



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
INGENIERÍA CIVIL

**“GUÍA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE
UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:
BERNABE VICENTE LUIS ALBERTO
FLORES RAMIREZ JOSÉ ADÁN

ASESOR: M. en I. MARTÍN ORTIZ LEÓN

MÉXICO D.F. 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A DIOS

Por permitirme realizar la primera de varias metas en mi vida y nunca dejarme solo, al darme salud, fortaleza y sabiduría.

A MIS PADRES

Por el sacrificio que han hecho en todo este tiempo para que concluyera mis estudios, por todo el amor y comprensión que me han dado a lo largo de mi vida.

A MI HERMANA Y SOBRINOS

Por darme su cariño incondicional y estar siempre conmigo.

A MIS AMIGOS

Por su amistad y confianza incondicional que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Bernabe Vicente Luis Alberto

A MI MADRE:

Por haberme dado la vida, por estar conmigo siempre y darme su apoyo incondicional desde el primer día de mi existencia hasta la culminación de esta etapa de mi vida. por demostrar que tus esfuerzos no han sido en vano, ya que este logro mas que mio es tuyo también, ya que sin tu apoyo no hubiese sido posible.

Por todo lo que significas en mi vida y por todo lo que me has dado te estaré infinitamente agradecido.

A MIS HERMANOS:

Por su comprensión y por todos los sacrificios que realizaron para poder apoyarme.

A MIS AMIGOS:

Por su apoyo y amistad que me han brindado durante todo este tiempo.

Flores Ramírez José Adán

A nuestro ascensor

Por el apoyo brindado en la realización de este trabajo, y la paciencia mostrada en cada una de sus asesorías,

Al ingeniero Darío Alejandro Munguía Torres

Por su confianza, apoyo al facilitarnos información y atendernos a pesar de su carga de trabajo.

Bernabe Vicente Luis Alberto

Flores Ramírez José Adán



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	2
1.1. Clasificación de Cárcamos	3
1.1.1. Por su capacidad	4
1.1.2. Por el método constructivo.....	5
1.1.3. Por la ubicación de las bombas	5
2. OBJETIVOS	8
3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	9
3.1. Consideraciones para la selección de la ubicación	9
3.2. Finalidad de un análisis geotécnico.....	10
3.3. Colector de Llegada a la Estación de Bombeo	12
3.4. Recomendaciones para la selección de personal de la planta de bombeo.	12
3.5. Recomendaciones técnicas para tuberías y accesorios.	13
4. VISITA TÉCNICA AL SITIO	14
5. MEMORIA DESCRIPTIVA	16
5.1. Ubicación Física del Predio del proyecto	17
5.2. Afluente a la Planta de Bombeo.....	18
5.3. Planteamiento Geométrico de la Planta de Bombeo	18
5.4. Estructuras Hidráulicas.....	20
5.5. Estructuras auxiliares	22
5.6. Diques Contenedores de Tanque de Almacenamiento de Combustible	22
5.7. Servicios Auxiliares	23
5.8. Cuarto de Control de Motores (CCM)	23
5.9. Subestación Eléctrica	24
5.10. Generación Propia.....	24
5.11. Sistema de Tierras	25
5.12. Iluminación Interior y Exterior	25
5.13. Sistema Hidroneumático	26
5.14. Barda Perimetral	26



6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	27
6.1. Ejemplo de Análisis de Alternativas	27
6.2. Tabla de Ventajas y Desventajas de las Alternativas	34
6.3. Conclusiones.....	35
7. PROYECTO HIDRÁULICO	36
7.1. Diseño Geométrico.....	37
8. PROYECTO MECÁNICO	40
8.1. Consideraciones generales.....	40
8.2. Selección de equipos.....	40
8.3. Sistema de Combustible Diesel a Grupos Electrógenos para Energía de Emergencia.....	50
8.4. Características Técnicas de los Componentes del Sistema de Combustible.....	51
9. PROYECTO ELÉCTRICO	57
9.1. Subestación Eléctrica	58
9.2. Transformadores de Potencia	61
9.2.1. Transformador tipo seco	61
9.2.2. Interruptores termomagnéticos.....	62
9.2.3. Arrancadores	62
9.3. Centro de control de motores (CCM).....	63
9.4. Banco de Baterías.....	65
9.4.1. Esquema Control de Factor de Potencia	66
9.4.2. Esquema Generación propia de energía eléctrica	66
9.5. Sistema de tierras.....	67
9.5.1. Protección Contra Efecto de Descargas Atmosféricas	67
10. IMPACTO AMBIENTAL	68
10.1. Datos Generales	68
10.2. Descripción de la obra proyectada.....	69
10.2.1. Descripción detallada del proyecto.....	69
10.2.2. Etapa de selección del sitio	70
10.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción	71
10.2.4. Etapa de operación y mantenimiento.....	72
10.2.5. Etapa de abandono del sitio.....	74
10.3. Descripción del Medio Natural del sitio y su entorno.....	74



10.4.	Identificación de los impactos ambientales	75
10.5.	Descripción de los impactos ambientales identificados	78
10.5.1.	Planeación	78
10.5.2.	Preparación del sitio y construcción	78
10.5.3.	Operación y Mantenimiento	79
10.5.4.	Actividades Futuras	79
10.6.	Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	79
ANEXOS	81
ANEXO I	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	82
ANEXO II	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	106
ANEXO III	AFORO	120
ANEXO IV	REPORTE FOTOGRÁFICO	125
ANEXO V	CATÁLOGO DE CONCEPTOS	139
ANEXO VI	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	156
ANEXO VII	PLANOS	161
BIBLIOGRAFÍA	162



INTRODUCCIÓN

Debido a que en la Universidad Nacional Autónoma de México no se imparte una materia específica en diseño de estaciones de bombeo, se procedió a elaborar una guía que muestre los pasos que se deben seguir para desarrollar un proyecto de este tipo. Este trabajo fue desarrollado con el fin de dar apoyo a estudiantes e ingenieros, proporcionándoles las bases y requerimientos para desarrollar un proyecto de plantas de bombeo.

Dado que la ciudad de México y en otras ciudades de la república cada año se presentan lluvias que se caracterizan por su gran intensidad y corta duración que pueden ocasionar grandes inundaciones en las partes bajas, esto aunado a hundimientos diferenciales y regionales del terreno, han provocado que estructuras del sistema de drenaje hayan sido dañadas afectando su operación y reduciendo su capacidad de conducción y desalojo. Por tal razón, se recurre a este tipo de sistemas para dar solución a este tipo de problemáticas.



FOTOGRAFÍAS TOMADAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO. 2011

Con las bases que se tienen de las clases impartidas en la carrera, se cuenta con una idea, a grandes rasgos, de qué es lo que conlleva una Planta de Bombeo. Partiendo de esa idea y para comprender mejor este trabajo, se comienza primero en conocer la definición de Guía en el diccionario, la cual es “algo que dirige o encamina”; por lo que se realiza este trabajo a fin de brindar un apoyo a alguien que quiera realizar un proyecto de este tipo. En este trabajo cabe mencionar que no tiene como finalidad enfocarse a realizar un proyecto de bombeo en específico, sino que se planteará la forma en que se realiza un proyecto, ya sea de pequeñas y de grandes dimensiones, desde su inicio, y analizando cada una de las partes que la componen.



1. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista sanitario, las aguas negras y pluviales son desechos originados por la actividad vital de la población y por la lluvia. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que son sujetos a putrefacción. También contienen organismos vivos como bacterias y otros microorganismos cuyas actividades vitales promueven el proceso de descomposición.

La aguas negras se producen en forma continua y aumentan en cantidad conforme la población crece y diversifica sus actividades socioeconómicas; producen enfermedades infecciosas, afectan la salud y el medio ambiente, y por tanto, deben ser tratadas antes de ser descargadas en ríos, lagos u otros cuerpos de agua, o de ser reutilizadas por la agricultura, riego de jardines u otras actividades.

El sistema de alcantarillado en el mundo se remonta a 5000 años A.C. Aquí en México se empezó con el diseño de un albarradón en la época precortesiana con una longitud de 12 km de largo y 4m de ancho para protegerse de las inundaciones solamente. Fue hasta 1856 que se aprobó el proyecto para la construcción del gran canal en la Ciudad de México, no obstante en 1888 fuertes lluvias la inundaron durante varios meses, hecho que originó la instalación de la primera estación de bombeo en San Lázaro, esto permitió que el nivel de agua descendiera hasta una cota tal, que fue posible la construcción de atarjeas definitivas y su utilización, aun antes de que fuesen terminadas.

De 1930 a 1951 El alcantarillado de la Ciudad se fue haciendo inadecuado, tanto por insuficiente como por el hundimiento de la ciudad. Entre 1950 y 1951 se registraron inundaciones en el centro de la Ciudad de México y en muchas de sus colonias. Y por consiguiente en 1952 se construyeron plantas de bombeo a lo largo del Gran Canal y en diversos puntos de la Ciudad para el drenaje.

Las plantas de bombeo se han convertido en una pieza fundamental para mitigar las inundaciones que ocurren en nuestro país en relación con el drenaje sanitario y pluvial y debido a estas problemáticas es necesario contar con una serie de diversas estructuras. Entre éstas se encuentra los cárcamos de bombeo, cuya función es elevar el agua de una cota inferior a otra superior, con el propósito de hacer que el agua posteriormente llegue a su destino por gravedad, evitando problemáticas de inundaciones.



