RESUMEN

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

PROYECTO

APROVECHAMIENTO DE LA PRESA GUADALUPE COMO FUENTE DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

PROMOVENTE

Promovente

Arq. José Manuel Montiel Gutiérrez

Director de la Comision Nacional del Agua (CNA)

1.- NATURALEZA DEL PROYECTO

La principal finalidad del proyecto consiste en desarrollar infraestructura para garantizar el suministro de agua potable a la población, para esto se realizará la obra de toma a pie de la presa Guadalupe y por medio de la construcción de un acueducto se conducirá a la nueva planta potabilizadora ubicada a 4.3 kilómetros, una vez que el agua se encuentre con las condiciones deseadas se conducirá hasta el punto de interconexión con la línea Metropolitana. Para la conducción del agua de la planta potabilizadora al tanque providencia, se continuará con la construcción de 9.7 km de acueducto como obra final. El conjunto de obras que se estarán realizando será para dotar de agua a diversos municipios del Estado de México y a dos alcaldías de la CDMX, debido a que en los últimos años el déficit del agua en ambas entidades ha aumentado progresivamente, por tal motivo se han estado buscando alternativas para tratar de mitigar esta problemática que se considera grave.

Es importante señalar que, la conducción del agua a la nueva planta potabilizadora de la presa de Guadalupe, se está utilizando la mejor tecnología para tener más eficiencia y eficacia en su conducción. De igual manera la construcción del acueducto a la presa Guadalupe y a la nueva planta potabilizadora, será de material que permitirá no afectar la vegetación que está circundante sobre la orilla de los caminos que se utilizaran para su construcción. Cabe señalar que en los muestreos de vegetación se identificaron especies en las que se tendrá que realizar el cambio de uso de suelo sin minimizar las arbóreas que, aunque no se consideran forestales su densidad es alta, por lo que pueden ser parte del ciclo biológico de algunas especies de aves o reptiles, además de contribuir en los servicios ambientales.

2. UBICACION DEL PROYECTO

El proyecto inicia con la obra de toma el cual se ubica a pie de la presa Guadalupe, esta consiste en una cortina rígida de concreto ciclópeo o mampostería con una longitud de 18.80 metros. Esta tendrá un vertedor de cresta con perfil tipo Creager de 16.80 metros de longitud, con dos pilas intermedias de 40 cm de ancho que servirán como soporte del puente de maniobras de la compuerta del canal desarenador con una longitud de 16 metros, mientras que la descarga tiene un talud de .080:1 y 5.1 metros de longitude con un ancho de 16.80 metros.

El trazo del proyecto se realizará al margen izquierdo del río Cuautitlán hasta la llegada al predio de la planta potabilizadora sin que haya afectación en la parte rivereña. Con esta ubicación de la obra de toma se cuenta con mayor carga hidráulica para llegar con línea de conducción presurizada y por gravedad hasta la planta potabilizadora.

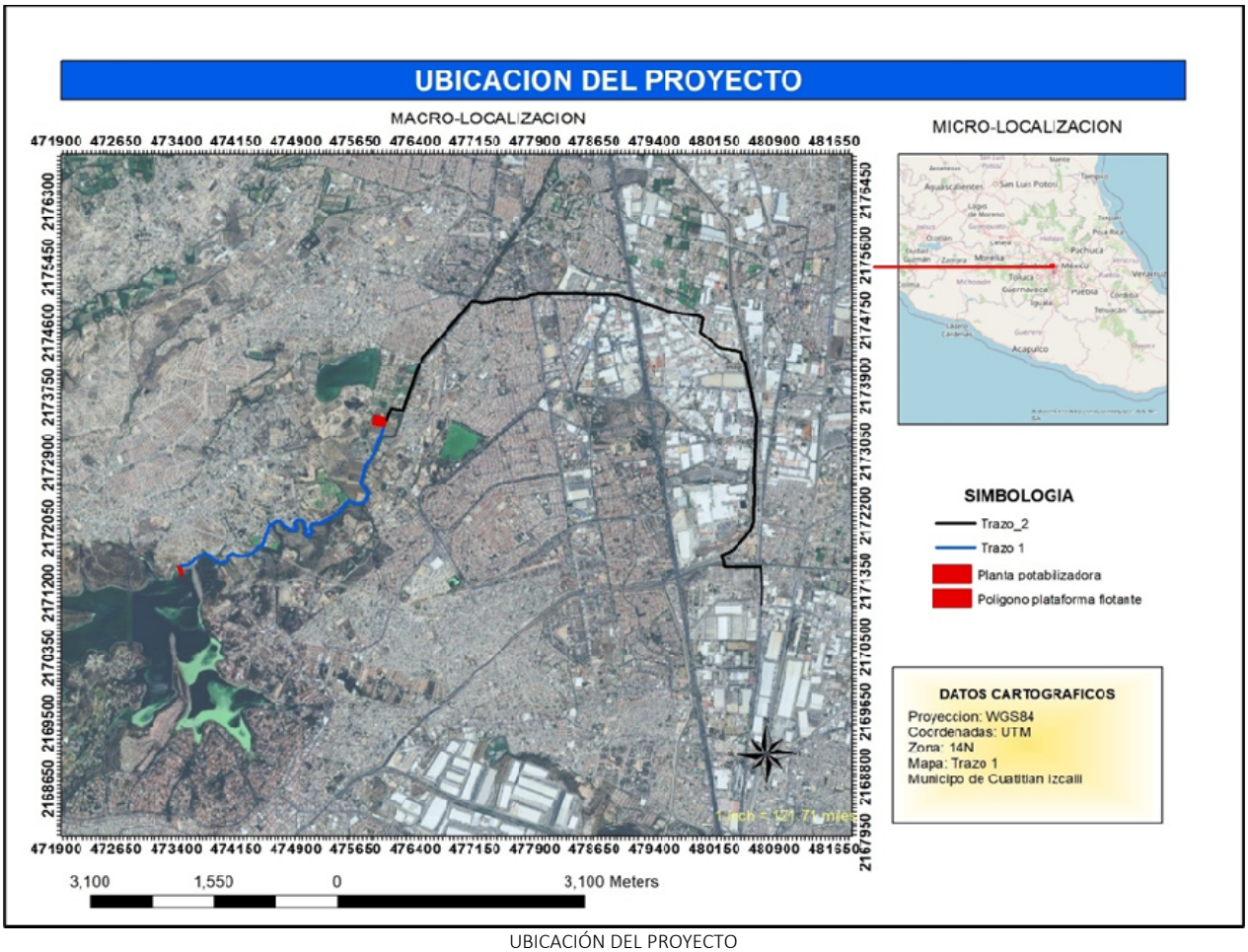
Se plantearon cuatro alternativas de conducción de la planta potabilizadora al punto de interconexión con la línea Metropolitana, la de mayor viabilidad evita zonas urbanas muy densas y relieve topográfico con sitios de mayor altura con respecto al sitio de la potabilizadora. La trayectoria de la línea inicia en el predio de la planta potabilizadora para ubicarse en su primer tramo, a un costado y por la margen izquierda del río Cuautitlán, la principal desventaja de este tramo se debe a una vegetación media que se tiene a un costado de la vialidad que además es muy reducida como para alojar la tubería en la orilla.

El trazo se desvía hacia el oriente para salir del canal cruzando este con una propuesta de tubería de acero con cruce aéreo para incorporarse a la avenida Chalma donde se cuenta con un espacio más amplio proponiendo el eje de trazo a un lado de la banqueta, en esta vialidad se deben efectuar dos cruces con vialidades importantes por lo que se propone la instalación de tubería por el método de perforación direccional con camisa de protección.

Este tramo tiene una longitud aproximada de 4.0 km y después de la avenida Chalma, se incorpora en unas brechas de terracería en el derecho de paso del ramal Teoloyucan y la zona federal del interceptor poniente, siguiendo una trayectoria de norte a sur hasta llegar al sitio de cruce con el canal del interceptor, que se puede

proponer elevado para continuar con un cruce subterráneo para pasar la autopista del circuito exterior Mexiquense, en este punto cambia de dirección para ubicarse a un costado en sentido poniente a oriente para llegar a la vialidad denominada carretera Tlalnepantla Cuautitlán, donde nuevamente cambia de dirección hacia el sur para llegar al punto de interconexión con la línea Metropolitana que se ubica sobre la avenida independencia.

