

FICHA TÉCNICA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL CAPULÍN, MUNICIPIO DE HUIXQUILUCAN.

SOLICITUD A LA INFORMACIÓN 000163/CAEM/IP/2017

JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA

Saneamiento de los causes, mejoramiento del entorno ambiental, PROTEGER LA SALUD PÚBLICA, CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE TRATAMIENTO, IMPULSAR EL REUSO DE AGUA TRATADA

OBJETIVO DE LA OBRA

Con la construcción de las plantas de tratamiento el Capulín y de la Cabecera Municipal estas aguas serán tratadas con lo que se protegerá los recursos hídricos para cumplir con la normatividad respectiva en materia de aguas residuales y elevar la calidad de vida de los habitantes.

¿A CARGO DE QUIEN ESTA LA OPERACIÓN?

Una vez que las plantas de tratamiento sean concluidas, estabilizadas y puestas en operación, serán entregadas por la Comisión del Agua del Estado de México al H. Ayuntamiento de Huixquilucan para su operación y mantenimiento. A través del Organismo Público Descentralizado Sistema Agua de Huixquilucan.

CAPACIDAD DE LA PTAR

CAPULIN 50 LPS

CABECERA MUNICIPAL 50 LPS

NORMA A CUMPLIR EN LAS DESCARGAS DE LAS PTAR:

CAPULIN NOM 003 SEMARNAT 1997

CABECERA MUNICIPAL: NOM 003 SEMARNAT 1997

Capulín en proceso de licitación, cabecera municipal en programa para el año 2013.

INVERSIÓN:

28.5 MDP

1. ANTECEDENTES

El gobierno del Estado de México, a través de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), promueve acciones orientadas a la recuperación de las cuencas hidrológicas, en particular el desarrollo de infraestructura para proteger la calidad de los recursos hídricos de una de las cuencas hidrológicas con mayor contaminación.

Para lograr esta tarea, el Gobierno Estatal y Municipal de Huixquilucan, Estado de México, impulsa el desarrollo e instalación de infraestructura para el tratamiento de agua residual de El Capulín y con ello cumplir los límites máximos permisibles de descarga de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-004-SEMARNAT-2004 y demás normatividad aplicable.

1.1. Importancia del agua y su tratamiento

El agua es el elemento más importante para la vida en la Tierra. El 70% del planeta está formado por agua. A su vez, el ser humano y la mayoría de animales están constituidos por un 70% de agua, y las propias células de nuestro interior, en similar proporción están compuestas por agua. Estas cifras nos ponen en antecedente sobre la importancia biológica y funcional que tiene el agua para la vida y para los seres vivos que habitamos la Tierra.

Sin embargo, en los últimos años, la contaminación del agua se ha incrementado debido a descargas de aguas residuales domésticas e industriales, que se vierten sin tratamiento previo en los cuerpos de agua receptores y con ello, la disposición de agua de calidad se ha disminuido sustancialmente.

Por lo anterior, el tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora del ambiente, la salud y la calidad de vida. En México, debido a la insuficiente infraestructura, la falta de mantenimiento y de personal calificado, sólo el 36% de las aguas residuales generadas recibe tratamiento, lo cual crea la necesidad de desarrollar e implementar tecnología para su tratamiento.

1.2. Cumplimiento de leyes y normas

1.2.1 Ley de aguas nacionales

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de aguas nacionales. Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

En el Artículo 29 bis, se destacan las siguientes obligaciones de los asignatarios: descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo

con las Normas Oficiales Mexicanas o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso, y procurar su reúso, asimismo, se deberán asumir los costos económicos y ambientales de la contaminación que provocan sus descargas, así como asumir las responsabilidades por el daño ambiental causado.

1.2.2 Ley Federal de Derechos

Establece los derechos que deben ser pagados por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público.

El Artículo 276 establece que todas las personas físicas o morales que descarguen en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en ríos, cuencas, causes, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, así como los que descarguen aguas residuales en el suelo o las infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, deberán pagar el derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de dichas descargas, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

El Artículo 278 establece que por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, se causará el derecho de acuerdo con el tipo del cuerpo receptor en donde se realice la descarga, conforme al volumen de agua descargada y los contaminantes vertidos, en los que se rebasen los límites máximos permisibles establecidos en esta Ley.

En el Artículo 278-A se clasifican los cuerpos de propiedad nacional, receptores de las descargas de aguas residuales en tipo A, B y C. El municipio de Huixquilucan se localiza en la cuenca del río Pánuco, clasificado como tipo B.

1.2.3 NOM-001-SEMARNAT-1996

Esta Norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, de acuerdo al tipo de cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos.

El objeto de esta Norma es proteger la calidad y posibilitar los usos de las aguas y bienes nacionales. Sirve como pauta para determinar la calidad del agua tratada, ya que indica los parámetros y las concentraciones límite para su cumplimiento, de acuerdo al tipo de cuerpo receptor.

La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible de las tablas que se encuentran en esta Norma.

1.2.4 NOM-004-SEMARNAT-2002

Esta Norma establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final. Aplica a todos los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de agua. Para posibilitar su uso o aprovechamiento, se deberá recabar la constancia necesaria para manejarse como residuos no peligrosos y se deberá controlar efectivamente la atracción de vectores.

Los biosólidos se clasifican en tipo excelente y bueno en función de su contenido de metales pesados y en clase A, B o C en función de su contenido de patógenos y parásitos. El aprovechamiento de los biosólidos, se establece en función del tipo y clase, siempre que su contenido de humedad sea menor al 85%. La aplicación de los biosólidos en terrenos con fines agrícolas y mejoramiento de suelos, se sujetará a la Ley Federal de Sanidad Vegetal y la normatividad vigente en la materia.

Los sitios para la disposición final, serán los que autorice la autoridad competente. Los lodos y biosólidos pueden ser almacenados hasta por un periodo de dos años en el predio habilitado para que no existan infiltraciones al subsuelo y contar con un sistema de recolección de lixiviados.