Especificando, una planta de bombeo es: conjunto de elementos constituidos por los conductos y por los medios mecánicos de elevación del agua, así como de una serie de estructuras de elevaciones, que se utilizan para proporcionar energía de presión y energía cinética al agua y conducirla a alguna fuente natural de aprovechamiento hasta el sitio de descarga.



CÁRCAMO DE BOMBEO LA CALDERA. ESTADO DE MÉXICO

1.1. Clasificación de Cárcamos

Los cárcamos de bombeo se pueden clasificar de diversas formas de acuerdo con:

- Su capacidad
- El método de construcción empleado (en el sitio, prefabricados, etc.)
- La ubicación de las bombas



1.1.1. Por su capacidad

En esta clasificación depende mucho del tipo de agua que se vaya a bombear ya sea para drenaje doméstico o industrial, ya que en la primera se tiene un menor volumen y por ende se requiere de una menor potencia de bombeo. En la actualidad existen cárcamos prefabricados orientados para este tipo de volumen que oscilan entre 20 L/s y los 100 L/s.

En el segundo caso se requiere de un cárcamo de mayores dimensiones de capacidad de almacenamiento, así como del sistema de bombeo; como ya se mencionó, este tipo de cárcamo está más orientado para drenaje industrial. Estos cárcamos oscilan entre capacidades de $1\text{m}^3/\text{s}$ hasta $40\text{m}^3/\text{s}$ todo esto va a depender del estudio del aforo, con el cual se determinará si es de menor o mayor capacidad.

Cabe mencionar, que las clasificaciones que se señalan anteriormente están basadas en proyectos realizados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Nota: En la siguiente tabla se aprecia una clasificación de acuerdo con su capacidad para dos tipos de cárcamos (prefabricados y convencionales) dada por la Comisión Nacional del Agua.

Clasificación de los cárcamos de bombeo según su capacidad y método constructivo utilizado

Capacidad m^3/s	Clases/tipos
Prefabricado	
< 0.02	Eyectores neumáticos
$0.006 - 0.03$	Cámara de succión
$0.006 < 0.1$	Cámara seca
Convencional	
$0.02 - 0.09$	Pequeño
$0.06 - 0.065$	Mediano
>0.65	Grande

La capacidad de los cárcamos convencionales oscila entre los 0.02 y >0.65 m^3/s . Se emplean cuando:

1. Las condiciones locales impiden el uso de cárcamos prefabricados.
2. La magnitud o la variación del caudal es tal que excede la capacidad manejada por las instalaciones prefabricadas.

En otras palabras, cada uno es diseñado en forma específica para adecuarlo a las condiciones del sitio.

1.1.2. Por el método constructivo

Los cárcamos prefabricados son suministrados en módulos que incluyen todos los equipos y componentes ya montados. Como se mencionó, estos cárcamos son de dimensiones pequeñas; por lo general van de 60 cm de diámetro a 1 m; éstas solo se montan y se hacen sus respectivas conexiones, por lo cual, es más práctico este método constructivo. En los últimos años, las instalaciones prefabricadas se han popularizado.

El otro método constructivo es el convencional, este método se utiliza más en plantas de bombeo de grandes dimensiones ya que difícilmente se encuentran prefabricados. Este método es más complejo ya que se tienen que hacer diferentes estudios como el topográfico, mecánica de suelos, aforo, entre otros. En este caso, el proyecto es complejo, ya que estamos hablando de volúmenes grandes que van desde 1 hasta los 40m³/s.



CÁRCAMO CONVENCIONAL



CÁRCAMO PREFABRICADO

1.1.3. Por la ubicación de las bombas

Los cárcamos de bombeo pueden poseer dos cámaras, una seca y otra húmeda. En la primera se colocan los equipos de bombeo, en tanto que en la segunda se almacena agua. Esta combinación conforma un cárcamo seco. Para pequeños volúmenes, se usan cárcamos húmedos en los cuales el equipo de bombeo está sumergido en el agua, en tanto que el equipo eléctrico se ubica a pie del cárcamo.

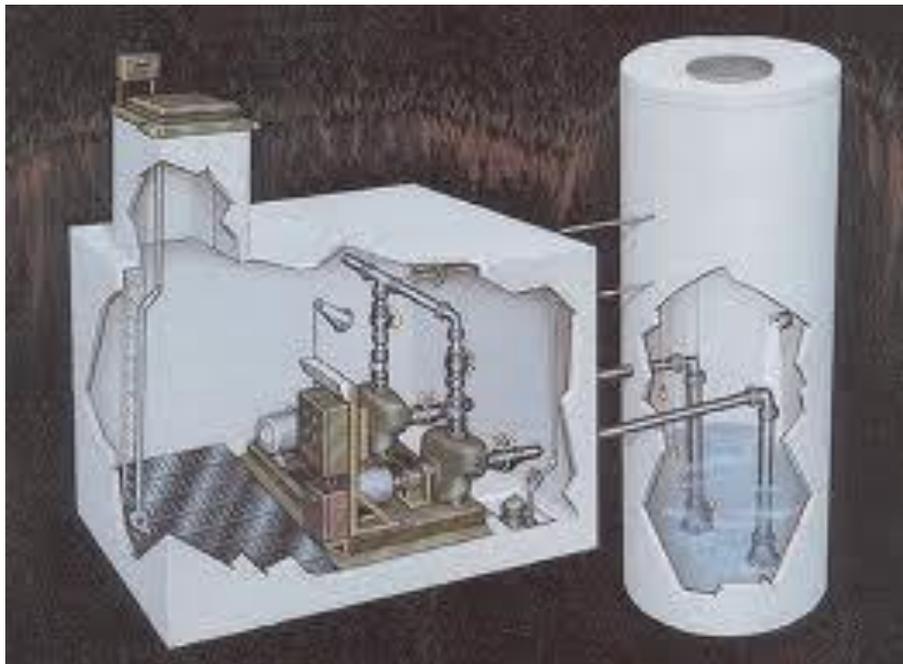


➤ **Cárcamos secos**

Se denominan así por la presencia de una cámara seca adyacente a la de succión donde se albergan las bombas, la tubería de succión e impulsión y sus correspondientes como son las válvulas. A lo largo de la pared que separa las cámaras hay un canal de drenaje que recoge y transporta las fugas que puedan producirse, así como el agua procedente del drenaje de las bombas y de la limpieza de la cámara seca.

El piso de la cámara seca debe tener una pendiente hacia el canal de drenaje y éste, a su vez, otra de 10 mm/m hacia el sumidero.

En cárcamos de bombeo profundos, se debe contar con un piso intermedio entre la superficie del terreno y el fondo de la cámara seca, donde se colocan los motores que accionan las bombas. En cárcamos poco profundos, los motores se colocan sobre el piso de la cámara, la cual debe ser diseñada lo suficientemente separada para permitir la extracción de motores, bombas, tuberías y otros componentes.



EJEMPLO DE CÁMARA SECA



➤ *Cárcamos húmedos*

La cámara de succión o pozo de bombeo sirve para almacenar el agua residual antes de su bombeo. Su volumen depende del tipo de bombas que se emplean, ya sean de velocidad constante o variable. Si se eligen bombas de velocidad constante, el volumen debe ser tal que evite ciclos de funcionamiento demasiado cortos, pues ello provoca una frecuencia elevada de paros y arranques.

Otras funciones de la cámara de succión son conseguir la suficiente sugerencia de los ductos de la succión de las bombas para evitar la formación de vórtices así como amortiguar la transición del caudal desde la llegada del agua a las tuberías de succión de las bombas.



EJEMPLO DE CÁRCAMO HÚMEDO



2. OBJETIVOS

- Dar el apoyo a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil, aportando lineamientos básicos para el diseño de un cárcamo de bombeo de aguas negras.
- Tratar un tema de actualidad. En lo referente a las plantas de bombeo que ayudan a mitigar problemas de inundaciones.



3. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

3.1. Consideraciones para la selección de la ubicación

En este apartado se habla de la capacidad de la planta de bombeo y de qué colector va a ser captado el gasto en cuestión. Así mismo, se señala el área de afectación contemplada para el planteamiento de la infraestructura necesaria para el sistema de bombeo (la problemática que tiene la zona o de lo que motivó que se eligiera ese lugar para construir una planta de bombeo).

Para definir la localización de un cárcamo de bombeo se deben considerar las condiciones físicas del lugar y su situación con respecto a las obras de toma y descarga como pueden ser:

- El lugar debe ser estable, sin peligro de derrumbes.
- Lejos de cruces con arroyos y en un terreno consistente. (La falta de esta última característica aumenta el costo de la estructura, ya que no es igual excavar en un terreno rocoso que en una arcilla frágil. Se puede aseverar que para una misma profundidad los problemas de ademe se incrementan con suelos menos estables).
- Orientación del predio. En este punto nos referimos a que no esté cerca de unidades habitacionales con el fin de evitar conflictos por medio de la contaminación por ruido u otros percances que se pudiera tener, y el área que se contempla afectar en el planteamiento de la infraestructura necesaria para el sistema de bombeo.
- Que el predio tenga cercanía con las líneas de alta tensión de la CFE.
- Problemas legales del predio. Esto se refiere a que es más viable comprar una propiedad que pertenezca al municipio, que un ejido; este último es el menos viable ya que es más complicado negociar dicho terreno, en caso de no ser del municipio, al menos que sea de un solo propietario.
- Se planteará la capacidad del sistema de acuerdo con las necesidades requeridas de la zona y de los gastos medidos en los aforos que se tengan contemplados, para así también contemplar qué tipo de bombas son las que se pueden utilizar.