Otra alternativa de cruce será la instalación subterránea a partir del interceptor poniente previo sondeo de algunas instalaciones de gas que se ubican en esta zona

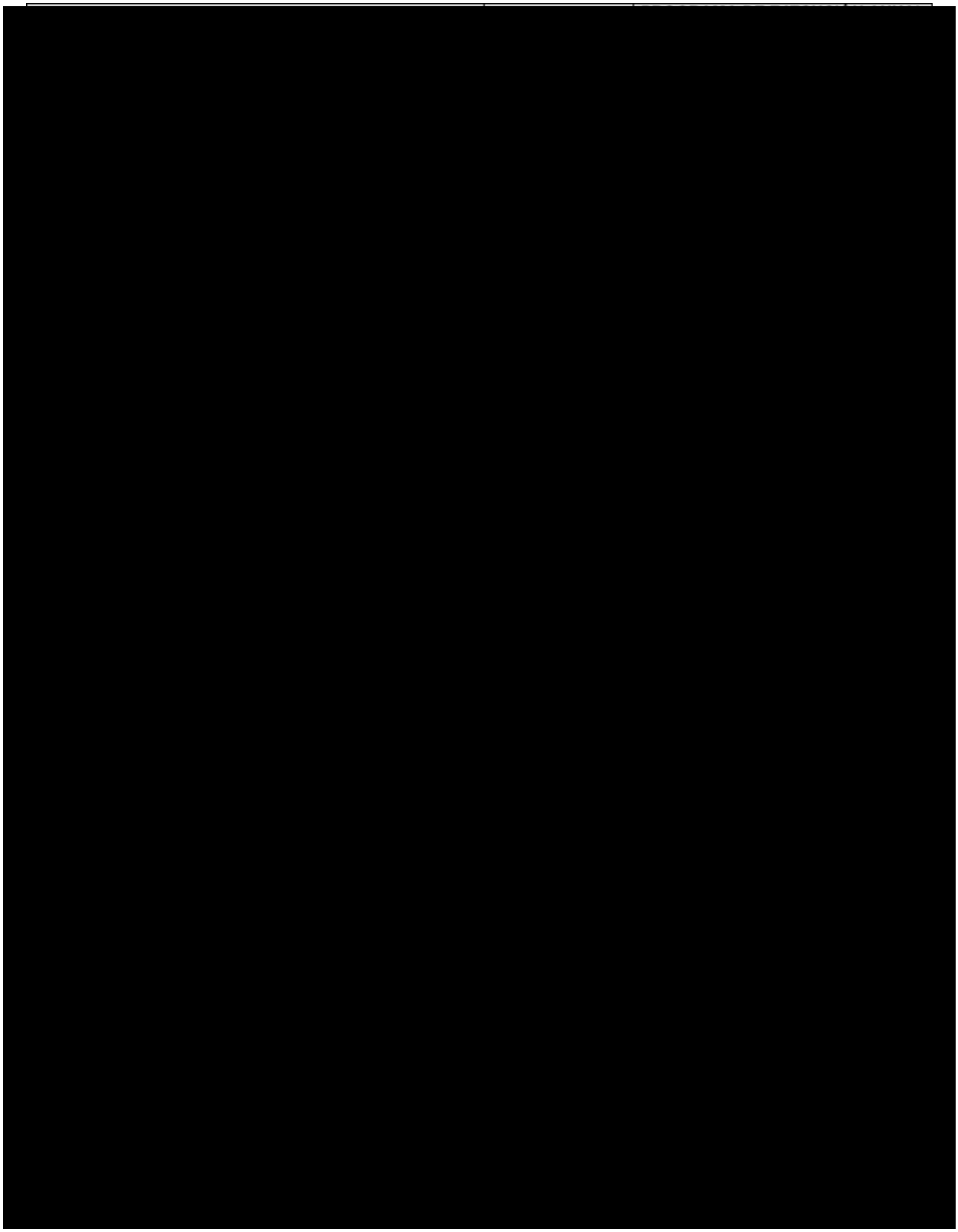


UBICACIÓN DEL PROYECTO

3. DURACION DEL PROYECTO

De acuerdo con las actividades que están consideradas para que el proyecto funcione en su totalidad se tiene contemplado una duración de 5 años a partir de la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental, sin embargo, en dado caso que haya atraso por cuestiones de administración, logística o sociales se consideraría modificar la MIA para extender el tiempo y cumplir con los tiempos establecidos.

4. INVERSION REQUERIDA



5. PROGRAMA DE TRABAJO

OBRA DE TOMA

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA COSTRUCCION DE LA OBRA DE TOMA																								
CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Preparación del sitio																								
Estudios preliminares de hidrológico y topografía																								
Limpieza del área																								
Delimitación de la zona de operación																								
Construcción																								
Cimentación																								
Vertedores																								
Tubería																								
Montaje de compuertas																								
Conexión de tubería y filtros																								
Implementación de protección perimetral																								
Operación y mantenimiento																								
Monitoreo del caudal, temperatura y nivel del agua																								
Registros técnicos y falla para optimizar el rendimiento																								
Limpieza del área de influencia																								

ACUEDUCTO

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DEL ACUEDUCTO																								
CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Preparación del sitio																								
Limpieza																								
Desmonte y despalme																								
Excavaciones, rellenos, cortes, nivelaciones y compactaciones																								
Cimentaciones y desplante de estructuras																								
Construcción																								
Obras																								

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DEL ACUEDUCTO																								
CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
provisionales																								
Obra de toma.																								
Canal de llamada.																								
Compuertas deslizantes.																								
Soporte del múltiple de descarga.																								
Operación																								
Pruebas y Puesta en servicio																								

PLANTA POTABILIZADORA

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA POTABILIZADORA																								
CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Preparación del sitio																								
Limpieza																								
Desmonte y																								

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA POTABILIZADORA																								
CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
despalme																								
Excavaciones, rellenos, cortes, nivelaciones y compactaciones																								
Cimentaciones y desplante de estructuras																								
Construcción																								
Obras provisionales Campamento, Almacén, Taller, Oficinas,																								
Obra de contención.																								
Obra de excedencia.																								
Vertedor libre con cimacio Creager.																								
Canal lateral.																								
Canal de descarga.																								
Obra de toma.																								
Canal de llamada.																								
Compuertas deslizantes.																								
Soporte del múltiple de descarga.																								
Operación																								
Pruebas y Puesta en servicio																								

6. VINCULACION CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico de Territorio del Estado de México (POETEM) y al mapa de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), el proyecto tiene un área de influencia directa en las UGAs ANPE-067, ANPE-061, U121 Y U8.

Para la creación y delimitación de las UGAs en el POETEM, se consideraron los lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica de acuerdo con los usos de suelo compatibles e incompatibles. También se ocuparon diferentes variables de medición con sistemas de información geográfica y closters en los que los datos con similitud se fueron conglomerando o agrupando para formar las UGAs, dando como resultado diferentes agrupaciones con base a instrumentos de planeación utilizados., así de este modo se dio la asignación de lineamiento para cada una de pendiendo de la concurrencia de instrumento de planeación territorial.