El generador de lodos y biosólidos, por medio de laboratorios acreditados, debe realizar los muestreos y análisis correspondientes para demostrar el cumplimiento de la presente Norma.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LOCALIDAD

2.1. Ubicación geográfica

El municipio de Huixquilucan se localiza en la parte centro del estado de México, en la vertiente oriental del Monte Las Cruces y pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Limita al Norte con los municipios de Naucalpan de Juárez y Xonacatlán, al Sur con el municipio de Ocoyoacac y Acopilco (Distrito Federal), al Este con Chimalpa (delegación Cuajimalpa) y al Oeste con el municipio de Lerma (Figura 1).

Sus coordenadas son 19°18'07" y 19°26'27" de latitud Norte y 99°14'10" y 99°24'15" de longitud Oeste, a una altura variable que va de los 2,501 a los 3,500 msnm. Su territorio tiene una extensión de 143.52 km².

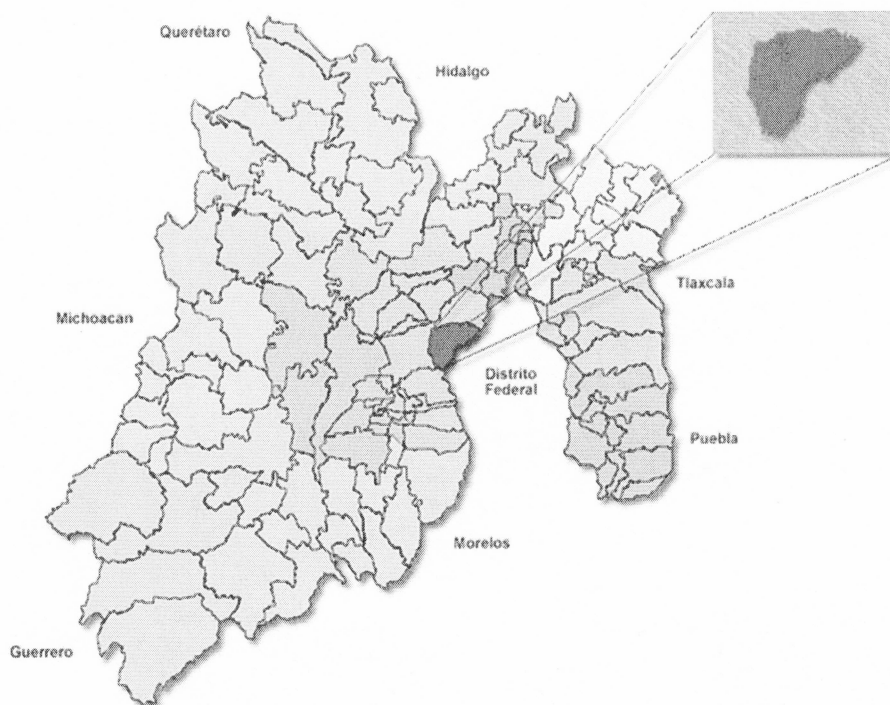


Figura 1. Localización del municipio de Huixquilucan, estado de México.

2.2. Clima

Los climas que predominan en Huixquilucan responden a la altitud de su territorio y a los vientos dominantes de noreste y suroeste. De acuerdo con el INAFED, en Huixquilucan predominan tres tipos de clima: el ETH frío, ACWG semicálido y el BSCWKG semiseco. Su temperatura oscila entre 6 y 12 °C. La precipitación pluvial va de 900 a 1,100 milímetros. La temporada de lluvias inicia a mediados del mes de abril y concluye en septiembre.

2.3. Hidrología

El municipio pertenece a la región hidrológica del Pánuco (RH26), concretamente a la cuenca del Río Moctezuma. Los ríos y arroyos que drenan por el territorio pertenecen a la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces caracterizada por ver nacer a la mayoría de los afluentes en las partes altas, de las que escurren a través de barrancas y cañadas que tienen en promedio cortes profundos de 40 a 100 metros.

Actualmente, hablar de recursos hidráulicos es referenciar las escasas corrientes perennes e intermitentes que aún persisten. Anteriormente, había cuatro ríos: San Francisco, San Francisco el Viejo, Magdalena y San Martín, este último nace en Atlapulco, por el llano de Salazar y anteriormente formaba una gran corriente integrada por los afluentes de siete manantiales. De los ríos y más de sesenta manantiales que fueron captados en su mayoría por el Sistema Cutzamala para proporcionar de agua a los habitantes del Distrito Federal, sólo quedan los cuantos que benefician a algunas poblaciones.

El territorio municipal tiene en general una mediana capacidad de infiltración del agua pluvial que oscila entre 26 a 50%, la cual se ve disminuida por la mancha urbana y la deforestación a la que están sujetas diversas áreas; sin embargo, cabe señalar que en la parte oeste del Municipio y en algunas zonas centrales, el substrato geológico permite una alta capacidad de infiltración del agua de lluvia mayor al 80%, gestión que favorece la recarga de los acuíferos pertenecientes al Valle de México.

2.4. Principales ecosistemas

2.4.1 Flora

En Huixquilucan destaca su vegetación de bosques en extensas áreas del territorio, así como su diversidad de ecosistemas acordes con las características propias del clima, del relieve y de los suelos; en estos bosques se observan, además de la vegetación arbórea de los estratos arbustivo y herbáceo, cuya abundancia es un indicador de la alteración a la que ha estado sujeta por la tala forestal, cambios en el uso del suelo para la agricultura y ganadería, así como para el crecimiento urbano o la explotación de minerales no metálicos. Dichos fenómenos han impactado de forma relevante el estado y abundancia de árboles, favoreciendo la erosión hídrica y eólica de los suelos en zonas con pendientes moderadas y altas, disminuyendo la infiltración del agua pluvial para alimentar a los acuíferos de la zona.

Los tipos de vegetación que en la actualidad han subsistido a los problemas planteados previamente son los siguientes:

En las regiones Sur, Este y Oeste, el paisaje se integra por montes, cañadas y barrancas que mantienen bosques templados y fríos formados por coníferas como oyamel, encino, pino, aile y cedro. Abundan también el ocote y plantas sin uso específico y una gran cantidad de hongos comestibles y no comestibles.

En la parte Norte y Nordeste del municipio, el paisaje se presenta con llanos y lomeríos de vegetación silvestre como las xerófitas o cactus, herbáceas, zacatales y encinos. En las barrancas se observan madroños, tejocote, pirúl, tepozán, huisache y robles.