Para ello, se necesita información previa de la región; esta se puede obtener en los diferentes organismos como CONAGUA, INEGI, SACM, que cuentan con información como cartas geográficas, planos de la localidad, planos fotogramétricos y aerofotografías. Posteriormente se investigan datos estadísticos como censos de población de dicha región, datos climatológicos, hidrológicos, geohidrológicos y geológicos.

Es importante conocer los datos estadísticos socioeconómicos de la región, ya que con ellos se sabrá con que tipo de comunicaciones cuenta, el tipo de transporte, datos económicos, culturales, sociales, históricos y políticos.

Cabe mencionar, que lo anteriormente dicho es únicamente para obtener datos estadísticos. Posteriormente se realizará una investigación más concreta de la zona de estudio, con la finalidad de identificar la infraestructura existente (industrias, escuelas, casas habitación, zonas residenciales, etc.) para saber que tipo de agua es la que llegará al colector.

Es necesario realizar una investigación económica con el fin de saber el precio de los materiales, tarifas de energía eléctrica y de agua potable, como también investigar el salario ya que de éstos dependerá el presupuesto del proyecto.

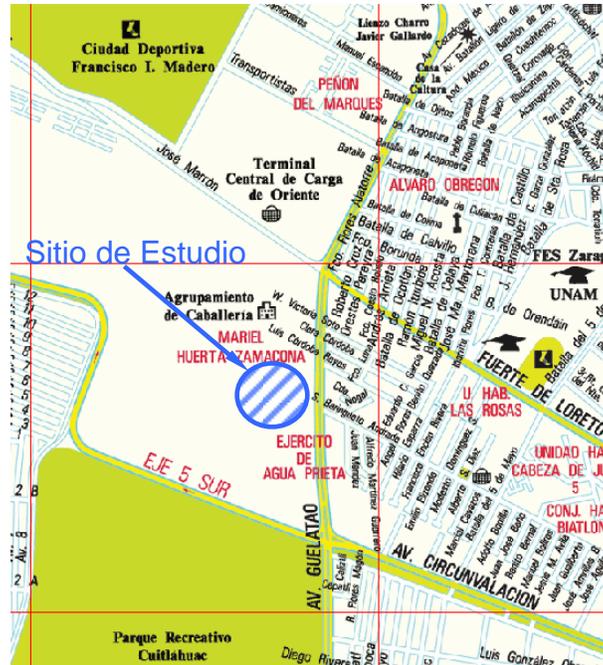
3.2. Finalidad de un análisis geotécnico

Es muy importante hacer un análisis geotécnico de la zona como ya se había mencionado anteriormente ya que tiene por objetivo el análisis de las condiciones del subsuelo del predio donde se construirá la planta de bombeo considerándolo en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones del estado en el que se vaya a construir.

Primeramente, se contempla la localización (que delegación es, que extensión tiene, altura sobre el nivel del mar con que delegaciones colindan, sus principales elevaciones, ríos cercanos).



Para una mejor localización se añade un croquis señalando la ubicación de la zona en estudio.



EJEMPLO DE UN CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Después se realiza un estudio de mecánica de suelos con el objetivo de conocer más información de la zona en estudio, en su historia, alteraciones de los materiales, etc. En esta exploración geotécnica se realizan diferentes sondeos como pueden ser pozos a cielo abierto, sondeos de muestreo continuo, en este último tipo de sondeo se pueden obtener muestras necesarias para determinar las propiedades índice y mecánicas mediante los análisis de laboratorio. Como son:

- Contenido de humedad
- Clasificación visual y al tacto
- Porcentaje de finos
- Límites de plasticidad
- Compresión simple
- Resistencia del terreno
- Consolidación



Una vez obtenidos los resultados del laboratorio se procede a elaborar un perfil estratigráfico del terreno.

De la información recopilada referente a las características del subsuelo de la zona donde se construirá la planta de bombeo, de los sondeos exploratorios realizados dentro del área de influencia de la estructura en estudio, de los resultados de la pruebas de laboratorio, así como de la caracterización geotécnica de los materiales encontrados en el sitio, se puede concluir una solución geotécnica.

3.3. Colector de Llegada a la Estación de Bombeo

Una vez realizado lo anterior, se entregarán estudios y planos del proyecto ejecutivo de los colectores que alimentarán la planta de bombeo, en estos planos se presentará tanto la planta y perfil hidráulico del colector en mención, indicando los diámetros de las tuberías y el tipo de material de las mismas.

Para la selección de los materiales para tuberías y accesorios, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Costos de inversión y mantenimiento.
- Resistencia contra la corrosión e incrustación.
- Resistencia a esfuerzos mecánicos, tanto internos como externos.
- Características del comportamiento hidráulico del proyecto, (presiones de trabajo, golpe de ariete).
- Condiciones de instalaciones adecuadas al terreno
- Factibilidad económica.
- Resistencia contra la agresividad del terreno.
- Vida útil de acuerdo a la previsión del proyecto.

3.4. Recomendaciones para la selección de personal de la planta de bombeo.

Para operar adecuadamente una planta de bombeo el personal que se requiere es el siguiente:

- Jefe de planta.
- Operador de generadora de energía eléctrica y equipo de bombeo.
- Operador de subestación eléctrica.
- Ayudante(s) de operador.



Jefe de planta: Es el responsable de programar, asignar y dirigir todas las actividades involucradas y la operación de las planta de bombeo.

Operador de Generadora de Energía Eléctrica y Equipo de Bombeo: Es el encargado de operar oportuna y eficazmente el sistema de bombeo así como de mantenerlo permanentemente en óptimas condiciones incluyendo el equipo generador de energía.

Operador de subestación Eléctrica: Es el encargado que opera oportuna y eficazmente la subestación eléctrica, así como de mantenerla permanentemente en óptimas condiciones.

Ayudante (s) de Operación: Se encarga de auxiliar en sus labores, tanto al jefe de planta como a los operadores.

3.5. Recomendaciones técnicas para tuberías y accesorios.

Las tuberías y accesorios deben ser de un material tal que garantice la inocuidad del agua al material de la tubería (corrosión) y que tengan una buena resistencia a la pérdida del material constitutivo de las mismas.

En general, es recomendable el uso de Tuberías de PVC/POLIETILENO dentro los diámetros comerciales de 1" a 4", desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión y por no desprender partículas de su material constitutivo.

En otros casos deberá justificarse el empleo de materiales como el hierro galvanizado o hierro fundido dúctil, etc., tomando en cuenta consideraciones de resistencia, agresividad del agua y durabilidad del material. En caso necesario, se deberá determinar el índice de saturación o índice de Langelier.

4. VISITA TÉCNICA AL SITIO

Se realizan visitas al sitio de los trabajos para inspeccionar el predio en forma general, tomando fotografías del área en estudio. Este recorrido sirve para relacionar la información recopilada de la infraestructura existente en la zona, con la ubicación física de la misma.

Posteriormente en gabinete, se elabora un reporte fotográfico en el que se describen los aspectos más importantes mostrados en cada fotografía. Esta actividad proporciona información muy importante ya que sirve de base para proponer posibles ubicaciones de los distintos elementos y estructuras que conformarán la planta de bombeo de proyecto.



ASPECTO GENERAL DE LA ZONA DE PROYECTO DE LA PLANTA DE BOMBEO, VISTA DE NOROESTE A SURESTE. EN ESTA FOTO SE OBSERVA COMO ESTA EL TERRENO Y SE INDICA LO MÁS RELEVANTE DEL SITIO, CUALES SON LAS CONSTRUCCIONES ALEDAÑAS A LA MISMA.

Otra finalidad de la visita al sitio es para revisar las condiciones topográficas, se define en campo el área que se deberá cubrir en los trabajos del levantamiento topográfico, así como la ubicación del sitio donde se harán los trabajos de exploración geotécnica.



GUÍA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS VISITA TÉCNICA AL SITIO



Con base en lo anterior se resaltan los puntos de lo que se realiza en los recorridos al sitio del proyecto.

- Identificar el sitio físicamente, observando todas las afectaciones y estructuras viales, hidráulicas, etc. que pudieran interferir con el proyecto.
- Realizar el levantamiento topográfico.



ASPECTO GENERAL DE VIALIDADES



COLINDANCIA NORTE DE LA PLANTA DE BOMBEO EXISTENTE, VISTA DE ORIENTE A PONIENTE



BANCO DE NIVEL OFICIAL



- Hacer los sondeos para la exploración geotécnica del subsuelo donde se desplantarán las estructuras de la planta de bombeo.
- En cada recorrido se observan las características de la zona, para así hacer los análisis necesarios para la ingeniería estructural y geotécnica.



5. MEMORIA DESCRIPTIVA

En este apartado, se presenta la descripción de la integración y funcionalidad de la planta de bombeo. Como también de donde se va a captar los volúmenes de agua. Bajo esta premisa, a continuación se describen las particularidades respectivas.

El sistema de bombeo puede manejar aguas combinadas o puede ser de un solo tipo de agua dependiendo de cómo se requiera la planta de bombeo. La mayor parte de éstas proveniente de las precipitaciones pluviales, captadas a través del colector.

La planta de bombeo en lo general está integrada de los siguientes sistemas:

- Cárcamo de rejillas.
- Cárcamo de bombeo.
- Cuarto de centro de control de motores.
- Cuarto de generación propia.
- Estructuras de almacenamiento de combustible.
- Baños generales.
- Caseta de vigilancia.
- Oficinas.