UNIDADES DE GESTION AMBIENTAL

UGAS
UGA
UGA U-121
UGA U-8
UGA ANPE-067
UGA ANPE-067

PROGRAMA DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CUAUTITLAN IZCALLI
AGUA
Objetivo: 2.1. Garantizar en Cuautitlán el Derecho Humano al agua, en forma sustentable, suficiente y salubre.
2.1.1.2. Promover la gestión de recursos públicos para mejorar la infraestructura de agua potable.
2.1.1.3. Realizar la construcción y/o rehabilitación de la infraestructura de agua potable.
2.1.2.3. Monitorear niveles de pH y cloro en el agua potable.
2.1.2.4. Supervisar recarga de cloro en fuentes de abastecimiento propias.
2.1.4.1. Rehabilitación y/o construcción de infraestructura de agua potable.
MEDIO AMBIENTE
2.4.1.4. Expedir permiso para poda, derribo, trasplante y/o sustitución del arbolado.
MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS
2.7.1.1. Realizar y establecer el plan de recolección de residuos sólidos urbanos
2.7.1.5. Realizar visitas de supervisión de las actividades de recolección y limpia en espacios públicos municipales.
2.7.2.2. Implementar la separación de residuos sólidos urbanos

NORMAS OFICIAES MEXICANAS
CALIDAD DE AGUA
NOM-001-SEMARNAT-1996
CALIDAD DEL AIRE
NOM-041-SEMARNAT-2006
NOM-045-SEMARNAT-2006
MANEJO DE RESIDUOS
NOM-052-SEMARNAT-2005
NOM-054-SEMARNAT-1993

CONTAMINACIÓN POR RUIDO
NOM-080-SEMARNAT-1994
CONTAMINACIÓN SUELO Y SUBSUELO
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004
SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE LABORAL
NOM-001-STPS-1999
NOM-002-STPS-2000
NOM-004-STPS-1999
NOM-011-STPS-2001
NOM-017-STPS-2001
PROTECCION AL AMBIENTE
NOM-059-SEMARNAT-2010

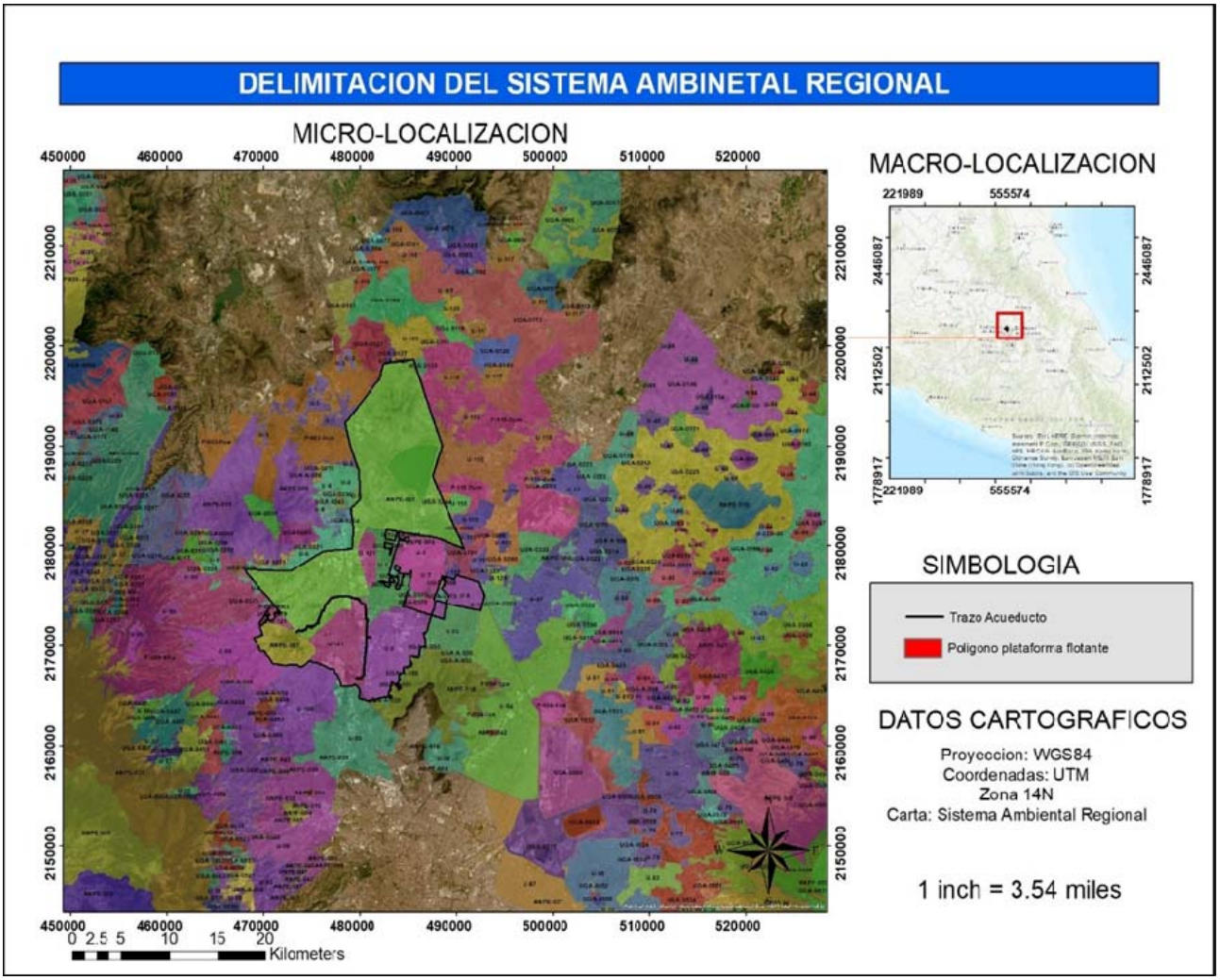
LEYES
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECION A AMBIENTE
Artículo 28, fracción I
Artículo 30.
Artículo 17
Artículo 18
LEY DE AGUAS NACIONALES
Artículo 1
Artículo 2
Artículo 20
Artículo 24, Artículos 28 y 29
Artículo 86 Bis2
Artículos 97 y 98
REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES
Artículo 18
Artículo 19
Artículo 81
Artículo 83
Artículo 134
LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
Artículo 18
Artículo 19
fracción I y VII
DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS
Artículo 54
68, 69, 72 y 73.
Artículo 104.
CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
Artículo 4
Artículo 27

7. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Para que la Manifestación de Impacto Ambiental se considere regional, tiene que cumplir ciertos criterios que establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, teniendo como principales los siguientes:

- Proyectos de gran extensión o infraestructura
- Parques industriales y acuícolas de más de 500 hectáreas
- Proyecto de generación de energía nuclear
- Cuando un conjunto de obras o actividades se encuentran incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que se somete a evaluación
- Proyectos que se realizan en una región ecológica especifica
- Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretenden realizarse en una región ecológica determinada, implicando una visión más integral del territorio
- Proyectos que se pretenden desarrollar en sitios donde, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas.

Teniendo claro que el proyecto cumple con las características para considerarlo Regional se realiza la delimitación des Sistema Ambiental Regional, sin embargo, es importante mencionar que en un porcentaje muy alto del SAR son áreas en las que ya se desarrollaron obras de infraestructura como zonas habitacionales, áreas industriales, parque, etc., lo que significa que ya son zonas en las que ya se ha generado un Impacto Ambiental.



MEDIO ABIOTICO

Provincia fisiográfica

De acuerdo a la clasificación del INEGI, el Estado de México comprende dos provincias fisiográficas, que son la Provincia del Eje Neovolcánico o Faja Volcánica Transmexicana y la Provincia de la Sierra Madre del Sur las cuales se subdividen en cinco subprovincia: las subprovincias de “Mil Cumbres”; “Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo”; y “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, pertenecientes a la Provincia del Eje Neovolcánico; y las dos restantes, “Depresión del Balsas” y “Sierras y Valles Guerrerenses”, correspondientes a la Provincia de la Sierra Madre del Sur.

La Provincia del Eje Neovolcánico se localiza en el centro de México y se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha franja cuyo ancho varía entre 400 y 100 km, iniciando en la desembocadura del río Grande de Santiago y la Bahía de Banderas en Jalisco y Nayarit, continuado hacia el sureste hasta el volcán de Colima para después seguir aproximada mente sobre el paralelo 19º de latitud norte, hasta llegar al Pico de Orizaba, Cofre de Perote y finalmente hasta Punta Delgada, en el estado de Veracruz, alcanzando 920 km de longitud. A lo largo de dicha extensión, cruza por los estados de Aguascalientes, Colima, Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. Dentro del característico relieve de esta provincia

fisiográfica, destaca una enorme masa de rocas volcánicas de diferentes tipos, acumuladas en innumerables y sucesivos episodios volcánicos ocurridos principalmente durante el Plioceno y el Reciente (4.5 millones de años a la época actual). La integran grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, domos volcánicos y depósito de arena y ceniza Comprende también una cadena de grandes estrato-volcanes, tales como: Volcán de Colima, Tancítaro, Xinantécatl (Nevado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuéyetl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba). De las 15 subprovincias que integran la Provincia del Eje Neovolcánico, tres ocupan parte del territorio mexiquense, siendo éstas como ya ha sido mencionado, las subprovincias de Mil Cumbres, Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo y la de Lagos y Volcanes de Anáhuac

Subprovincia Cordillera Costera del Sur

Esta subprovincia ocupa el 61.6% de la superficie estatal (14,316 km2), abarcando 84 municipios en su totalidad y 18 parcialmente (Mapa 30). Sus topoformas más destacadas son grandes volcanes de escudo y estratovolcanes aislados, valles y lagos tectónicos, sierras escarpadas, altiplanicies fluvio-lacustres y extensos campos volcánicos. Los suelos dentro de esta subprovincia son variados presentándose al menos 27 tipos, entre ellos: cambisol húmico, cambisol calcárico, cambisol vértico, cambisol dístrico, regosol dístrico, regosol calcárico, fluvisol dístrico, fluvisol eútrico, leptosoles réndzicos, phaeozem calcárico, vertisol calcárico, gleysol húmico, solonchak mólico y solonchak gléyico.