2.4.2 Fauna

Huixquilucan se distingue por su diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre que tienen como hábitat los bosques, cañadas y barrancas entre las que destacan el cacomiztle, la ardilla, la liebre, la tuza, el tlacuache, el armadillo, el hurón, la rata de campo, el tejón, el zorrillo y la zorra gris en peligro de extinción. De las aves se encuentran el gorrión, popurrí, ceniztonle, candelaria, cardenal, golondrina, calandria, halcón peregrino, gavilán, lechuza y zopilote.

También se ha observado la presencia de una especie endémica del Estado de México, el camaleón (*Phrynosoma Orbiculare*), el cual está en peligro de desaparecer.

La fauna del Municipio está sujeta a presiones considerables como consecuencia de la alteración, degradación e incluso desaparición de zonas boscosas de distintas áreas, causando un fuerte impacto en la fauna de esta región. Asimismo el crecimiento de la

zona urbana ha provocado la migración de la fauna silvestre del territorio hacia partes altas y alejadas de los asentamientos humanos.

2.5. Población

2.5.1 Demografía

Huixquilucan, al igual que la mayoría de los municipios que forman parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, ha sufrido en los últimos 60 años un incremento significativo en su población, casi duplicándola cada 10 años.

El último conteo de población indica que el 90.48% de la población municipal (198,994 habitantes) es considerado como Urbano, al asentarse en comunidades mayores a los 2,500 habitantes y sólo el 9.52% (25,048 habitantes) es considerado como rural o semirural al asentarse en comunidades dispersas menores a los 2,499 habitantes. Cabe destacar que ningún asentamiento municipal supera los 500 mil habitantes. La población del municipio en su totalidad representa el 1.66% del total estatal.

Es importante mencionar que la densidad de la población en el municipio sigue incrementándose aunque a un ritmo menor, ya que en el año 2005 existían 1,561 personas por km², en 2009 1,712 personas por km² y en 2011 1,790 personas por km².

2.5.2 Población indígena

En todas las localidades del municipio habitan personas de 3 años y más que hablan una lengua indígena. Esta situación es frecuente en localidades como Magdalena Chichicarpa (228), Jesús del Monte (176) y El Hielo (166). En cambio, en las localidades de Barrio del Río y El Vivero se observa una menor incidencia (con 3 cada uno). Hay un mayor número de mujeres indígenas con respecto a los hombres. En relación con la población total, las personas que hablan una lengua indígena corresponden a 1.5%.

Por otra parte, 1,920 hogares se encuentran censados como indígenas y en ellos habitan en total 8,337 personas.

2.5.3 Religión

La población de Huixquilucan es mayoritariamente católica (89%), aunque también hay creyentes judaicos (5%), protestantes y evangélicos (2.5%) y de otros credos (3.5%). Por ello que las tradiciones se encuentran profundamente arraigadas entre los huixquiluquenses, quienes viven intensamente sus festividades religiosas.

2.6. Actividades económicas

2.6.1 Sector primario

En Huixquilucan las principales actividades económicas primarias son la agricultura con un valor de \$18,563,000.00; la ganadería, cuya principal producción es el canal porcino

con 181 toneladas. Hay un escaso equipamiento para el apoyo de los productores agrícolas y una infraestructura insuficiente del rastro municipal. El 80% de los mercados públicos no opera de manera adecuada. Otras actividades de este sector en el municipio son la pesca, minería y explotación forestal.

2.6.2 Sector secundario

La actividad económica secundaria que presenta un mayor valor de ventas es el de la energía eléctrica con \$ 141,787,000.00 tan solo en el 2010.

Asimismo, en este rubro se ubican fábricas de tabique, tabicón, ladrillos y tejas, artículos de aseo, muebles, fundición y moldeo de piezas metálicas, confección de ropa, productos farmacéuticos, perfumes y cosméticos, edición de libros, juguetes de plástico y alimento.

2.6.3 Sector terciario

Las actividades económicas terciarias (comercio, transportes, comunicaciones y servicios financieros) en 2010 se vieron favorecidas con una inversión pública ejercida por un monto de \$ 302,152,000.00 de los cuales \$ 46,000,000.00 fueron destinados para el fomento al desarrollo económico. Se cuenta con un índice de especialización en el sector terciario por encima del índice estatal en 1.25.

Existe la posibilidad de establecer convenios con universidades y centros tecnológicos para el desarrollo de proyectos empresariales, así como incentivar el crecimiento de la economía del municipio a través de diversas y variadas fuentes de financiamiento.

2.7. Vivienda

De acuerdo con los datos Censales de 1970 en el municipio existían 5,000 viviendas, cantidad que para el año 2000 aumentó a 42,684, un incremento 8 veces mayor con respecto a ese año. En contraste, el número de habitantes por vivienda pasó de 6.71 en 1970 a 4.53 para el año 2000.

Para el año 2005 las viviendas del municipio aumentaron a 53,274, lo que representa un incremento de 10,590 viviendas en 5 años, con un índice de hacinamiento de 4.21 habitantes por vivienda.

Con respecto a las características de los materiales de construcción de las viviendas en el municipio, de acuerdo al Censo del año 2000, 42,684 viviendas tenían techos de losa o ladrillo, 4,199 de lámina de asbesto o metálica y 484 de teja. Con respecto a los muros, el 88.57% de las viviendas contaban en su construcción con tabique o ladrillo y el 62.44% tenían piso de cemento o firme y sólo el 3.29% tenía piso de tierra.

Dentro de los principales aspectos que diferencian las zonas del municipio son las características de la vivienda, así, al Este de la autopista Chamapa-La Venta se localiza la zona de fraccionamientos y conjuntos urbanos residenciales, en los cuales los tipos y materiales de las viviendas son diferentes a los que existen en las zonas populares de esta parte del territorio y de las localidades ubicadas al Oeste de dicha autopista, donde

se encuentran en su mayoría viviendas unifamiliares en grandes lotes con una densidad con una densidad de vivienda media de 47.18 viviendas por hectárea.

De acuerdo con la tipología de las viviendas y su dotación de servicios se identifican las siguientes zonas homogéneas:

Vivienda alta plurifamiliar con servicios: Se localiza en los siguientes fraccionamientos y conjuntos urbanos: Villa Florence, Toledo, Frondoso, Real de Country, Residencial Club de Golf, Valle de las Palmas y La Enramada y Bosque Real.