El cárcamo de rejillas se encarga de captar la basura proveniente del colector, al interior se coloca un sistema de limpieza de forma automática, así como la instalación de un mecanismo de seccionamiento.

En *el cárcamo de bombeo* se instalan equipos de bombeo para que descarguen a un punto superior.

En *el cuarto de centro de control de motores*, se instalarán los componentes eléctricos de fuerza y control de los sistemas electromecánicos instalados en la estación de bombeo.

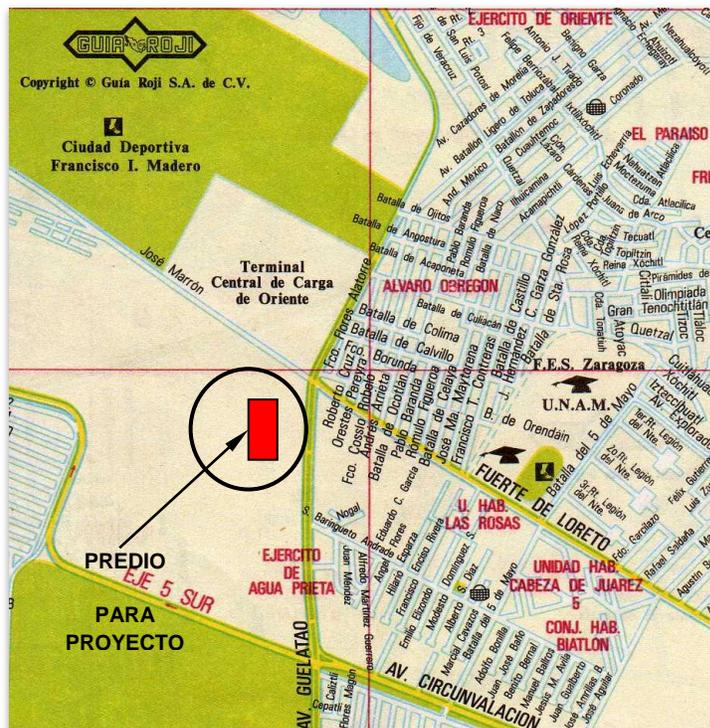
Para garantizar el funcionamiento continuo de las instalaciones en caso de falla de suministro eléctrico, se contempla el refuerzo de energía mediante *máquinas de generación* e integrándose *el sistema de combustible y almacenamiento*, que sería la realización de una subestación eléctrica y la capacidad de ésta dependerían de los componentes de la planta de bombeo.

Por el tipo de aguas manejadas en las instalaciones, el personal operativo está en continuo contacto con una atmósfera agresiva, para salvaguardar la integridad física y en cumplimiento a la Seguridad e Higiene en éste tipo de instalaciones, se integran *baños generales* con servicios propios (regaderas, vestidores, mingitorios, etc.).

Así mismo se contemplan obras complementarias como son: barda perimetral, reforzamiento del bordo, patio de maniobras, caseta de vigilancia, tanques de almacenamiento de diesel, sistema de abastecimiento de agua potable, cisterna, oficinas, etc.

5.1. Ubicación Física del Predio del proyecto

En este punto se describe la localización de la planta de bombeo que con base a los estudios realizados se ha tomado como el más viable para su construcción. Se puede mencionar cuales son las construcciones aledañas a ésta y entre que calles o avenidas se encuentra.



UBICACIÓN DEL PREDIO



5.2. Afluente a la Planta de Bombeo

Después de la ubicación física se pueden realizar las aportaciones del afluente de aguas residuales, como a través de que colector se va a captar el flujo, en que punto del cadenamiento se encuentra dicho colector, que diámetro tiene, de que material es y que elevación de plantilla tiene, y que capacidad nominal tendrá la planta.

Para citar lo que se acaba de mencionar se pone el siguiente ejemplo de cómo debe ser esa información.

<i>Cadenamiento</i>	Km 1+079.00
<i>Diámetro de colector</i>	1.83 m
<i>Material</i>	Polietileno de alta densidad
<i>Elevación de plantilla</i>	2223.46 msnm
<i>Capacidad nominal</i>	5.0 m ³ /s

Con la capacidad del caudal de aportación a través del colector se lleva a cabo el planteamiento de la geometría de las estructuras hidráulicas para la aportación del afluente como son: caja de deflexión, lumbrera de rejillas y seccionamiento, conducto de interconexión (entre lumbreras) y cárcamo de bombeo, así como las estructuras auxiliares: caseta de vigilancia, baños y vestidores, oficina, diques para resguardo de tanques de almacenamiento de combustible, área para subestación eléctrica, centro de control de motores, estructura para resguardo de equipamiento para generación propia, patios de maniobras, pisos de operación, barda perimetral, refuerzo de bordos, etc.

Todas estas estructuras son requeridas para el buen funcionamiento de la estación de bombeo y solventar los problemas para el desalojo eficaz y oportuno de las aguas combinadas (encharcamientos, inundaciones e insuficiencia de los sistemas de bombeo existentes).

5.3. Planteamiento Geométrico de la Planta de Bombeo

En esta parte del proyecto se menciona la superficie de la planta y como será conformada por las diversas estructuras hidráulicas y auxiliares para las operaciones y funciones requeridas como a continuación se presenta.



DATOS GENERALES DE LA PLANTA DE BOMBEO

CONCEPTO O DESCRIPCIÓN	VALOR
Área total del predio	4,100 m ²
Área de caseta de vigilancia	6.80 m ²
Área de oficina	42.50 m ²
Área de baños y vestidores	32.50 m ²
Área de subestación eléctrica	108.0 m ²
Área de cuarto del centro de control de motores	96.0 m ²
Área de local de generación propia	126.50 m ²
Área de cuarto de máquinas de servicios auxiliares	42.50 m ²
Área de diques contenedores de tanques de almacenamiento de combustible	25.0 m ²
Estructuras hidráulicas de la planta de bombeo	Caja de deflexión, lumbrera de rejillas y seccionamiento, conducto de interconexión, cárcamo de bombeo y estructura de descarga
Capacidad total instalada	# m ³ /seg
Capacidad de bombeo total	# m ³ /seg
Instalaciones, estructuras y/o servicios auxiliares y de apoyo de la planta de bombeo	Barda perimetral, Caseta de vigilancia, cuarto de generación propia, cuarto de máquinas de servicios auxiliares, cuarto del centro de control de motores, subestación eléctrica, grúa puente en la zona de máquinas generadoras, patios de maniobras, oficina, baños y vestidores, diques de contenedores de tanques de almacenamiento de combustible, y reforzamiento y reubicación de bordos.



5.4. Estructuras Hidráulicas

➤ Caja de Deflexión

Esta estructura permite la interconexión entre el colector afluyente y la estructura que aloja las rejillas de retención de sólidos (autolimpiables). La caja de deflexión se ubica al interior de las instalaciones en la parte Sur; es decir, próxima al acceso principal de la Planta de Bombeo. Después se describe la caja de deflexión mencionando que nivel de plantilla tendrá el colector.

➤ Lumbreira de Rejillas y Seccionamiento (Rejillas y Compuertas)

Esta estructura es de geometría circular de concreto armado, impide el paso de sólidos a los equipos de bombeo extrayéndolos mediante una banda transportadora, es recomendable programar las rejillas en un lapso de una a dos horas para la recolección de sólidos suspendidos en aguas negras y de diez a quince minutos cuando se trate de sólidos suspendidos en aguas combinadas. Cabe mencionar que la razón por la cual existe un par de rejillas obedece a la necesidad de no dejar de retener los sólidos aun cuando se requiera retirar alguna de ellas para proporcionarle mantenimiento, ya que podría dañarse seriamente los equipos de bombeo. También se debe establecer el nivel de la plantilla del colector y el nivel del fondo de la lumbreira, para así tener una caída de la plantilla del mismo.

Se revisa la estabilidad de la lumbreira bajo las siguientes condiciones involucradas dentro del proceso constructivo como son:

- Excavación Ademada con Lodo Bentonítico
- Empuje de Lodo Bentonítico sobre la Lumbreira
- Empuje del Mortero Plástico sobre la Lumbreira
- Empuje del Suelo sobre el Revestimiento Definitivo
- Empuje del Agua dentro de la Lumbreira
- Efecto de Flotación
- Asentamientos

Definido el arreglo geométrico, conocidas las reacciones del terreno sobre la estructura de captación, el tipo y ubicación de los mecanismos de control, se procede a realizar el análisis estático y dinámico de cada elemento para posteriormente y conocidos los elementos mecánicos máximos actuantes, se diseña cada una de las estructuras del proyecto estructural como son: elementos temporales, compuertas y canales, rejillas, escaleras y accesos que influyen en el desarrollo de los trabajos. Lo anterior con los lineamientos establecidos dentro de las Normas Técnicas Complementarias.



En el diseño se toman en cuenta, pesos e inercias de los equipos y se diseña considerando la combinación de esfuerzos más desfavorable, verificando que las deformaciones de los elementos que la componen, queden dentro de las tolerancias especificadas. Así mismo se incluye en cada canal de paso, dos compuertas de seccionamiento de acero inoxidable, con accionamiento por servomotor eléctrico para una capacidad requerida de izaje. Estos elementos permitirán realizar maniobras de mantenimiento en la zona del canal que seccionan. Entre ambos elementos de seccionamiento (compuertas), se colocan unos mecanismos de limpieza de sólidos (rejilla autolimpiable), éste elemento es accionado automáticamente y es del tipo rastrillo, el cual tiene como función primordial la captura de basura que es retenida en el interior de los canales de tránsito de caudal.