Geología

Sistema de topoformas

Dentro del SAR, existen 5 sistemas de topoformas diferentes en la que 2 tienen influencia directa con el proyecto, en las que a continuación se describen:

Llanura de vaso lacustre

Pertenecen a este sistema de topoformas -sólo o asociado con lomeríos, sin o con fases de piso rocoso o cementado, salina e inundable y salina- los terrenos de la cuenca de México. Ésta era una cuenca cerrada hasta 1789, año en que se abrió el tajo de Nochistongo; ella, en el siglo XVI, albergaba cinco unidades lacustres que cubrían en conjunto unos 1 000 km2 a lo largo de un eje norte-sur de 70 km. Ahora se piensa que al final del período Plioceno (hace algo más de un millón de años) en la región, el drenaje que se dirigía hacia el sur fue cerrado por bloqueo debido al volcanismo de la sierra Ajusco-Chichinautzin, lo cual dio lugar a la formación de los lagos. Antes de la conquista española, los lagos de Xochimilco y el suroeste del de Texcoco, en la zona de Tenochtitlan, eran alimentados por las aguas dulces de los manantiales del cerro de Chapultepec y del volcán Ajusco, mientras que las aguas de las desecaciones y a los desagües que se han sucedido desde el siglo XVI hasta nuestros días, los antiguos vasos han quedado prácticamente secos. Los terrenos resultantes, excepto los de Xochimilco, tienen altos contenidos de sales, y en particular el lecho texcocano tiene una sodicidad muy elevada. Los terrenos de Zumpango, Xaltocan, Ecatepec y el lago de Texcoco, quedan dentro del estado de México; los demás están en el Distrito Federal. Otro caso notable es la llanura de vaso lacustre del Lerma, a 2 600 msnm, donde nace el río del mismo nombre y que es parte de la cuenca R. Lerma-T oluca. Es probable que en alguna época casi toda esta cuenca haya estado ocupada por aguas lacustres. La llanura está limitada de manera abrupta al este por una sierra volcánica con estratovolcanes y al sur por una sierra de escudo-volcanes con mesetas; ambas sierras constituidas de rocas extrusivas básicas e intermedias en forma de coladas lávicas de basaltos y andesitas, con pequeños conos dispersos de basalto vitreo que atestiguan una actividad volcánica reciente. Al norte y al oeste los límites son igualmente abruptos, pero formados por toba-arenisca, rocas producidas por la mezcla de cenizas volcánicas con materiales sedimentarios. Al suroeste, está limitada por andesitas y depósitos de nube ardiente del Nevado de Toluca (Xinantécatl). La cuenca posee los rasgos geomorfológicos típicos de un vaso lacustre, es prácticamente plana y sólo se ve interrumpida por las cimas de pequeños cerros de rocas volcánicas que se levantan desde el fondo de los depósitos aluviales y cinerítícos que los sepultan. Los remanentes lacustres

actuales, convertidos en orígenes del río Lerma, se encuentran en las zonas de Lerma de Villada, San Pedro Tultepec, Almoloya del Río y Mexicaltzingo, con aguas que alcanzan 2 ó 3 m de profundidad y rodeadas de áreas de régimen palustre o sometidas a anegación estacional. La laguna principal, cercana a Almoloya del Río, llamada Chignahuapan (Nueve Aguas), es alimentada desde el oriente por unos cincuenta manantiales que surgen al pie de las sierras volcánicas. Del mismo punto bajan el río Mayorazgo y los arroyos llamados Flor de Gallo, El Jilguero, Agua Apestosa, Xalatlaco y otros más pequeños que, junto con los manantiales, integran los verdaderos orígenes del Lerma. La salida de las aguas del valle de Toluca presenta una dirección hacia el norte, en el puerto orográfico de Medina.

Lomerío de tobas

Los sistemas de topoformas que constituyen a esta subprovincia en el estado son: sierra volcánica con estrato-volcanes o estrato- volcanes aislados, sierra volcánica de laderas escarpadas, sierra de escudo-volcanes, sierra de escudo-volcanes con mesetas, sierra compleja, lomerío de tobas, lomerío de basalto, lomerío de basalto con cañadas, lomerío de basalto con cráteres, meseta basáltica con malpaís, llanura de piso rocoso o cementado (limitada por una fase dúrica que se encuentra entre 30 cm hasta más de un metro de profundidad), llanura de piso rocoso o cementado con lomeríos, llanura aluvial, llanura aluvial con lomeríos, llanura aluvial de piso rocoso o cementado, llanura de vaso lacustre, llanura de vaso lacustre inundable y salina, llanura de vaso lacustre con lomeríos, llanura de vaso lacustre de piso rocoso o cementado, llanura de vaso lacustre salina, llanura de vaso lacustre salina con lomeríos y valle de laderas tendidas.

Suelos.

Cambisoles

Son suelos ricos en sílice principalmente de depósitos aluviales y coluviales de cualquier clase de textura. En el estado se concentran en la región sur poniente del cerro El Llano Texcaltitlán, así como al norte del cerro El Gavilán-El Templo, sin embargo, en la zona norte sus principales usos son para actividades agrícolas.

Phaeozem

Son un grupo de suelos obscuros ricos en materia orgánica originados a partir de material parental consolidado predominantemente básico, eólico, glaciario y otros. Texturalmente son porosos fértiles y excelentes para uso agrícola. En el estado se presentan mayormente en las regiones oriente y norte, aunque también en menor proporción se encuentran en la zona centro y sur. Los climas asociados en la entidad a este grupo son los cálidos subhúmedos y templados. Al sur del estado estos suelos presentan vegetación de encino en las partes altas y vegetación secundaria en las bajas. Al interior del Parque Estatal denominado Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango son explotados mayormente para uso agrícola de temporal.

Vertisol

Los vertisoles son suelos pesados arcillosos, originados por material parental compuesto de sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas. La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca. En el estado se presentan a todo lo ancho de su superficie en las regiones norponiente, centro y oriente. De igual manera, se presentan en una menor proporción en las zonas colindantes al cerro Tres Cruces-Tepetlixpa.

Solonchaks

Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras bajo todos los climas. Comúnmente se les denomina son suelos salinos y suelos afectados por sales.

Litosol

Es un grupo de suelos de referencia en la clasificación de la base referencial mundial del recurso suelo (*World Reference Base for Soil Resources*). Son suelos muy delgados, de un espesor inferior a 25 cm y antes de llegar a la capa rocosa pueden ser más profundos, con alto contenido de rocas o grava.

HIDROLOGÍA

Región Hidrológica Administrativa

En el Estado de México convergen cuatro Regiones Hidrológicas Administrativas consideradas como unidades básicas de gestión de los recursos hídricos. Para facilitar su administración utiliza como límite la demarcación municipal. Los organismos de cuenca desempeñan funciones administrativas, normativas, técnicas y consultivas para una gestión eficiente y sustentable del agua. Estas unidades administrativas y organismos de cuenca son: Región IV Balsas, cuya sede es la ciudad de Cuernavaca, Morelos. Región VIII Lerma Santiago, cuya sede se localiza en Guadalajara, Jalisco. Región IX Golfo Norte, con sede en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Región XIII, Aguas del Valle de México, con sede en la Ciudad de México.

