6,288
2029	58,310	50,335	6,471
2030	59,109	51,066	6,659

Se empezará por calcular el gasto medio de aguas negras por evacuar con la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = (Población * Aportación) / 86400 \text{ [l/s]} \quad \text{Ecuación (I.18)}$$

Donde la Población es la calculada en el inciso anterior I.2.2 “Población de Proyecto”; la cantidad de 86 mil 400 obedece a la cantidad de segundos que equivale a un día entero de 24 horas. Para éste caso, la aportación es la cantidad de aguas negras domiciliarias que requiere utilizar diariamente un habitante; éste dato aún no se ha determinado pero podemos deducirla se la siguiente tabla:

TABLA I.8 “DOTACIÓN DE AGUA POTABLE REQUERIDA POR HABITANTE AL DIA”.

Tipo de Población	Dotación [l/día/habitante]
Rural	125
Hasta 3 mil habitantes	115
De 3 mil a 15 mil habitantes	200
De 15 mil a 60 mil habitantes	220
Mayores a 60 mil habitantes	250

Si bien los datos de la Tabla I.8 “Dotación de agua potable requerida por habitante al día”, es de agua potable, se puede deducir de ella las aportaciones de aguas residuales ya que ambas están directamente relacionadas. Las aportaciones de aguas negras son del orden del 75 y 80 % de la dotación de agua potable; toda agua que entra a un desarrollo urbano sale de distintas formas y una de ellas es por el alcantarillado.

Por lo tanto, si para la población de proyecto del municipio Melchor Ocampo en el año 2030 está por debajo de los 60 mil habitantes, le corresponde una dotación de 220 litros/día/habitante.

Al saber que de toda el agua potable que entra a una población salen aguas negras de alrededor del 75 % por el alcantarillado, entonces la aportación de

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

aguas residuales será de 165 litros/día/habitante para la población del proyecto del municipio Melchor Ocampo en el año 2030.

Por lo tanto, de la Ecuación I.18 se obtiene el siguiente gasto medio debido a las aportaciones de aguas residuales del tipo doméstico, 110.24 l/s para la población de proyecto de 57 mil 725 habitantes.

Una vez obtenido el gasto medio debido a las aportaciones de aguas negras domiciliarias se procede a calcular los gastos máximos y mínimos.

El gasto máximo instantáneo se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{\max} = M * Q_{\text{med}} \text{ [l/s]} \quad \text{Ecuación (I.19)}$$

Donde

$$M = 1 + [14 / (4 + P^{(1/2)})]$$

Por lo tanto, el gastos máximo instantáneo para el municipio Melchor Ocampo es de 226.79 [l/s] para la población de proyecto de 57 mil 725 habitantes.

Por último se obtiene el gasto mínimo que generalmente se considera la mitad del gasto medio, el cual no es recomendable que sea menor a 1.5 l/s que es lo equivalente a la descarga de un excusado que puede desplazarse en pendientes muy pequeñas. El gasto mínimo a considerar para la población del municipio Melchor Ocampo en el año 2030 es de 55.12 l/s para la población de proyecto de 57 mil 725 habitantes.

Al obtener los tres distintos tipos de gastos que deben ser considerados en el diseño de una red de alcantarillado se pueden contemplar otras características para ser integradas en el diseño del colector combinado. El sistema de alcantarillado es usado como medio de transporte para que los residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, sean desplazados fuera del desarrollo urbano y así sean dispuestas en un punto final de descarga. Debido a que el agua es el medio de transporte de los residuos que la población genera, la tubería debe reunir ciertas características para que permita el libre transitar de las aguas negras a través de la red de desagüe.

Las características a considerar en el diseño de cualquier tipo de tubería que forme parte de una red de desagüe son: Diámetros de la tubería, pendientes y

velocidades. Con los gastos obtenidos se pueden contemplar las características de la tubería cuyo diámetro nominal de 30 o 38 cm de la Tabla I.9 “Pendientes máximas y mínimas para tuberías de una red de alcantarillado en casos normales”

TABLA I.9 “PENDIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA TUBERÍAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES”.

Diámetro Nominal [cm]	v = 3.00[m/s] Máxima a tubo lleno		v = 0.60[m/s] Mínima a tubo lleno		Pendiente recomendable para proyectos, en milésimos	
	Pendiente en milésimos	Gasto [l/s]	Pendiente en milésimos	Gasto [l/s]	Máxima	Mínima
20	82.57	94.24	3.30	18.85	83	4.0
25	61.32	147.26	2.45	29.45	61	2.5
30	48.09	212.06	1.92	42.41	48	2.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	35	1.5
45	28.01	477.13	1.12	95.43	28	1.2
61	18.67	876.74	0.75	175.35	19	0.8
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	14	0.6

Sin embargo falta por considerar otro factor, el agua que debe ser captada de la precipitación en forma de lluvia y que deberá ser evacuada por medio de la misma red de desagüe por la que transitarán las aguas negras; dicho tema es abordado en el Capítulo II “Estudios Básicos”, mientras que en el Capítulo III “Proyecto Ejecutivo”, se contempla el diseño del proyecto en base, principalmente, a las características que deban cumplir las tuberías para ofrecer un servicio eficiente del colector combinado, el cual se verá reflejado en acabar con las inundaciones que se presentan en el municipio Melchor Ocampo.