Vivienda alta unifamiliar con servicios: se localiza en las fraccionamientos y conjuntos urbanos: Lomas de Tecamachalco Sección Bosques I y II y Sección Cumbres, Balcones de la Herradura, Parques de la Herradura, Jardines de la Herradura, La Herradura, Rinconada de la Herradura, Lomas Anáhuac, Bosque de las Lomas, Lomas del Sol, Lomas de las Palmas, Paseo de las Palmas, Bosque Real.

Vivienda media unifamiliar con déficit de servicios: se encuentra en la Cabecera Municipal. Vivienda media y popular unifamiliar con servicios: se localiza en una zona inmediata a la Av. Palo Solo y el fraccionamiento Rinconada de la Herradura.

Vivienda popular unifamiliar con déficit de servicios: existe en las colonias populares de la zona urbana y en los poblados rurales.

Vivienda precaria con déficit de servicios: se encuentra principalmente en los asentamientos irregulares y en otras localidades como El Hielo, El Guarda, El Arenal, El Trejo y La Magdalena Chichicarpa.

2.8. Cobertura de servicios

2.8.1 Servicios básicos

Agua potable

El Organismo Público Descentralizado Sistema de Aguas de Huixquilucan está dotado de capacidad y personalidad jurídica propia, que tiene por objeto prestar los servicios de suministro de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales. La cobertura de este servicio es a través de las redes de distribución primaria y secundaria con una longitud de 55,800 y 179,300 metros, respectivamente, así como el servicio de tanques cisterna (pipas) por escasez de líquido y en los lugares que no existe una fuente de abastecimiento ni infraestructura hidráulica.

El consumo promedio por habitante en la zona rural fluctúa entre 80 y 200 litros al día, en la zona popular es de 100 a 250 y en la zona residencial de 250 a 350 litros, lo que representa un volumen mensual de 1,683,000 m³ mensuales y un consumo anual de 20 millones de m³. El municipio cuenta con un pozo profundo denominado Pozo I, La Herradura, con capacidad de la fuente (m³/s) de 27 lps, que aporta 3.20% del consumo total.

Drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

En el Municipio, el volumen promedio de agua es de 1,683,000 m³ mensuales y el consumo anual es de 20 millones de m³. La longitud de red de distribución primaria es de 55, 800 metros, mientras que la red secundaria es de 179, 300 metros.

Los puntos de descarga tienen como característica ser doméstico-comercial y desembocan en tres lugares que son Río San Joaquín, Río La Pastora y Río Hondo.

Electrificación y alumbrado público

El Municipio de Huixquilucan cuenta con un total de 41,937 tomas de luz de las cuales 38,465 pertenecen al sector doméstico y 3,472 al industrial y comercial. En las condiciones o características de la red de distribución primaria y secundaria se observa que la principal problemática es el cable deteriorado en 47 localidades. Por otra parte, en lo referente a los circuitos eléctricos en los que se divide el Municipio, se detecta la problemática de que 560 de ellos se encuentran en mal estado y corresponden a 19 localidades. Por su parte, en lo referente a luminarias se reporta que de un total de 16,309 están descompuestas 350.

2.8.2 Educación

Las estadísticas escolares muestran que de los 79,971 habitantes del municipio que se encuentran en un rango de 5 a 24 años de edad, el 54.82% estudia en alguna institución educativa municipal.

El nivel básico educativo comprende más del 50% del alumnado total del municipio y los niveles medio, medio superior y superior, dicho porcentaje disminuye debido a que la oferta educativa se reduce drásticamente. Los índices de reprobación y deserción en general aumentan considerablemente en los niveles de secundaria, medio superior y superior, debido a factores económicos, familiares y a la falta de alguna oferta.

La zona popular del municipio, debido a la alta tasa de población flotante con la que cuenta, es la que presenta un mayor índice de deserción a nivel básico.

2.8.3 Salud

En materia de salud, 59.31% de la población total de Huixquilucan cuenta con seguridad social, cifra que se integra por 13.13% de aquellos que están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social y 3.47% de la población cuenta con acceso al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado. La cobertura de salud es proporcionada en un total de 54 establecimientos, clasificados en cinco principales tipologías: Centros de Salud Urbano con 39, Centros de Salud Rural con 10, tres Hospitales Regionales y una unidad tanto para Clínicas Generales como para Hospital General del IMSS. Con toda esta infraestructura de salud se atiende a un 88.2% de la población, aunque el número de médicos que atiende en los hospitales públicos resulta aún insuficiente para atender la demanda. La cobertura de salud privada se otorga en el Hospital Ángeles de las Lomas y en el Centro Médico Interlomas.

2.9. Infraestructura existente

2.9.1 Vías de comunicación

En lo que respecta a las vialidades primarias el Municipio cuenta con 6 de carácter local y 6 regionales que lo conectan con Naucalpan de Juárez y Cuajimalpa de Morelos, así como con la Carretera Federal Naucalpan-Toluca y la Autopista Chamapa-Lechería.

Hay también 16 vialidades secundarias a nivel local y 2 a nivel regional que realizan la función de unir a Huixquilucan con el municipio de Naucalpan de Juárez y con el Distrito Federal a través de la Delegación Cuajimalpa de Morelos. En términos generales, las vialidades existentes aún son insuficientes para atender el creciente tráfico vehicular.

2.9.2 Abasto y comercio

El rastro municipal presenta una situación donde se manifiestan carencias de espacio en corrales, de un adecuado mantenimiento y falta de equipo. Sin embargo, cuenta con los servicios básicos de agua, drenaje y recolección de desechos y está certificado ante el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM).

Por otro lado, de los cinco mercados y tianguis dentro de la municipalidad, cuatro operan en mal estado físico aunque los cinco presentan problemas de alteración de vías de comunicación. Lo anterior obliga al municipio a tomar acciones urgentes para regular la situación y mantener el control del abasto y comercio al interior del territorio municipal.

2.9.3 Instalaciones deportivas

Los módulos deportivos que existen en el municipio proporcionan una cobertura de atención para 14,000 usuarios. Hay 17 asociaciones y clubes deportivos según consta en los archivos del Instituto Municipal de Cultura Física y Deporte. Huixquilucan ha tenido dos competidores destacados a nivel internacional en las artes marciales. La presencia de área verde urbana es de 1.38 kilómetros cuadrados.