Cuenca Hidrológica

Desde el punto de vista hidrológico, en el territorio estatal se encuentran seis cuencas hidrológicas, sin embargo, la cuenca en la que tiene interacción el proyecto es la Rio Moctezuma (Fig. 10). Esta cubre en el estado 7,712 km2, distribuido en 57 municipios en la parte norte, noreste y noroeste del estado, donde están asentadas localidades como Nezahualcóyotl, Cuautitlán, Tepotzotlán, Teotihuacán, Nicolás Romero, Canalejas y Jilotepec de Abasolo entre otras. El río Moctezuma provee el mayor volumen de agua para la industria del centro del país, siendo además el principal abastecedor de la Ciudad de México. Sin embargo, su cauce se encuentra muy contaminado por las descargas de aguas residuales de origen industrial, agropecuario y urbanas, provenientes de la zona conurbada del Valle de México. Para efectos de planeación la cuenca se divide en las subregiones Valle de México y Tula. La subregión Valle de México está conformada por 69 municipios (50 del Estado de México, 15 de Hidalgo y cuatro de Tlaxcala) y las 16 delegaciones políticas de la Ciudad de México. Por su parte, la subregión Tula está conformada por 31 municipios (7 del Estado de México y 24 de Hidalgo). Actualmente, la cuenca del río Moctezuma es la segunda cuenca prioritaria del país, después de la del río Lerma, de acuerdo con su grado de contaminación por las descargas de aguas residuales y por las características socioeconómicas de la cuenca. En dicha zona se generan más de 1,400 millones de metros cúbicos anuales de aguas residuales industriales y municipales, que corresponden a más de 500 mil toneladas anuales de materia orgánica. La cuenca hidrológica se encuentra muy contaminada, principalmente en la zona metropolitana del Valle de México. Como indicados para evaluar los efectos de las descargas de los influentes doméstico e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores se utiliza la demanda bioquímica de oxígeno medida transcurridos cinco días de reacción (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO). Los valores de DBO5 en la región superan 120 mg/l, alcanzando valores de hasta 276 mg/l y los valores de DQO también son muy altos con valores superiores a 200 mg/l, llegando en algunos sectores hasta 600 mg/l. El inventario de fuentes de generación de aguas residuales municipales incluye 65 centros de población, ubicados en los 155 municipios que pertenecen a la cuenca y en su zona de influencia. Las principales fuentes de generación de aguas residuales corresponden con los corredores, parques y ciudades industriales asentados dentro de la cuenca, así como a las actividades industriales específicas como la industria petrolera, producción de azúcar y minería que se desarrollan en la misma región.

CLIMA

La combinación de altitud, latitud y topografía en el estado da como resultado el establecimiento de una diversidad climática notoria. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (García 1987), modificada por García (García 1973), en el estado se encuentran los siguientes tipos y subtipos de clima (Casa y Gustavo, 1997): • El clima templado predomina en el 57.5% del territorio estatal, en los principales centros urbanos, industriales y agropecuarios. Este clima es íntimamente relacionado con las zonas montañosas más importantes, tales como el

Xinantécatl (Nevado de Toluca) y el volcán San Antonio, la Sierra de Las Cruces y la Sierra Nevada, las cuales a su vez presentan las más altas precipitaciones. C(w0)(w)b(i')g Subhúmedo Clima templado, subhúmedo (el de menor precipitación de los templados), verano largo, con porcentaje de lluvia invernal menor al 5%, con poca fluctuación térmica y la temperatura más elevada acontece antes del solsticio de verano. C(w1)(w)b(i')g Subhúmedo Clima templado, subhúmedo (humedad moderada), de verano largo, con precipitación de invierno inferior al 5%, posee una oscilación térmica y la temperatura más alta ocurre antes del solsticio de verano.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

El análisis de la precipitación correspondiente al periodo 1981-2010 muestra una precipitación anual abundante (855 mm), la cual casi siempre se presenta en forma de lluvia, además de mostrar una distribución modal o bimodal a lo largo del año. De acuerdo con Toledo y colaboradores (2007) las precipitaciones más bajas se presentan en invierno debido a que los alisios se debilitan (se hacen descendentes y secos) por lo que en la época fría del año deja de llover, aun cuando es ocasional la invasión de "nortes", que por haber adquirido suficiente profundidad son capaces de tramontar barreras montañosas y producir alguna precipitación de tipo frontal en la zona. El mes de febrero es el más seco

TEMPERATURA

El análisis de la temperatura media anual arrojó un promedio de 16.4 ± 3.2°C correspondiendo a los climas templados. El verano es caluroso ya que presenta temperaturas por arriba de los 22°C, siendo el mes más cálido julio con 29.1°C, mientras que el invierno es frío, siendo el mes más frio enero con una temperatura de 8° C. Aunque este es un patrón promedio, cabe destacar que son diversos factores los que afectan la temperatura de una zona a otra y se puede observar que la temperatura sigue cierto gradiente altitudinal: las temperaturas más bajas (19.1°C) se distribuyen en las zonas más planas localizadas en la depresión del Balsas y se encuentran asociadas principalmente a la vegetación de selva baja caducifolia.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

De acuerdo con la cartografía del Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII, a nivel regional se observan usos de suelo en los que se ha presentado un incremento en los asentamientos humanos, mientras que no se presenta ninguna zona en la que se tengan que realizar actividades especiales para la conservación de la biodiversidad. Cabe señalar que el área está dentro de una ANPE, sin embargo, las actividades dentro de la misma están plasmadas en el Programa de Manejo que se sito en el apartado de la Vinculación de los Ordenamiento Jurídicos, el cual es compatible para las actividades que se estarán realizando en el desarrollo del proyecto. Existen pequeñas porciones de territorio en el que se puede observar un uso de suelo para la agricultura de ruego anual semipermanente, boque cultivado y cuerpo de agua, el cual se darán sus características principales de cada uno.

Agricultura de Riego Anual y Semipermanente

Son cultivos que dependen directamente de agua de fuentes artificiales teniendo dependencia de su temporalidad a la duración del ciclo de agua para su dotación, de esta manera la flexibilidad de este tipo de cultivos puede ser de acuerdo con la demanda o necesidad lo que permite ajustarse a la demanda y mercado de los productos.

Bosque cultivado

Los bosques artificiales, cultivados o plantados son bosques que han sido creados por el ser humano y que, a diferencia de los bosques naturales, desarrollados de forma espontánea y sin intervención humana, han sido diseñados y gestionados para cumplir con objetivos específicos como la producción de madera, la conservación de la biodiversidad o la captura de carbono.

MEDIO BIÓTICO

Una vez analizada la caracterización del Sistema Ambiental Regional y área de influencia, podemos verificar que debido al crecimiento poblacional se han extendido las zonas de desarrollos habitacionales e industriales, como consecuencia los impactos ambientales han incrementado específicamente en la generación de emisiones a la atmosfera y residuos. En cuanto a la flora y fauna, no existen áreas o zonas en las que se deba poner atención especial, específicamente en donde habrá una interacción directa por el proyecto.

Vegetación

Para obtener la información sobre la composición, estructura y estado de la vegetación con el mejor porcentaje de certidumbre estadístico, se necesitó ayuda de los sistemas de información geográfica para establecer una estructura de muestreo, partiendo desde los lugares en donde se realizarán las obras y la aptitud de uso de suelo, dándole prioridad a los lugares en donde se vea mayor cobertura vegetal.