El accionamiento del rastrillo de las rejillas efectuará las maniobras de limpieza y de forma envolvente contendrá la basura retenida en el reticulado (reja fija en el fondo de los canales) la cual trasportará hasta el nivel de piso de operación y mediante un elemento de banda trasportadora enviará los desechos capturados a tolvas contenedoras de basura.

Estas acciones de captura de sólidos previo al cárcamo, permitirán disminuir problemas electromecánicos de los equipos de bombeo y mantener la continuidad operativa de la Planta de Bombeo.

➤ Cárcamo de Bombeo

Después de pasar por la lumbrera de rejillas los volúmenes de aguas negras o combinadas descargan al cárcamo de bombeo donde se disipa la energía. El cárcamo de bombeo corresponde a una estructura bajo superficie, de geometría circular de cuyas dimensiones son dependientes del proyecto, se proyecta un muro amortiguador semicircular con un nivel de fondo, en el cual se localizan ventanas de comunicación con las celdas de succión de las bombas con objeto de disminuir las velocidades en la zona de succión y dirigir de manera adecuada y uniforme las corrientes de caudal hacia las bombas.

Deben tener un arreglo, por citar un ejemplo sé dice que es de 4 + 1; es decir, operando 4 equipos de manera simultánea y manteniendo uno en reserva, combinando operaciones alternadas y simultáneas. Estos equipos descargarán bajo superficie en la zona del cárcamo y enviarán a un nivel superior, el caudal a un tanque de traspaleo.

Después se ve qué equipo de bombeo se va a utilizar, por ejemplo:



Equipo de bombeo tipo centrífugo vertical con motor eléctrico sumergible auto contenido en “bote” con diámetro de 48”, hasta el cabezal de descarga y con tren de descarga conformado por tubería y fontanería de acero con el mismo diámetro (junta mecánica de 48” Ø, válvula de admisión y expulsión de aire de 8” Ø). La capacidad del equipo de bombeo de 1.25 m³/s demanda una potencia tal que requiere de un motor de accionamiento tipo sumergible con capacidad nominal de 300 HP.

Esto es solo un ejemplo, pero con esto se trata de describir lo más preciso posible el equipo de bombeo para cualquier duda o aclaración y más que nada por algún problema que se llegara a suscitar en un futuro.

5.5. Estructuras auxiliares

■ Caseta de vigilancia

Esta edificación se ubica próxima al acceso principal y tiene un dimensionamiento adecuado para su operación. Al interior se ubica el espacio necesario para la estancia del personal de vigilancia de las instalaciones de la Planta de Bombeo; la caseta incluye un medio baño.

■ Baños y vestidores

Los baños y vestidores tendrán la infraestructura necesaria para cubrir las necesidades del personal operativo de la Planta de Bombeo (regaderas individuales, inodoros, W.C., lavamanos, lockers, banquillos, etc.). Las dimensiones serán las indicadas para esta estructura.

■ Oficinas

Esta edificación contará con las instalaciones mínimas necesarias para la intercomunicación entre el personal operativo y el responsable de la planta de bombeo, con áreas de oficina secretarial, baño general, sala de espera y oficina con baño para el responsable de las operaciones.

5.6. Diques Contenedores de Tanque del Almacenamiento de Combustible

Los diques corresponden a elementos estructurales con geometría cuadrada, los cuales tendrán el volumen suficiente para contener el combustible almacenado en caso de derrames de los tanques de almacenamiento de diesel, y garantizarán la seguridad del personal y de las instalaciones.



Al interior de estas estructuras, se colocan los tanques de almacenamiento de combustible diesel. Los tanques de geometría cilíndrica vertical, regularmente son construidos con base en placa de acero al carbón y son diseñados en cumplimiento a la Norma API-650 en adición a lineamientos establecidos por PEMEX.

Los tanques de almacenamiento de combustible, contarán con todos los accesorios y componentes necesarios para las funciones de llenado, dren, inspecciones, mantenimiento, vaciado, etc (acceso hombre, boquillas de llenado, purga, válvula anti flama, etc.).

5.7. Servicios Auxiliares

En esta estructura se considera fundamentalmente *el cuarto de máquinas del sistema de manejo y purificación de combustible*, que comprende tres bombas de desplazamiento positivo así como, tuberías, fontanería y elementos complementarios para las funciones de este sistema.

El cuarto de máquinas en conjunto con los tanques de almacenamiento de combustible y los dos tanques de diario (capacidad de 2,000 litros c/u) tienen como objeto el abastecimiento de combustible a dos grupos electrógenos considerados para la producción de energía eléctrica que permita la continuidad operativa de la Planta de Bombeo aún en condiciones de falla de energía eléctrica por parte de la Compañía.

5.8. Cuarto de Control de Motores (CCM)

En el cuarto de control de motores se encuentra la consola de control de máquinas diesel, así como los tableros de control de compuertas, motores eléctricos y alumbrado de la planta.

◆ Centro de Control de Motores

Para la protección y control de los equipos de bombeo sumergibles, la planta de bombeo debe contar con un centro de control de motores. Para su mejor comprensión se da un ejemplo de una descripción:

Clase 5 KV, capacidad interruptiva 250 MVA, voltaje de operación 4,160 VCA, 3 fases, 60 Hertz, BIL-60 KV, servicio interior NEMA 12, con 1 bus de fuerza alimentado desde secundario de transformador de potencia TR-1.



5.9. Subestación Eléctrica

La subestación eléctrica transforma las características de la energía eléctrica de la acometida o de la generadora para que ésta cumpla con las necesidades de los equipos instalados.

Está delimitada por malla ciclónica y desplantada a la misma elevación del piso de operación del Centro de Control de Motores. Será del tipo unitaria abierta con sus secciones (celda de medición, celda de cuchilla de paso y apartarrayos, celda de transformador de potencia para control de los relevadores auxiliares, celda de interruptor principal de potencia en hexafluoruro de azufre SF₆). Ésta cubrirá las necesidades mínimas para el equipamiento y servicios auxiliares de la planta de bombeo (alumbrado exterior e interior, cargas extras, etc.).

✓ Distribución de Fuerza

La red de distribución de fuerza para la alimentación de las cargas eléctricas principales estarán integradas mediante cables de energía construidas en conductor de cobre suave pantalla sobre conductor, aislamiento, pantalla semiconductora y electrostática con base en cintas de cobre.

La selección de calibre de conductores contempla lo estipulado en NEC-2002, destacando ampacidad mínima del 125% de la corriente nominal de la carga, contemplando factores de decremento de capacidad conductiva del cable por aspectos de temperatura, agrupamiento, etc.

Así mismo se observará lo relativo a la caída de potencial en regímenes permanentes y transitorios, contemplando por resistencia del cable ante condición de corto circuito. Los conductores de fuerza y tierra física de alimentadores a motores eléctricos serán alojados en canalización única.

5.10. Generación Propia

Al interior de esta edificación se considera la colocación de dos grupos electrógenos que operarán en paralelo para darle flexibilidad al sistema de bombeo, y que cubra las necesidades mínimas de operación, en caso de falla de suministro eléctrico por parte de la compañía suministradora. Está contará con la infraestructura necesaria, considerando edificación, como en acabados para garantizar el óptimo funcionamiento. Contará con chimeneas para radiar el aire caliente emitido por las máquinas, asimismo se considera un material acústico, a fin de disminuir la presión de ruido producido.



También al interior se considera la ubicación de dos tanques de diario para almacenamiento de combustible éstos garantizarán el suministro para la operación continua de los grupos electrógenos por un cierto lapso.

Los tanques de diario, son independientes a los tanques de almacenamiento, éstos últimos deben garantizar un almacenamiento de combustible, para una operación continua. Serán montados en una cimentación de concreto armado, a fin de soportar las vibraciones emitidas y será independiente al piso de operación. El soporte de los grupos electrógenos, contará con los elementos de absorción de vibraciones en el chasis del conjunto.

5.11. Sistema de Tierras

La instalación eléctrica dispondrá de sistemas de tierra acorde a la normatividad técnica aplicable que permita protección adecuada a personal de operación y equipos de servicio, controlando gradientes de potencial, referidos a paso, contacto y trasferido. La tierra física de motores eléctricos se conceptualiza mediante conductor aislado, por ubicar en la misma canalización que los conductores de fuerza y alimentación de equipo particular.

Las partes metálicas no portadores de corriente en operatividad normal, pero sujetas a energizarse, estarán conectadas a malla de tierras, subyacentes al nivel de terreno, que reconocerá el neutro de transformadores de potencia.

La subestación eléctrica, transformadores, CCM, tableros, generación local de energía y en general las instalaciones de la estación, dispondrán de retícula de tierras construida con base en conductores desnudos de cobre, varillas cobre en función de objetos citados.

5.12. Iluminación Interior y Exterior

El alumbrado exterior se debe considerar luminarias de Aditivos Metálicos con luz blanca para ahorrar energía, montaje en punta de poste, similar para alumbrado público.

La iluminación interior en diversos locales debe garantizar uniformidad y un nivel lumínico acorde a la aplicación respetando estipulaciones de SMII, considerando como referencia mínima 50 luxes.