2.9.4 Oficinas postales

El municipio actualmente cuenta con tres Administraciones de Correos atendiendo a todo el municipio. La de mayor antigüedad se ubica en la cabecera municipal y se encarga de los barrios, pueblos y rancherías. Las colonias populares como San Fernando, El Olivo y La Retama tienen a la administración en la colonia Jesús del Monte. Por su parte, los fraccionamientos residenciales son atendidos por la administración ubicada en la colonia Lomas de Chapultepec.

Asimismo, cuenta con una oficina de telégrafos, instalada en la cabecera municipal, donde se envían y reciben telegramas, giros y cuenta con servicio de fax.

Actualmente el municipio de Huixquilucan no cuenta con infraestructura en materia de tratamiento de aguas residuales. Las aguas negras de la cabecera municipal en su mayoría se vierten a los diferentes cauces de ríos como son El San Carlos, la Pastora, el San Joaquín entre otros que se encuentran dentro de la Subcuenca Valle de México y conducidas a la Presa el Capulín y a la Presa San Javier para tener como disposición final

el Emisor Poniente originando contaminación al entorno ambiental y problemas de salud pública.



3. DATOS DE DISEÑO

En la **Tabla 1** se presentan los datos de diseño, a partir de los cuales se diseñaron las unidades que integran el sistema de tratamiento.

Tabla 1. Datos de diseño del sistema de tratamiento

PARÁMETROS DE DISEÑO	VALOR	UNIDAD
Gasto mínimo	30	lps
Gasto medio	50	lps
Gasto máximo instantáneo	120	lps
Demanda Química de Oxígeno	795	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	340	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	310	mg/L
NKT	49	mg/L
Fósforo total	23.25	mg/L
Temperatura mínima del agua	15	°C
Temperatura máxima del agua	20	°C

4. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

4.1. Composición del agua residual

Para conocer las características del agua residual, se realizó un muestreo en el afluente de la presa, obteniendo tres muestras compuestas, los resultados de los principales parámetros de diseño se presentan en la Tabla 2. Los resultados en detalle de cada uno de los muestreos se presentan en el Reporte de Muestreo, Documento No. 0020.

Tabla 2. Composición del agua residual del proyecto El Capulín

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MEDIA ARITMÉTICA	MÁX	MÍN
DBO ₅	mg/L	297	367	279	314.33	367	279
DQO	mg/L	331	1130	288	583.00	1130	288
Sólidos suspendidos totales	mg/L	235	185	153	191.00	235	153

En la Tabla 3, se presenta la composición típica del agua residual de acuerdo a la literatura

Tabla 3. Composición típica del agua residual doméstica¹

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES		
		FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos suspendidos totales	mg/L	350	200	100
Sólidos sedimentables	mg/L	20	10	5
DBO ₅	mg/L	300	200	100
DQO	mg/L	1000	500	250
Nitrógeno total	mg/L	85	40	20
Fósforo total	mg/L	20	10	6
Grasas y aceites	mg/L	150	100	50
Huevos de helminto	org/L	10	7	4
Coliformes fecales	NMP/100mL	2.20E8	---	1.47E8

¹ SEDUE, 1985. Elementos para Operación de Plantas de Tratamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Dirección

4.2. Calidad esperada

4.2.1 Agua tratada

Las características esperadas del efluente del sistema de tratamiento se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Calidad del efluente esperado

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
Demanda Química de Oxígeno	≤ 120	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	≤ 10	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	≤ 10	mg/L
N _{org}	2	mg/L
N _{total}	≤ 10	mg/L
P _{total}	≈ 16.5	mg/L

4.2.2 Lodo

Para el manejo y disposición de los lodos biológicos generados se tomarán en cuenta las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, en la que se establecen los límites máximos permisibles para los biosólidos provenientes del tratamiento de las aguas residuales, para su disposición y aprovechamiento que a continuación se enlistan:

- ✓ Concentración límite de metales pesados (Tabla 1 de la NOM-004-SEMARNAT-2002).
- ✓ Reducción de patógenos a clase A o clase B (Tablas 2 y 3 de la NOM-004-SEMARNAT-2002).
- ✓ Frecuencia de muestreo y análisis para lodos y biosólidos (Tabla 4 de la NOM-004-SEMARNAT-2002).
- ✓ Cumplir con una de las opciones mostradas en el Apéndice Normativo A de la NOM-004-SEMARNAT-2002 para la reducción de vectores de atracción.

5. COMPONENTES DE LA PLANTA

En la Figura 2 Se presenta el Diagrama de Flujo de la PTAR Capulín.