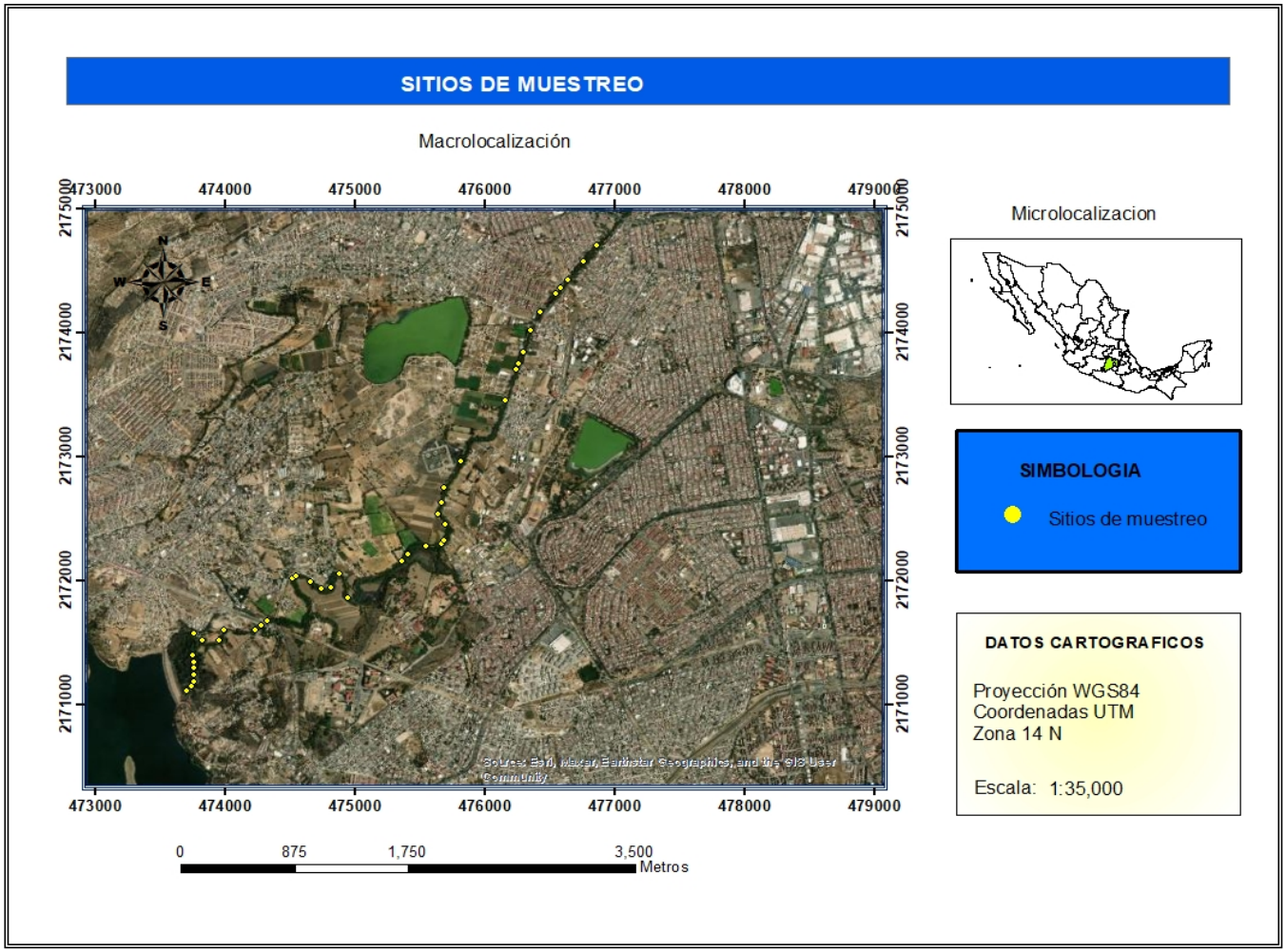
Metodología de muestreo

Para el levantamiento de datos de vegetación, se eligió el método de muestreo estratificado, ya que nos permite dividir el área de estudio en estratos sin solaparse en el que se llevara el conteo total de la vegetación. La característica de este tipo de muestreo es que muchas veces debido a la dificultad, que se tiene para llegar a las áreas de muestra se puede elegir cada estrato considerando su homogeneidad tanto de las especies como de la aptitud de suelo. En este caso y verificando el tipo de vegetación, la precisión en el cálculo de las poblaciones es más confiable ya que en el área de estudio la homogeneidad de la vegetación es más común por el tipo de ecosistema.

La intensidad de los muestreos dependió directamente de la aptitud de uso de suelo y a las obras que se estarán realizando, de esta manera nos permitió tener los datos más precisos con un porcentaje de certidumbre más real.

De los insumos más importantes que se consideraron para elegir el muestreo, fue la georeferenciación de las obras y el Área de Influencia en cada una de ellas, de esta manera con ayuda de programas de Sistemas de Información Geográfica, se plasmaron el número de muestreos y las coordenadas de cada punto para el levantamiento de datos, permitiéndonos la clasificación de la flora e identificación de las especies encontradas de manera más sencilla y concreta

MAPA SITIOS DE MUESTREO POR AREA O TRAZO



Considerando el área de influencia directa del proyecto y si partimos desde la presa Guadalupe siguiendo el trazo en donde se construirá el acueducto, se observó vegetación arbórea que fue sembrada con fines paisajísticos, principalmente a la orilla del camino en el que se desarrollara el proyecto.

En la toma de datos de campo, se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr).

Ahora bien, con base a la información obtenida del inventario de campo, se encontró las siguientes especies en los recorridos:

Número de especies de árboles y arbustos leñosos por hectárea

No.	Nombre común	Nombre científico	Número de plantas por hectárea	Número de plantas en toda la superficie del Acueducto del CUSTF (7.399 Ha)	NOM-059 SEMARNAT 2010

1	Pirul	*Schinus molle*	146	1080	Sin categoría (Sc)
2	Huizache	*Vachellia farnesiana*	11	81	Sin categoría (Sc)
3	Ahuehuete	*Taxodium mucronatum*	6	44	Sin categoría (Sc)
4	Sauce	*Salix Babylonica*	9	67	Sin categoría (Sc)
5	Fresno	*Fraxinus uhdei*	11	81	Sin categoría (Sc)
Total			**183**	**1353**	

Especies arbustivas encontradas en el tramo

Es importante mencionar que, a pesar del levantamiento de información en los sitios de muestreo, hay especies que se identificaron distribuidas en las áreas propuestas del Trazo 1 y Trazo 2, asi como en el área de la Obra de Toma., qye no se encontraron dentro de los sitios de muestreo y por tanto no se cuantificaron, sin embargo si se encuentran en las áreas propuestas del proyecto.

Por ello, a continuación, se presentan estas especies catalogadas como arbustivas que se encuentran dispersas pero presentes dentro del área propuesta a cambio de uso de suelo en el área del proyecto.

Especies arbustivas

No.	Nombre común	Nombre científico	NOM-059 SEMARNAT 2010
1	Carrizo	*Arundo donax*	Sin categoría (Sc)
2	Nopal de castilla	*Opuntia ficus-indica*	Sin categoría (Sc)
3	Ricino, Higuerilla	*Ricinus comunis* L.	Sin categoría (Sc)
4	Tepozan	*Buddleja cordata*	Sin categoría (Sc)
5	Colas de León	*Leonotis* sp.	Sin categoría (Sc)

Número de Especies de árboles y arbustos leñosos para el área de la obra de toma

No.	Nombre común	Nombre científico	Número de plantas por hectárea	Número de plantas en toda la superficie de Obra de Toma (3.00 Ha)	NOM-059 SEMARNAT 2010
1	Eucalipto	*Eucalyptus camaldulensis*	503	1509	Sin categoría (Sc)
2	Cedro blanco	*Hesperocyparis lusitanica*	37	111	Sujetas a Protección Especial (Pr)
3	Fresno	*Fraxinus uhdei*	68	204	Sin categoría (Sc)
4	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	12	36	Sin categoría (Sc)
Total			**620**	**1860**	

Especies herbaceas en todo el tramo de obras

No.	Nombre común	Nombre científico	NOM-059 SEMARNAT 2010
1	Girasol mexicano	*Helianthus annuus*	Sin categoría (Sc)

2	Maravilla	*Mirabilis jalapa* L.	Sin categoría (Sc)
3	Lengua de vaca	*Rumex obtusifolius*	Sin categoría (Sc)
4	Acahual blanco	*Bidens pilosa* L.	Sin categoría (Sc)
5	Tatana, chayotillo	*Sicyos deppei*	Sin categoría (Sc)
6	Mazorquilla	*Phytolacca* sp.	Sin categoría (Sc)
7	Enredadera del mosquito	*Anredera cordifolia*	Sin categoría (Sc)
8	Escobillas	*Sida* sp.	Sin categoría (Sc)
9	Mostaza silvestre	*Sinapis arvensis*	Sin categoría (Sc)
10	Campanita	*Ipomoea purpurea*	Sin categoría (Sc)
11	Amarantos	*Amaranthus spp.*	Sin categoría (Sc)
12	Quenopodio	*Chenopodium spp.*	Sin categoría (Sc)
13	Romanza	*Rumex spp.*	Sin categoría (Sc)
14	Pasto rosado	*Melinis repens*	Sin categoría (Sc)
15	Zacate johnson	*Bothriochloa exaristata*	Sin categoría (Sc)
16	Pastos	*Muhlenbergia spp.*	Sin categoría (Sc)
17	Pastos	*Sporobolus spp.*	Sin categoría (Sc)
18	Pastos	*Eragrostis spp.*	Sin categoría (Sc)

Especies arbóreas y arbustivas leñosas encontradas en los trazos del acueducto.