5.13. Sistema Hidroneumático

El suministro de agua potable a las instalaciones, será a través de un sistema hidroneumático, el cual está constituido de un sistema de bombeo mediante equipo del tipo centrífugo horizontal, acoplado directamente a motores eléctricos de inducción jaula de ardilla, con una secuencia operativa de: uno en operación y dos en reserva, con sus accesorios de fontanería de succión y descarga (tubería, válvula de pie, válvulas de seccionamiento y no retroceso, conectores tipo: cople o niple, tuercas unión, etc). El caudal bombeado es almacenado en un tanque de fabricación de acero con sus preparaciones mínimas necesarias, él cual trabajará a presión, por lo que su diseño contemplará ésta condición de servicio.

También se integra un sistema de compresión de aire comprimido. Para cada uno de los equipos referidos, se integrará sus componentes eléctricos y electrónicos de fuerza y control.

La instalación de éste sistema hidroneumático se ubicará cercano a la cisterna de almacenamiento de agua potable de la estación de bombeo, considerando la cimentación, silletas y atraques necesarios para el montaje de los equipos, así como las canalizaciones de fuerza y control de los componentes. También se hace el trazo de las tuberías que interconectan a los sistemas hidrosanitarios de las estructuras que lo requieren (baños generales, casetas, oficinas, etc.), y áreas donde se necesiten tomas de agua en el área de la estación de bombeo.

La operación será de forma automática a través del Centro de Control de Motores, el sistema contemplará un sistema de control automático cerrado, es decir la secuencia operativa involucrará a cada uno de los componentes correlacionado con el sistema hidroneumático.

5.14. Barda Perimetral

La barda perimetral puede ser de murete con perfiles circulares, así como el acceso principal, debe contar con una puerta de acceso peatonal posterior al acceso principal posterior a ésta se considera la barda con base en perfiles tubulares y a continuación construida de barda convencional y una malla ciclónica protectora.



6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para el análisis y proyección a los trabajos asignados, se presentan una serie de alternativas técnico – económicas, que permitan plantear la opción más acertada tomando en cuenta las condiciones físicas, operativas y funcionales que garanticen el mejor manejo de las aguas captadas de las zonas afectadas por encharcamientos.

Se plantearán todas y cada una de las estructuras que se construirán tanto sus características físicas como su ubicación dentro de la planta. Se realizarán todas las alternativas que sean necesarias hasta encontrar la que más convenga, se adapte y resuelva las necesidades planteadas. Cabe mencionar, que para que se realicen estas alternativas es necesario tomar en cuenta las siguientes características como geometría del cárcamo, orientación de la tubería de llegada, características de los equipos, ubicación del predio, etc.

6.1. Ejemplo de Análisis de Alternativas

A continuación se da un ejemplo de análisis de alternativas, basada en un proyecto realizado por el sistema de aguas de la Ciudad de México.

Alternativa No.1

Se presenta un arreglo general de distribución, el resguardo de la Planta de Bombeo se propone con barda perimetral en el lado Oriente mediante perfiles circulares y muro de tabique, el acceso principal es con perfiles tubulares con una dimensión de 8.00 m, a la entrada se localiza la caseta de vigilancia, baños, vestidores y oficinas, éstas se ubican al lado Sur-Oriente de la planta, al frente de éstas instalaciones se localiza una isla a nivel de desplante 2,231.70 msnm, la cual está integrada por la infraestructura de los diques contenedores de derrames de combustible, y al interior se localizan los tanques para almacenamiento de combustible (2 tanques), anexo a este lado Norte se localiza el cuarto de servicios auxiliares, en cuyo interior se consideran los sistemas de manejo de combustible (bombas, compresores, arrancadores, etc.). Al frente se localiza y resguardada la subestación eléctrica, y al lado poniente se localiza el cuarto de control de motores, donde se ubicarán los componentes eléctricos y electrónicos de fuerza y control de los sistemas de bombeo y equipos auxiliares, al costado Sur se localiza el cuarto de generación el cual alberga la máquina de generación.



Los cárcamos de rejillas y bombeo se localizan en el lado Norte de la planta, el afluente del colector (entrada por lado Oriente) de 1.83 m se interconecta al cárcamo de rejillas, el cual tiene una geometría circular de 11.40 m \varnothing , éste tiene dos canales de llegada con un ancho de 2.70 m, en cada canal se localiza la compuerta de seccionamiento, posteriormente se instala la rejilla de limpieza y al final del canal también se ubica una compuerta en ambos canales de llegada, tanto al inicio como al final se tiene las preparaciones para los obturadores tipo agujas.

La comunicación de la estructura de rejillas a la zona de bombeo es mediante un canal que tiene un abocinamiento en la zona de bombas, al inicio tiene un ancho de 11.40 m, y en la zona de bombeo es de 15.20 m. Las bombas tiene mamparas divisoras de 2.80 m por 5.00 m, se localizan a un nivel de fondo del cárcamo a 2,221.20 msnm. Esta estructura tiene una dimensión longitudinal desde el cárcamo de rejillas hasta la zona de bombeo de 20.50 m. Al interior de la zona de bombeo se considera la instalación de 5 equipos distribuidos simétricamente. La descarga de los equipos de bombeo será a un canal de traspaleo de forma independiente, con un ancho de 15.20 m y descarga a la laguna mayor.

Como se puede observar en esta alternativa se indica la distribución geométrica en el predio de cada una de las instalaciones, que ocupará el personal que laborará ahí. Así como también las estructuras y componentes que conformarán el mismo cárcamo.

Alternativa No.2

Éste arreglo general de distribución, propone el resguardo de la Planta de Bombeo con barda perimetral en el lado Oriente (calle Guelatao) mediante perfiles circulares y muro de tabique, el acceso principal es con perfiles tubulares con una dimensión de 8.00 m, a la entrada se localiza la caseta de vigilancia, baños, vestidores y oficinas, éstas se ubican hacia el lado Sur-Oriente de la planta, al frente de éstas instalaciones se localiza una isla a nivel de desplante 2,231.70 msnm, la cual está integrada por la infraestructura de dos diques contenedores de derrames de combustible, al interior se localizan los tanques almacenadores de combustible (2 tanques), anexo a este lado Norte se localiza el cuarto de servicios auxiliares, en cuyo interior se considera los sistemas de manejo de combustible (bombas, compresores, arrancadores, etc.).



Al frente se localiza y resguardada la subestación eléctrica, y al lado poniente se localiza el cuarto de control de motores, donde se ubicarán los componentes eléctricos y electrónicos de fuerza y control de los sistemas de bombeo y equipos auxiliares, al costado Sur se localiza el cuarto de generación el cual alberga la máquina de generación.

Los cárcamos de rejillas y bombeo se localizan en el lado Norte de la planta, el afluente del colector (entrada por lado Oriente) de 1.83 m se interconecta al cárcamo de rejillas, el cual tiene una geometría circular de 11.40 m \emptyset , cuenta con dos canales de llegada con una ancho de 2.70 m, en cada canal se localiza la compuerta de seccionamiento, posterior se instala la rejilla de limpieza y al final del canal también se ubica otra compuerta en ambos canales de llegada, tanto al inicio como al final se tiene las preparaciones para los obturadores tipo agujas.

La interconexión entre el cárcamo de rejillas y de bombeo, es mediante el hincado de tubo de 2.50 m de diámetro, nivel de plantilla 2,224.20 msnm, este mismo nivel es el del cárcamo de rejillas, el cárcamo de bombeo tiene geometría circular, al interior se localiza la mampara amortiguadora con sus ventanas de comunicación de forma perimetral y a nivel de piso, hacia la zona de bombeo. El cárcamo de bombeo es de 12.00 m de \emptyset y la distribución de los equipos es de forma simétrica con un ángulo de separación entre estos de 35° (5 equipos de bombeo), los cuales descargan a un tanque de carga de forma semicircular al nivel 2,233.50 msnm, y un nivel de fondo de esta estructura de 2,231.10 msnm. Las descargas al tanque de carga son independientes (tubería de 48" de \emptyset), el que a su vez descarga mediante tres tuberías de acero al carbón de 42" de \emptyset , el nivel de plantilla a la salida será 2,233.65 msnm, hasta el bordo de la laguna a nivel de 2,233.50 msnm, donde se deflexiona la tubería hasta el nivel de plantilla a la descarga en la Laguna Mayor de 2,231.30 msnm.

La descarga de los equipos de bombeo será por arriba del nivel de piso en la zona del cárcamo de bombeo 2,235.52 msnm, a lo contrario en las dos propuestas anteriores en la que la descarga es a nivel de piso de operación.



Se hace referencia a los niveles de desplante:

NIVEL DE REFERENCIA	(msnm)
Nivel de llegada del colector	2,224.710
Nivel de fondo de rejillas de limpieza	2,224.200
Nivel de piso de operación zona de rejillas	2,231.700
Nivel de piso terminado	2,231.500
Nivel de tubo de interconexión	2,224.200
Nivel de fondo de zona de mampara	2,224.348
Nivel de fondo de cárcamo de bombeo	2,221.200
Nivel de piso de operación de bombeo	2,231.700
Nivel de descarga de los equipos de bombeo	2,235.520
Nivel de corona tanque de carga	2,233.500
Nivel de fondo de plantilla de los tubos de 42"Ø	2,233.650
Nivel de plantilla de tubo de 42"Ø en el bordo	2,233.950
Nivel al bordo de la laguna	2,233.500
Nivel de plantilla de tubo de 42"Ø en laguna	2,231.300
Nivel de descarga en la laguna	2,231.000

La descarga de los equipos de bombeo será en tubería de acero de 48" de Ø.

La alternativa número tres es similar a la anterior, la diferencia radica en que el desfogue del tanque de carga es a través de tres tuberías en paralelo de 42" de Ø en acero al carbón. Aun cuando el arreglo propuesto es similar a los anteriores.