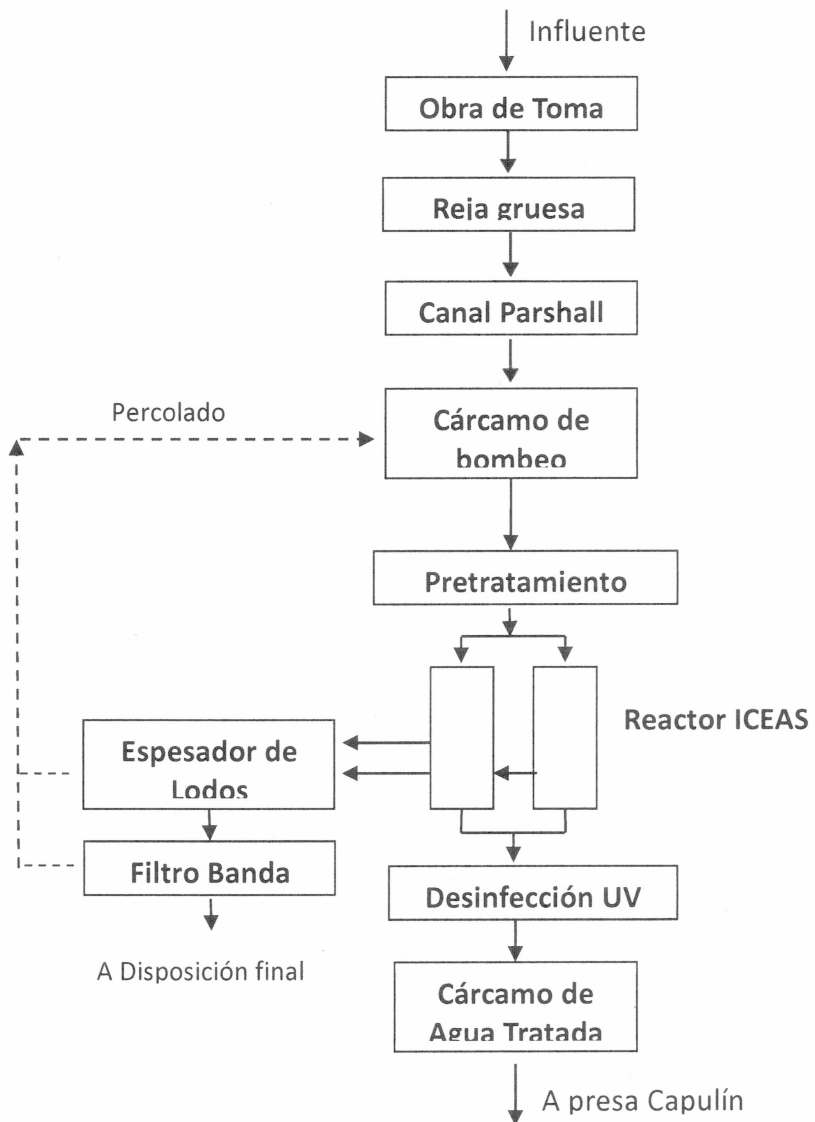


Figura 2. Diagrama de flujo PTAR Capulín

5.1. Tratamiento biológico aerobio

El tratamiento biológico propuesto está dado por la implementación del sistema ICEAS®, el cual es un acrónimo de Intermittent Cycle Extended Aeration System (Sistema de aireación extendida de ciclo intermitente). El uso de dicho sistema simplificará la operación de la planta en global y reducirá costos. Comparado con otras tecnologías, las diferencias con respecto a los detalles de proceso, requerimientos de equipo y el costo de inversión, son significativas. El arreglo del sistema de tratamiento considera dos reactores ICEAS®.

5.1.1 Descripción del proceso ICEAS®

El sistema ICEAS® combina la tecnología de flujo continuo de lodos activados con una operación intermitente del sistema. El sistema utiliza un solo tanque en el que los lodos activados son mezclados y aireados a lo largo de varios ciclos predeterminados. La separación de sólidos y líquidos se produce en el ciclo en el cual la aireación está apagada. Durante la última parte del ciclo en el que la aireación está apagada, las aguas residuales tratadas se decantan de la superficie del líquido. Un flujo continuo entra al tanque en todo momento. De esta manera, las funciones de igualación del flujo, la oxidación biológica, nitrificación, desnitrificación, eliminación biológica de fósforo, sedimentación secundaria y la estabilización biológica de lodos pueden ser llevadas a cabo en un solo tanque. La duración de un ciclo es específico para cada aplicación de diseño (Figura 4 y 5).

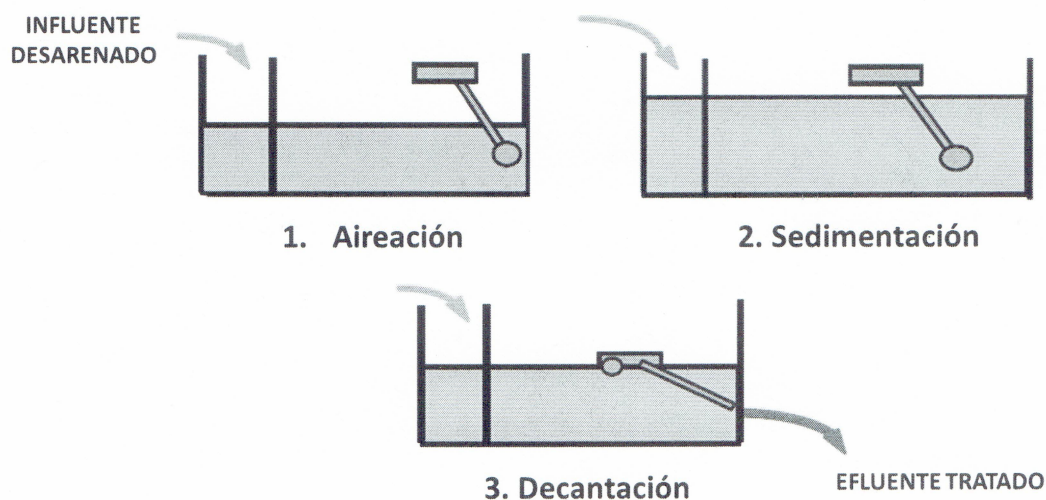


Figura 3. Descripción proceso ICEAS

Bajo condiciones de flujo en época de lluvias, la planta opera con un tiempo de ciclo más corto para poder manejar adecuadamente el aumento de flujo. Un sensor detecta el nivel de alto flujo y activa el ciclo de tormenta, poniendo inmediatamente el tanque en modo de sedimentación. Después de que el nivel del tanque cae por debajo del nivel de tormenta, el sistema se reanuda con ciclos normales.

En el sistema ICEAS®, los tanques generalmente son operados por parejas con los ciclos de tiempo de tal manera que el aire se alterna entre los dos tanques. Cada par de tanques trabaja con un soplador en operación, repartiendo el aire de un tanque a otro a través de válvulas automáticas de control.

Las principales características y ventajas de utilizar el sistema ICEAS® en esta aplicación, en comparación con las tecnologías competidoras son:

- 1) El sistema ICEAS® incorpora una zona de pared de pre-reacción. Estas características proporcionan una ventaja significativa sobre otros sistemas SBR.
 - ✓ Permite al operador trabajar cada tanque en un modo de flujo continuo. Esto es muy útil para los periodos de bajo flujo como en el arranque o cuando un tanque está fuera de servicio.
 - ✓ Ofrece una zona de selección con un alto margen de F:M mejorando así la eliminación de nutrientes y creando lodos de una mejor calidad que sedimentan más rápido.