No.	Nombre común	Nombre científico	Diámetro normal (cm)	Altura total (cm)	Número de plantas por hectárea
1	Pirul	*Schinus molle*	64.32	19.50	146
2	Cachito/Huizache	*Vachellia farnesiana*	71.25	19.75	11
3	Ahuehuete	*Taxodium mucronatum*	124.00	23.50	6
4	Sauce	*Salix Babylonica*	53.33	17.33	9
5	Fresno	*Fraxinus uhdei*	15.00	7.67	11
Total					**183**

Especies arbóreas y arbustivas leñosas encontradas en el área de la obra de toma

No.	Nombre común	Nombre científico	Diámetro normal (cm)	Altura total (cm)	Número de plantas por hectárea
1	Eucalipto	*Eucalyptus camaldulensis*	50	18	503
2	Cedro blanco	*Hesperocyparis lusitanica*	40	14	37
3	Fresno	*Fraxinus uhdei*	24	10	68
4	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	34	16	12
Total					**620**

Especies arboreas y arbustivas encontradas en el area de Obra de Toma

No.	Nombre común	Nombre científico	NOM-059 SEMARNAT 2010
1	Carrizo	*Arundo donax*	Sin categoría (Sc)
2	Nopal de castilla	*Opuntia ficus-indica*	Sin categoría (Sc)
3	Ricino, Higuerilla	*Ricinus comunis* L.	Sin categoría (Sc)
4	Tepozan	*Buddleja cordata*	Sin categoría (Sc)
5	Colas de León	*Leonotis* sp.	Sin categoría (Sc)

Especies arbustivas encontradas en el tramo

No.	Nombre común	Nombre científico	NOM-059 SEMARNAT 2010
1	Carrizo	*Arundo donax*	Sin categoría (Sc)
2	Nopal de castilla	*Opuntia ficus-indica*	Sin categoría (Sc)
3	Ricino, Higuerilla	*Ricinus comunis* L.	Sin categoría (Sc)
4	Tepozan	*Buddleja cordata*	Sin categoría (Sc)
5	Colas de León	*Leonotis* sp.	Sin categoría (Sc)

Con la identificación y conteo de las especies de flora encontradas, podemos verificar que únicamente existe una especie dentro de la NOM-054-SEMARNAT-2010, constatando que dentro del análisis realizado en la caracterización del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia, son regiones en la que ya se han generado impactos ambientales, y que la vegetación encontrada es de ornato o paisajística, representada principalmente en el área propuesta para el acueducto por la especie de Pirul (*Schinus molle)* y Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) en el área propuesta para la Obra de Toma.

Para determinar la estructura dinámica del ecosistema en el que se desarrollara el estudio, se procedió a de determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981) y Corella et al (2001). El cual es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados.

Este Índice de Valor de Importancia se calculó de la siguiente manera:
IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa
La Dominancia relativa se obtuvo de la siguiente manera:
Dominancia relativa = (Dominancia absoluta por especia/Dominancia absoluta de todas las especies) x 100
Donde:
Dominancia absoluta = Área basal de una especie/Área muestreada
La Densidad relativa se calculó de la siguiente manera:
Densidad relativa = (Densidad absoluta por cada especie/Densidad absoluta de todas las especies) x 100
Donde:
Densidad absoluta = Número de individuos de una especie/Área muestreada
La Frecuencia relativa se obtuvo de la siguiente manera:
Frecuencia relativa = (Frecuencia absoluta por cada especie/Frecuencia absoluta de todas las especies) x 100
Donde:
Frecuencia absoluta = Numero de cuadros en los que se presenta cada especie/Número total de cuadros muestreados

Indicé de valor de importancia para el área del acueducto.

No	Nombre común	Nombre científico	Número de plantas por Hectárea	Diámetro normal (cm)	Área basal	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Pirul	*Schinus molle*	146	64.32	0.324939	14.957910	79.781421	70.000000	164.739
2	Cachito/ Huizache	*Vachellia farnesiana*	11	71.25	0.398713	18.353939	6.010929	10.000000	34.365
3	Ahuehuete	*Taxodium mucronatum*	6	124.00	1.207631	55.590800	3.278689	5.000000	63.869
4	Sauce	*Salix Babylonica*	9	53.33	0.223403	10.283880	4.918033	7.500000	22.702
5	Fresno	*Fraxinus uhdei*	11	15.00	0.017672	0.813471	6.010929	7.500000	14.324
Total			**183**		**2.172358**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

El índice de Shannon o índice de Shannon-Weaver se usa para medir la biodiversidad específica, es decir, la cantidad de diferentes microorganismos y organismos que hay en un ecosistema.

Se usa el símbolo H' para representarlo, y sus valores oscilan entre números positivos, generalmente entre 2, 3 y 4. En la literatura, este índice es uno de los más populares para la medición de la biodiversidad.

El índice toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies.

Como la fórmula implicada en su cálculo involucra un logaritmo, no existe un valor máximo para el índice. No obstante, el valor mínimo es cero, indicando la ausencia de diversidad –la condición existente en un monocultivo, por ejemplo, donde solo hay una especie.

Se interpreta que valores menores a 2 son ecosistemas con una diversidad de especies relativamente baja, mientras que los mayores a 3 son altos. Las regiones de desierto son ejemplos de ecosistemas poco diversos.
Los bosques del trópico y los arrecifes, en contraste, son ecosistemas con una biodiversidad de especies bastante elevada.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i-1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

donde:

- S – número de especies (la riqueza de especies)
- p_i – proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): $\frac{n_i}{N}$
- n_i – número de individuos de la especie *i*
- N – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*).

Con base a esto se obtuvo la siguiente información

Cálculo del índice de Shannon-Weaver para el área del acueducto

No.	Nombre común	Nombre científico	Número de plantas por Hectárea	Pi	ln (Pi)	Pi x Ln(Pi)
1	Pirul	*Schinus molle*	146	0.7978142	-0.2258795	-0.1802099
2	Cachito/Huizache	*Vachellia farnesiana*	11	0.0601093	-2.8115909	-0.1690027
3	Ahuehuete	*Taxodium mucronatum*	6	0.0327869	-3.4177267	-0.1120566
4	Sauce	*Salix Babylonica*	9	0.0491803	-3.0122616	-0.1481440
5	Fresno	*Fraxinus uhdei*	11	0.0601093	-2.8115909	-0.1690027
Total			**183**	**1.00000**	**-12.27905**	**-0.77842**

El valor de H es 0.778

Respecto a los datos que nos arroja el índice de Shannon o índice de Shannon-Weaver resulto un valor de 0.778, muy bajo, lo que nos indica que es un ecosistema con una diversidad de especies relativamente baja. Es decir, estamos dentro de un ecosistema poco diverso. Y la diversidad claramente es baja pues fueron únicamente cinco las especies arbóreas encontradas.

A manera de resumen se puede mencionar que el predio donde se pretende construir el acueducto del proyecto de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para el aprovechamiento de la presa Guadalupe como fuente de agua potable para la zona metropolitana del Valle de México, presenta únicamente cinco especies arbóreas, de las cuales claramente el Pirul es la especie dominante.

Así mismo, la especies *Schinus molle* es la de mayor índice de Shannon en el tramo del acueducto del proyecto, que viene siendo la especie con mayor número de individuos presentes en esta área del proyecto.