Alternativa No.3

En esta alternativa se considera una caja de deflexión del colector INDECO – LAGUNA (1.83 m de diámetro), a la llegada al cárcamo de bombeo. La geometría de la caja es de forma trapezoidal de dimensiones de 2.00 m por 2.97 m por 2.50 m interior, a un nivel de plantilla de colectores de 2,223.442 msnm.

En el cuarto de generación se propone la instalación de dos máquinas generadoras con sus respectivas condiciones estructurales de acuerdo a las necesidades que implica este equipamiento.

Se plantea el resguardo de la Planta de Bombeo con barda perimetral en el lado Oriente (calle Guelatao) mediante perfiles circulares y muro de tabique, el acceso principal es de perfiles tubulares con una dimensión de 8.00 m, a la entrada se localiza la caseta de vigilancia, baños, vestidores y oficinas, éstas se ubican hacia el lado Sur-Oriente de la planta, al frente de éstas instalaciones se localiza una isla a nivel de desplante 2,231.70 msnm, la cual está integrada por la infraestructura de dos diques contenedores de derrames de combustible, al interior se localizan los tanques almacenadores de combustible (2 tanques), anexo a este lado Norte se localiza el cuarto de servicios auxiliares, en cuyo interior se considera los sistemas de manejo de combustible (bombas, compresores, arrancadores, etc.).

Al frente se localiza y resguardada la subestación eléctrica, y al lado poniente se localiza el cuarto de control de motores, donde se ubicarán los componentes eléctricos y electrónicos de fuerza y control de los sistemas de bombeo y equipos auxiliares, al costado Sur se localiza el cuarto de generación el cual alberga la máquina de generación.

Los cárcamos de rejillas y bombeo se localizan en el lado Norte de la planta, el afluente del colector (entrada por lado Oriente) de 1.83 m se interconecta al cárcamo de rejillas, el cual tiene una geometría circular de 11.40 m Ø, cuenta con dos canales de llegada con una ancho de 2.70 m, en cada canal se localiza la compuerta de seccionamiento, posterior se instala la rejilla de limpieza y al final del canal también se ubica otra compuerta en ambos canales de llegada, tanto al inicio como al final se tiene las preparaciones para los obturadores tipo agujas.



La interconexión entre el cárcamo de rejillas y de bombeo, es mediante el hincado de tubo de 2.50 m de diámetro, nivel de plantilla 2,224.20 msnm, este mismo nivel es el del cárcamo de rejillas, el cárcamo de bombeo tiene geometría circular, al interior se localiza la mampara amortiguadora con sus ventanas de comunicación de forma perimetral y a nivel de piso, hacia la zona de bombeo.

El cárcamo de bombeo es de 12.00 m de \emptyset y la distribución de los equipos es de forma simétrica con un ángulo de separación entre éstos de 35° (5 equipos de bombeo), los cuales descargan a un tanque de carga de forma semicircular al nivel 2,236.10 msnm, y un nivel de fondo de esta estructura de 2,234.05 msnm.

Las descargas al tanque de carga son independientes (tubería de 48" de \emptyset), el que a su vez descarga mediante tres tuberías de acero al carbón de 42" de \emptyset , el nivel de plantilla a la salida será 2,233.95 msnm, hasta el bordo de la laguna a nivel de 2233.50 msnm, y en el sitio de descarga a la Laguna Mayor de 2,231.30 msnm.

La descarga de los equipos de bombeo será por abajo del nivel de piso en la zona del cárcamo de bombeo 2,229.10 msnm, con cuello de descarga hasta el tanque de carga a nivel de línea de centro 2,236.71 msnm, y nivel de fondo del tubo a la descarga a la cota 2,235.00 msnm. El nivel de espejo se ubica en la elevación 2,234.90 msnm.

Estas condiciones optimizan espacio para operación en la zona del cárcamo de bombeo. La tubería de descarga de 42" de \emptyset será de forma perpendicular al tanque de carga, por lo que se nivelará el piso en esta zona a la elevación 2,233.50 msnm.



Se hace referencia a los niveles de desplante:

NIVEL DE REFERENCIA	(msnm)
Nivel de llegada del colector	2,223.442
Nivel de fondo de rejillas de limpieza	2,222.930
Nivel de piso de operación zona de rejillas	2,222.930
Nivel de piso terminado	2,231.700
Nivel de tubo de interconexión	2,222.930
Nivel de fondo de zona de mampara	2,223.078
Nivel de fondo de cárcamo de bombeo	2,219.930
Nivel de piso de operación de bombeo	2,231.700
Nivel de descarga de los equipos de bombeo	2,236.100
Nivel de centro a la descarga en cabezal	2,230.500
Nivel de corona tanque de carga	2,236.100
Nivel de centro a la descarga en garza	2,236.710
Nivel de piso en zona de cabezal de descarga	2,229.100
Nivel de fondo de plantilla de los tubos de 42"Ø	2,233.950
Nivel de plantilla de tubo de 42"Ø en el bordo	2,233.950
Nivel al bordo de la laguna	2,233.500
Nivel de plantilla de tubo de 42"Ø en laguna	2,231.300
Nivel de descarga en la laguna	2,231.000

La descarga de los equipos de bombeo será en tubería de acero de 48" de Ø.



6.2. Tabla de Ventajas y Desventajas de las Alternativas

A continuación se presenta una tabla mencionando cada una de las alternativas, como también sus ventajas y desventajas y observar cual será la más viable.

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Alternativa No 1	Buena ubicación de las de las instalaciones de servicio.	La descarga es a un tanque que a su vez se comunica a la laguna mayor mediante cajón esto implica que las aguas se arremansen en esta estructura provocando problemas de insalubridad.
	Condiciones hidráulicas estables	
Alternativa No 2	Buena ubicación de las de las instalaciones de servicio.	La colocación de tres tuberías independientes por arriba del nivel de piso
	Condiciones hidráulicas estables	Así mismo la descarga se está considerando casi a nivel de fondo del tanque de carga por lo que implica que el sistema de bombeo trabaje contra sifón.
Alternativa No 3	Buena ubicación de las de las instalaciones de servicio.	
	Condiciones hidráulicas estables	
	La descarga será por debajo del nivel de piso en la zona del cárcamo.	
	Las condiciones optimizan espacios	
	El nivel de espejo estará por debajo de la descarga, y no permitirá trabajar bajo condiciones de sifón.	



6.3. Conclusiones.

Analizando cada una de las alternativas, se descarta la primera ya que aún y cuando se consideran condiciones hidráulicas estables, la descarga es a un tanque de carga que a su vez se comunica a la Laguna Mayor mediante cajón, esto implica que las aguas se arremansen en esta estructura produciendo problemas de insalubridad.

Para la Alternativa No.2, se consideran que la descarga del efluente sea mediante la colocación de tres tuberías independientes a la salida del tanque hacia la Laguna Mayor, la condición de tener la descarga por arriba del piso de operación en la zona del cárcamo de bombeo, interferirá en esta zona, asimismo la descarga se está considerando casi a nivel de fondo del tanque de carga, por lo que implica que el sistema de bombeo trabaje contra sifón, de ahí la elevación a la descarga. Esta alternativa no es viable como solución integral, aun y cuando el arreglo geométrico es el mismo y no se altera las condiciones de operación de los demás sistemas componentes.

Por lo anterior, se hace la tercera y última propuesta considerando que los equipos de bombeo se ubican por abajo del nivel de piso de operación en la zona del cárcamo de bombeo y optimizar espacios, así como la descarga será perpendicular al tanque de carga, el nivel de espejo estará por debajo de la descarga, y no permitirá trabajar bajo condiciones de sifón. A la entrada de la estructura del cárcamo de rejillas se colocará una caja de deflexión, se contempla el equipamiento de dos máquinas generadoras a manera de distribuir la carga demandada por la estación de bombeo, en caso de falla en el suministro de energía.

Concluyéndose ésta última como la opción definitiva al proyecto ejecutivo ya que cumple con toda las necesidades y requerimientos que se necesitan en el lugar.



7. PROYECTO HIDRÁULICO

Se presentan las consideraciones hechas y el análisis del funcionamiento hidráulico realizado, para el diseño hidráulico de la Planta de Bombeo.

Los datos que se utilizan como base en el diseño de la planta de bombeo son:

- De la Tormenta de Diseño
 - Duración
 - Periodo de Retorno
 - Altura de Precipitación en la Zona

- Del conducto de descarga
 - Longitud
 - Pendiente
 - Diámetro
 - Elevación de Plantilla en la descarga
 - Elevación de Terreno en la descarga
 - Gasto Pluvial Máximo de entrada

- Del predio Propuesto
 - Superficie Disponible
 - Geometría

- Del sitio de descarga
 - Elevación de plantilla
 - Elevación de terreno en Laguna

▣ *Análisis del funcionamiento Hidráulico de la Planta de Bombeo en Proyecto*

Para el dimensionamiento geométrico de la planta de bombeo se pueden realizar bajo ciertos tipos de programas enfocados para dimensionar geoméricamente las estructuras hidráulicas.



Conforme a lo anterior, para determinar las dimensiones de la estación del proyecto, primero es necesario proponer una forma de como operaran los equipos de bombeo.

7.1. Diseño Geométrico

En el proyecto de una Planta de Bombeo es crucial el análisis hidráulico de su operación y la selección preliminar de los equipos de bombeo a utilizar.

↻ Estructura de derivación

Es un pozo – caja de proyecto para orientar las aguas al colector de alivio hacia la planta de bombeo.