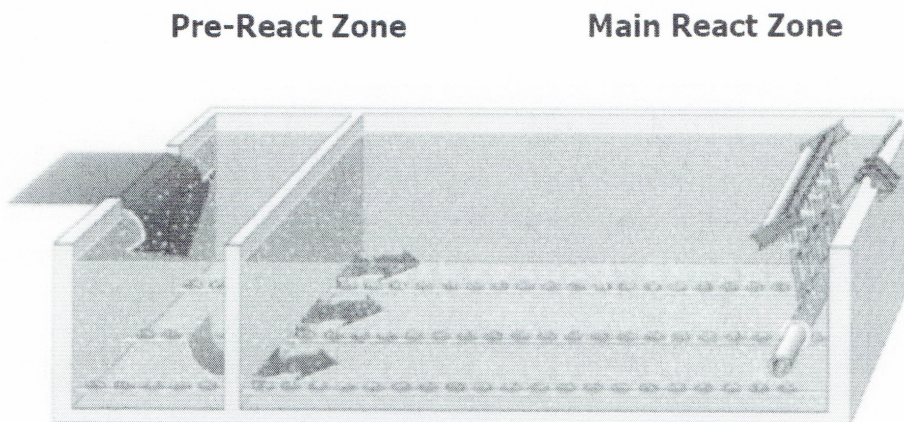


Figura 4. Zonas del reactor ICEAS

- 2) El sistema ICEAS ® ofrece flexibilidad operacional considerable. Una simple modificación del programa de control, permite al operador cambiar los parámetros del proceso para la eficiencia óptima de funcionamiento.
- 3) El sistema patentado de decantación asegura que los sólidos no pasarán, ya que está fuera del líquido durante el proceso de aireación y sedimentación. El actuador del decantador es accesible desde la pared del tanque. Esto elimina la necesidad requerida con decantadores flotantes para entrar en el tanque y dar servicio a los actuadores.
- 4) La planta ICEAS ® está diseñada para tratar el flujo promedio y pico, asegurando el cumplimiento de los límites máximos permisibles de acuerdo a la Normatividad aplicable. Además, ICEAS ® tiene la capacidad para manejar los flujos extraordinarios durante un tiempo prolongado con ningún o muy leve cambio en la calidad del efluente.
- 5) ICEAS ® prescinde de los clarificadores primario y secundario y sus instalaciones asociadas para el bombeo de lodos de recirculación, eliminando así los costos de capital asociados en obra civil y demanda de energía de este equipo.
- 6) Debido a que hay menos equipos mecánicos, desgaste mecánicos y costos por mantenimiento en la planta ICEAS ®, éstas son sustancialmente menores en relación a una planta convencional.
- 7) La configuración del ICEAS ® garantiza que la partida sustancial de lodos, que se producen en los sistemas convencionales sin equilibrio en el flujo durante los caudales pico, no se producirá. La pérdida de lodos en un sistema convencional da lugar a importantes problemas en el control del proceso, que pueden terminar en un incumplimiento de la Normatividad a cumplir para la descarga.
- 8) Para una alta eficiencia de transferencia de oxígeno y operación libre de mantenimiento, el ICEAS ® utiliza un sistema de aireación de disco de membrana de burbuja fina SANITAIRE.

5.2.Desinfección

La desinfección del efluente se realizará mediante radiación ultravioleta. De esta forma se podrá cumplir con el límite permisible de 200 NMP/100 mL.

El sistema de desinfección por UV será instalado en la tubería de descarga. El rango de radiación de 200 a 300 nm es suficiente para destrozarse el ADN, membranas celulares, proteínas y enzimas de los patógenos.

Se eligió la desinfección por UV porque es un sistema que reduce el costo de inversión y los costos de operación. No se requieren tanques de contacto ni químicos adicionales.

5.3.Tratamiento de lodos

5.3.1Espesador de lodos

Los lodos activados en exceso a los requerimientos de recirculación son bombeados por una bomba sumergible a un espesador por gravedad. Cada tanque tiene su propia bomba sumergible conectada a un sistema de control coordinado por el sistema SCADA.

El espesador circular será aislado por una cerca para cumplir con la seguridad. El contenido de materia seca después del proceso debe alcanzar el 3.5%. Los parámetros de diseño se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros de diseño del espesador de lodos

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
Cantidad máxima diaria de lodos	1,222	Kg/d
Concentración de lodos	7.4	g/L
Carga superficial	43	Kg/m ² .d
Tiempo de retención	1.0	d
Concentración final	3.5	%
Volumen final	35	m ³ /d
Bombeo al día	8.0	h
Volumen bombeado	7.6	m ³ /h
Número de unidades	1.0	--
Diámetro del tanque	6.0	m
Profundidad en perímetro	3.2	m
Profundidad en el centro	3.5	m

5.3.2Deshidratación

La deshidratación de los lodos se realizará mediante dos filtros prensa de banda. Al finalizar el proceso, la concentración en materia seca debe alcanzar el 18%. El líquido extraído de los lodos será recirculado por gravedad al cárcamo de bombeo de agua cruda para que pase de nuevo por el tratamiento biológico.

6. DATOS TÉCNICOS SISTEMA C-TECH

Dentro de la solución tecnológica, se proporcionarán dos tanques C-Tech de acuerdo a los datos presentados a continuación. Se llevará a cabo la estabilización de los lodos dentro de los mismos tanques con tal de reducir consumo de energía, requerimientos de espacio, y gastos de operación.

Tabla 6. Parámetros de diseño. Sistema C-Tech

DISEÑO HIDRAULICO			
Fases de Ciclo		Epoca de Sequia	Epoca de Lluvia
Aireación	h	2.00	1.50
Sedimentación	h	1.00	0.75
Decantación	h	1.00	0.75

Tiempo de llenado	h	2.00	1.50
Tiempo total de ciclo	h	4.00	3.00
Ciclos/d	--	6.00	8.00
Aireación/d	h	12.00	12.00
No. de reactores	--	2.00	
DIMENSIONES DE LOS REACTORES			
Largo	m	36.00	
Ancho	m	14.50	
Area	m ²	522	
Nivel de agua máximo	m	6.00	
Profundidad de decantación	m	1.24	
Nivel de agua mínimo	m	4.76	
		volumen por tanque	volumen total
Volumen máximo	m ³	3,132	6,264
Volumen mínimo	m ³	2,484	
PRODUCCION DE LODOS			
Edad de lodos aerobios	d	10.15	
Edad total de lodos	d	20.30	
			kg/d
Producción biológica de lodos	kg/kg DBO	0.83	1.222
Producción química de lodos	kg/kg DBO	0.00	0.00
Producción total de lodos	kg/kg DBO	0.83	1.222
Total de lodos extraídos	m ³ /d	166	
SSLM	mg/l	7.365	

6.1 Distribución de los difusores en los reactores

Un sistema de difusores montados en el fondo de cada reactor en configuración de cuadrícula proporcionará el oxígeno necesario para el proceso. El mezclado del licor y la transferencia de oxígeno al mismo se realizan de forma simultánea. El proceso está cuidadosamente diseñado con tal de lograr el grado de agitación necesaria con el mínimo consumo de energía y transferencia de oxígeno, ya que el proceso también requiere de cierto grado de anoxia.