Cálculo del índice de Shannon-Weaver para el área de la obra de toma

No.	Nombre común	Nombre científico	Número de plantas por Hectárea	Pi	ln (Pi)	Pi x Ln(Pi)
1	Eucalipto	Eucalyptus camaldulensis	503	0.8112903	-0.2091293	-0.1696646
2	Cedro blanco	Hesperocyparis lusitanica	37	0.0596774	-2.8188016	-0.1682188
3	Fresno	Fraxinus uhdei	68	0.1096774	-2.2102118	-0.2424103
4	Casuarina	Casuarina equisetifolia	12	0.0193548	-3.9448128	-0.0763512
Total			**620**	**1.00000**	**-9.18296**	**-0.65664**

El valor de H es 0.657

Respecto a los datos que nos arroja el índice de Shannon o índice de Shannon-Weaver resulto un valor de 0.657, muy bajo, lo que nos indica que es un ecosistema con una diversidad de especies relativamente baja. Es decir, estamos dentro de un ecosistema poco diverso. Y la diversidad claramente es baja pues fueron únicamente cuatro las especies arbóreas encontradas.

A manera de resumen se puede mencionar que el predio donde se pretende construir la Obra de Toma del proyecto de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para el aprovechamiento de la presa Guadalupe

como fuente de agua potable para la zona metropolitana del Valle de México, presenta únicamente cuatro especies arbóreas, de las cuales claramente el Eucalipto es la especie dominante.

Así mismo, la especie Eucalyptus camaldulensis es la de mayor índice de Shannon en el área de Obra de Toma del proyecto, que viene siendo la especie con mayor número de individuos presentes en esta área del proyecto.

7. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

De acuerdo con las actividades que se van a realizar para la construcción de la presa, la planta potabilizadora, el acueducto y aquellas complementarias, se identificaron los distintos impactos que se pueden generar en cada una de las matrices por etapa de cada obra el cual nos permitió valorar los acumulativos y los residuales.

RESUMEN DE IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS

Componente	Obra/Actividad	Impacto Relevante	Tipo	Impacto Residual	Impacto Acumulativo
Suelo	Desmonte y nivelación (planta)	Pérdida irreversible de capa fértil	Negativo/Permanente	Fertilidad reducida (60-70%)	+ Fragmentación agrícola
	Zanjas para tuberías (acueducto)	Compactación y erosión en derecho de vía	Negativo/Directo	Alteración de permeabilidad	+ Degradación de suelos
Agua	Extracción en la Presa Guadalupe	Reducción de caudal rio Cuautitlán	Negativo/Indirecto	Alteración de ciclos hidrológicos	+ Estrés hídrico
	Operación de planta	Vertidos de lodos de limpieza	Negativo/Continúo	Contaminación por sólidos suspendidos	+Posible Saturación de contaminantes
Biodiversidad	Deforestación (instalaciones)	Destrucción de hábitats	Negativo/Directo	Pérdida de conectividad ecológica	+ Presión sobre posibles corredores
	Construcción acueducto	Posible Fragmentación de corredores faunísticos	Negativo/Permanente	Barreras para mamíferos menores	+ Aislamiento genético de poblaciones
Aire/Ruido	Operación de maquinaria pesada	Emisiones de PM₁₀ y NO_x	Negativo/Temporal	Partículas residuales en época seca	+ Contaminación atmosférica ZMVM (sinergia con industria)
	Bombas de agua (planta)	Ruido constante (>75 dB)	Negativo/Continúo	Molestias crónicas en núcleos poblados	+ Contaminación acústica en obras sobre derecho de vía
Paisaje	Instalación de tanques y tuberías	Alteración visual de entorno rural	Negativo/Permanente	Pérdida de identidad paisajística	+ Homogeneización del territorio (proyectos infraestructura)

8. MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCION DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados los impactos ambientales tanto residuales como acumulativos, dentro del documento se propusieron varias actividades como medidas de mitigación y prevención con la finalidad de disminuir las afectaciones en cada una de las obras.

RESUMEN DE OBRAS PARA LA MITIGACION Y PREVENCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y ACTIVIDADES	COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACION	TIPO DE MEDDA	INDICADOR				
					NOMBRE	OBJETIVO	PERIODICIDAD	METODO DE CALCULO	FUENTE DE INFORMACION
Preparación del sitio	Nivelación del terreno(todas las obras)	Suelo (erosión)	Instalación de cercas sedimentables y cobertura vegetal temporal	Preventiva	Porcentaje de área estabilizada	Minimizar pérdida de suelo	Semanal	(Área con medidas / Área total intervenida) x 100	Informes (bitacoras)
	Movimiento de maquinaria pesada	Calidad del aire (emisiones)	Riegos de vías no pavimentadas y mantenimiento de maquinaria	Preventiva	Niveles de PMsub>10</sub>	Controlar emisiones de partículas	Diaria	Promedio de lecturas de monitoreo (µg/m³)	Medicion de calidad del aire con equipo portatil
	Excavación (acueducto y planta)	Ruido	Uso de barreras acústicas y horarios restringidos (7:00-18:00)	Correctiva (mitigacion)	Niveles de ruido (dB)	Evitar superar 65 dB en zonas residenciales	Diaria	Promedio de mediciones en perímetro	Sonómetros calibrados
Construcción	Instalación de estructuras flotantes (plataforma)	Calidad del agua	Colocación de mantas absorbentes de hidrocarburos	Preventiva	Concentración de aceites/grasas (mg/L)	Mantener niveles < 10 mg/L	Semanal	Análisis de laboratorio (Norma ISO 9377-2)	Muestras de agua
	Construcción de tuberías (acueducto)	No habra afectacion a flora y fauna	No habra afectacion a flora y fauna	Preventiva	Pode de arbolado	Solicitar el permiso requerido al municipio	Por actividad (cuando aplique)	() individuos podados / Total r	Muestreos
	Montaje de equipos (planta potabilizadora)	Residuos sólidos	Separación de escombros y reciclaje de metales	Correctiva (mitigacion)	Tasa de reciclaje (%)	Reciclar ≥60% de residuos	Mensual	(Peso metales reciclados / Peso total residuos) × 100	Registros de gestor de residuos
Operación y mantenimiento	Tratamiento de agua(planta)	Recursos hídricos	Sistema de reúso de aguas de lavado de filtros	Preventiva	Volumen de agua reutilizada (m³/mes)	Reducir extracción de fuentes naturales	Mensual	Lectura de caudalímetros de recirculación	Reportes de operación de planta (bitacoras)
	Distribución (acueducto)	Energía	Bombas de alta eficiencia y paneles solares	Preventiva	Consumo energético (kWh/m³)	Reducir consumo en 20% vs línea base	Trimestral	Energía total consumida / Volumen distribuido	Facturas eléctricas y medidores
	Mantenimiento plataforma	Paisaje	Diseño arquitectónico integrado y revegetación perimetral	Correctiva (mitigacion)	Registro de actividades	Evitar averías y fracturas en la plataforma	Bimestral	Numero de averías presentadas	Bitacoras de mantenimiento

CONCLUSIONES

Una vez concluido el proyecto y haciendo un análisis de los impactos y de cada una de las obras y actividades a realizar para cumplir con el objetivo, se puede determinar los siguiente:

1.- Con la construcción de la obra de toma, se estará utilizando la presión de la presa para la conducción del agua hasta la planta potabilizadora teniendo un ahorro importante en energía,

2.- Considerando que el proyecto se realizará en una zona conurbada, los impactos ambientales con respecto a la flora y fauna son casi nulos, debido a que en los muestreos no se identificó ninguna especie de importancia ecológica.

3.- Para la instalación del acueducto, se tendrá que remover vegetación principalmente en la obra de toma y en el trazo 1 y dos del acueducto por lo que se necesitara el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el Cambio de Uso de Suelo En terreno Forestales (CUSTF).

5. Para la construcción de la planta potabilizadora, no se llevará a cabo el derribo de arbolado, ya que el uso de suelo es agrícola.

6. Los impactos ambientales serán mínimos, ya que los únicos que pueden generarse es por emisiones atmosféricas por combustión y generación de residuos en cada una de las etapas del proyecto, sin embargo, se llevarán a cabo las actividades propuestas en el programa de manejo.

7.- Considerando que se pretende cubrir la necesidad de agua en algunos municipios, el proyecto se considera viable ecológica y socialmente, ya que los impactos son mínimos a comparación de la importancia de cubrir la problemática por el déficit de agua potable en algunos municipios del estado de México y delegaciones de la CDMX.