La cámara SELECTORA también cuenta con difusores que proporcionan la agitación necesaria en condiciones de caudal bajo. Consulte los dibujos técnicos para mayores detalles.

6.2 Sopladores

Los sopladores para el proceso son diseñados para tener el mayor grado de flexibilidad al menor precio. Se arregla la estación de sopladores para que pueda interactuar con los reactores de la siguiente manera:

El juego de sopladores sirve a un reactor a la vez y su operación es controlada por el sistema de control OUR. Durante periodos de carga o caudal bajo el tiempo de aireación es reducido automáticamente por el control OUR. Cada juego de sopladores consiste en

dos sopladores activos y uno de respaldo: en total tres aparatos. Para una planta de dos tanques, dos de los tres sopladores son controlados por retroalimentación.

6.3 Decantadores

Dentro de cada uno de los dos tanques está instalado un decantador de vertedero móvil que opera durante la fase de decantación de cada ciclo. Los decantadores consisten en un diseño sencillo de canaleta de desbordamiento conectada a una serie de tubos que llevan el efluente decantado a la tubería giratoria de descarga. Cada vertedero tiene un protector para evitar que le llegue materia flotante, diseñado para crear un área libre de sólidos alrededor del vertedero.

La tubería giratoria de descarga está apoyada por un cojinete hecho de composite. La tubería de descarga está conectada a una tubería de conexión que penetra la pared del tanque. El desplazamiento del vertedero es impulsado por motor. La mecánica de su operación asegura una tasa de descarga constante hasta descender al nivel mínimo de agua en el reactor. La velocidad de desplazamiento se controla para que el vertedero alcance el nivel mínimo de agua unos tres minutos antes de finalizar la fase de decantación.

El diseño y operación del decantador asegura que bajo la superficie el flujo sea laminar. Su operación es basada en una base de datos recopilados de instalaciones grandes. A partir de los datos se generan perfiles de velocidad de acercamiento en relación a la tasa de decantación, las características de sólidos suspendidos en el licor mezclado, entre otros factores. La experiencia nos muestra que la tasa máxima de desbordamiento de efluente está asociada con la separación entre sólidos y líquidos y la posibilidad de extraer sólidos sedimentados.

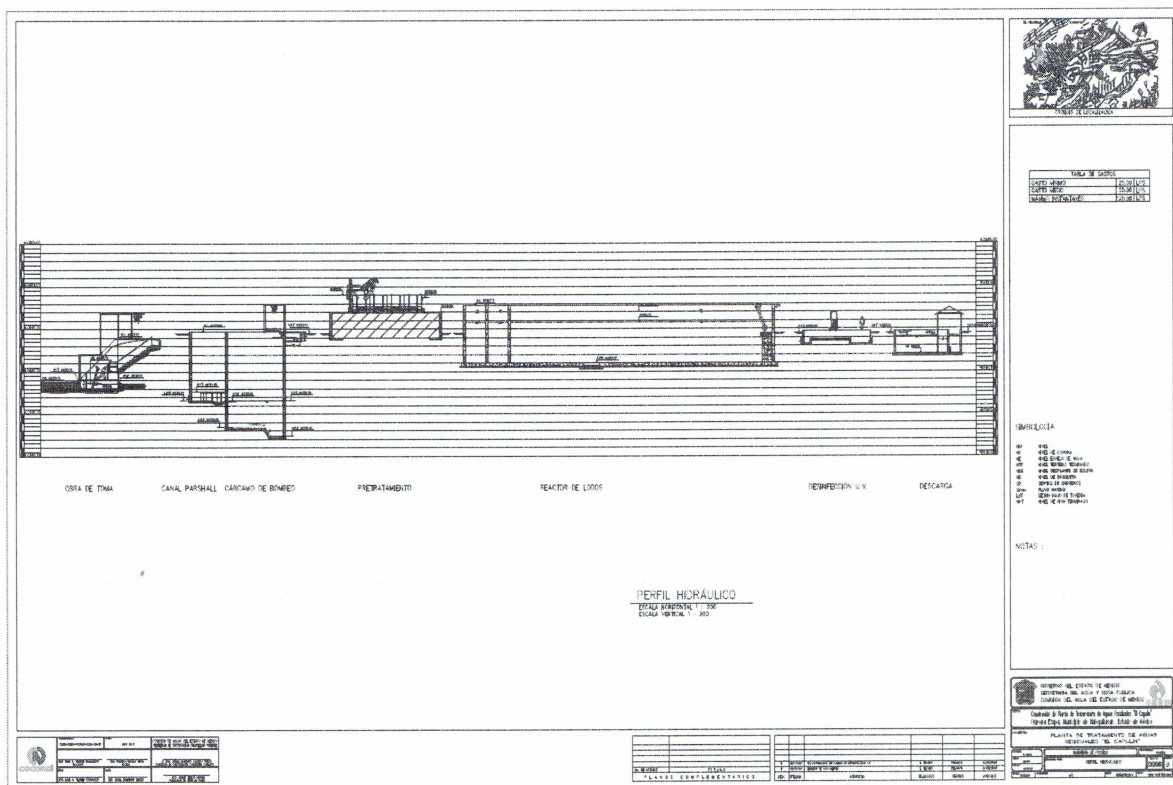


IMAGEN 3.- PERFIL HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL CAPULÍN, MUNICIPIO DE HUIXQUILUCAN.