↻ Cárcamo de bombeo

En esta estructura es donde descarga el colector, interceptor o emisor de aguas residuales crudas o tratadas y donde se instalan los equipos electromecánicos para elevar el agua al nivel deseado.

Las partes constitutivas de los cárcamos de bombeo son las siguientes: Canal o tubo de llegada, Transición de llegada, Zona de control y cribado, Pantalla, Rejillas primarias, Desarenados y bombas de lodos, Rejillas secundarias, Cámara de bombeo.

↻ Mamparas entre bombas.

Las mamparas son muros que dividen el área tributaria o de influencia de cada uno de los equipos de bombeo evitando corrientes excesivas de agua. Éstas permiten alcanzar una mejor condición de quietamiento del espejo de agua en la operación de los equipos, éstas son instaladas entre cada bomba justo a la mitad del claro entre ellas.

↻ Lumbreira de rejillas

Una rejilla es un dispositivo formado por un conjunto de barras paralelas cuya misión es separar los objetos contenidos en el agua residual a medida que pasan a través de las mismas, las rejillas son de limpieza automática, aunque se emplean en caso de emergencia las rejillas de limpieza manual, situadas en canales dobles, cuando las de limpieza automática están fuera de servicio. Los residuos extraídos deben ser debidamente dispuestos en rellenos sanitarios, o bien pueden ser triturados y retornados al agua residual.



En las rejillas, cuanto menor sea la separación entre barras, mayor será la cantidad de residuos a extraer. En consecuencia, la separación deberá ser lo suficientemente pequeña para proteger las bombas, pero tan grande como sea posible para reducir la cantidad de residuos a extraer. Si el único criterio a aplicar es la protección de las bombas, se sugiere adoptar una separación entre barras del orden de un tercio del máximo tamaño de sólidos que puede manejar la bomba.

La mínima separación entre barras normalmente utilizada es de 100 mm. Cuando se utilicen separaciones menores a 75 mm, es de esperar que se presenten problemas porque se separarán sólidos putrescibles, conjuntamente con el resto de residuos, que pueden producir malos olores.

Caja de Control

La finalidad de las cajas de control o de operación es alojar a las compuertas y mecanismos de izaje que se utilizan para controlar el paso del agua al drenaje. Las cajas de control se deben colocar aguas arriba de la lumbrera de captación para cumplir sus funciones.

Para diseñar la caja de control es necesario determinar previamente las siguientes variables: gasto, velocidad del agua en el colector de llegada y salida y anchos o diámetros de esos colectores. La estructura generalmente se diseña utilizando uno o dos pares de compuertas deslizantes en dirección perpendicular al flujo, apoyadas sobre un par de muros o pantallas verticales, cuyo extremo superior se redondea para funcionar como vertedor de excedencias en situaciones de emergencia.

Túnel de Unión

El túnel de unión es el que conduce el agua de la lumbrera de rejillas al cárcamo de bombeo con rasante de mayor elevación que el fondo del cárcamo de bombeo. Para saber el diámetro de dicho túnel se tiene que saber el área, para eso se hace la consideración de que trabaje lleno, para así utilizar el área y la ecuación de continuidad para obtener dichos datos, que posteriormente se rectifican para utilizar los más adecuados y óptimos para el proyecto.

Los procedimientos constructivos que normalmente se utilizan en la ejecución del túnel de unión obligan a que éste sea horizontal o en dado caso de que esto no se pudiera tiene que ser de pequeña pendiente, del menor diámetro posible y de corta longitud, esto se debe a que el túnel tiene que comunicar dos lumbreras próximas y ubicarse a gran profundidad, la necesaria para que quede arriba del nivel del fondo de las mismas.



La naturaleza del flujo en el túnel está controlado por muchos factores, como el gasto, geometría de la entrada, pendiente, diámetro, rugosidad, condiciones hidráulicas a la entrada y salida, longitud, etc.

Para conocer el funcionamiento hidráulico del conducto y determinar su diámetro, es necesario analizar el tipo de flujo con que operará para las peores condiciones que se presenten.

Muro Amortiguador

La función del muro amortiguador es proteger a los equipos de bombeo de las turbulencias desfavorables generadas por la descarga del túnel.

El muro se construye semicircular, concéntrico al cárcamo, desplantado desde su losa de fondo, y con una altura por arriba del nivel de operación de los equipos. El muro queda abierto en el lado de la descarga del túnel, para unirse a éste mediante dos prolongaciones desde sus extremos, que formen una transición gradual en planta, y conduzcan el flujo a la zona interior del muro y de allí a los espacios entre los equipos.

El paso del agua de la zona interior del muro amortiguador a la de bombas se efectúa a través de una serie de orificios ubicados en sitios y altura adecuadas, a fin de proteger a los equipos del exceso de turbulencia producida por la descarga del túnel y de la originada a su vez por los propios orificios del muro.

Cabe mencionar que experimentos realizados en modelos hidráulicos han demostrado que las bombas ubicadas en el lado opuesto a la descarga del túnel, y en la proximidad del eje de simetría de los equipos, son las más castigadas por los efectos de turbulencias generadas por el flujo, así que para evitar esto se utiliza un área de orificios frente a ellas menor que en las restantes, y que dicha área crezca en la medida que la bomba se ubique mas lejos de esa zona.

Tanque de carga (Traspaleo)

Este tanque es de sección transversal rectangular, cuya forma en planta es de sector circular, perimetral al cárcamo de bombeo en su parte inferior se encuentran colocados los sifones que ingresan las aguas bombeadas para ser desalojadas por medio del canal de descarga.



8. PROYECTO MECÁNICO

En este punto se procederá a realizar la memoria de cálculo de los equipos de bombeo, para poder comenzar se tomarán en cuenta las consideraciones generales de la estación, tanto el gasto, como también los diámetros de las tuberías, y las características de las bombas

A continuación se menciona lo que contiene una memoria de cálculo de los equipos de bombeo. Estos son algunos puntos de los que se deben considerar en este apartado.

8.1. Consideraciones generales

Se debe mencionar con que aportación trabajará la planta de bombeo, de que colector se va a captar, mencionando diámetro y elevación de la plantilla, con cuantos equipos trabajará el cárcamo de bombeo, entre otras cuestiones.

8.2. Selección de equipos

Para la selección de equipos se tendrán que realizar ciertos cálculos para saber cual será el idóneo para la utilización en la planta de bombeo. Para lo cual se tendrá que saber:

- ⊕ *Determinación de la carga dinámica total (CDT) de Diseño*
- ⊕ *Niveles Hidráulicos de Servicio en Cárcamo Bombeo*
- ⊕ *Velocidad Específica de Bomba (Ns)*
- ⊕ *Velocidad Específica de Succión (S)*
- ⊕ *Demanda de Potencia Hidráulica*
- ⊕ *Sumergencia Antivórtice en Celda de Bombeo*
- ⊕ *Carga Neta Disponible Tradicional de Succión (NPSHD) en Instalación*
- ⊕ *Carga Neta Positiva Disponible / Requerida en Succión de Bomba*
- ⊕ *Rango Servicio Equipo de Bombeo*
- ⊕ *Campana Succión de Unidad de Bombeo*

Para una mejor comprensión se mencionará a que se refiere cada uno de estos puntos.



⊕ **Determinación de la carga dinámica total (CDT) de Diseño**

La carga dinámica total de bombeo es la suma total de resistencias del sistema, correspondientes a la carga estática total, a la pérdida de carga por fricción en la tubería de succión y descarga y a la carga de velocidad. Y para saber su determinación es necesario conocer los siguientes conceptos:

Desnivel estático

El desnivel estático es la diferencia entre el nivel hidráulico máximo en fontanería de descarga y el nivel hidráulico de diseño en cárcamo de bombeo. Para ello se debe conocer primeramente el tirante hidráulico, con lo cual se calculará con la siguiente fórmula:

$$Y_c = \frac{\sqrt{Q}}{g^{0.25}(d_{int})^{0.26}} \quad (\text{mca})$$

Pérdidas Hidráulicas en Esquema de Bombeo

Aquí se mencionarán las pérdidas hidráulicas en los diferentes accesorios en sus diferentes condiciones de los mismos. Como son: campana de succión, columna de bombeo, cabezal de descarga, tubería recta y carga de velocidad en cresta fontanería.

Campana de succión

Para determinar las pérdidas hidráulicas en campana de succión se emplean las siguientes fórmulas.

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

ΔH = Pérdida hidráulica de succión

V = Velocidad del fluido

g = Aceleración debido a la gravedad

En adición a pérdidas hidráulicas en campana de succión se conceptualiza lo inherente a la presencia de azolve en la celda de bombeo, por lo cual se recomienda incrementar a ΔH dependiendo del resultado obtenido.



Columna de bombeo y tubería recta.

En este caso para sacar las pérdidas por fricción se ocupará la siguiente fórmula para solución de ambos.

$$K = \frac{10.293 n^2}{(d_{int})^{5.33}} \text{ (adimensional)}$$

$$hf = KLQ^2 \text{ (mca)}$$

Cabezal descarga.

Depende del gasto que se va a manejar, el fabricante nos proporcionará la que se ajuste a lo comercial. Una vez teniendo todas las pérdidas de todos los accesorios se puede determinar cual es la carga dinámica total.

$$CDT = H_e + H_f + H_v$$

Para determinar la carga dinámica total del sistema entre los puntos que ya se tengan contemplados se hará uso de la ecuación de Bernoulli.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_s + CDT - H_{f\ 1-2} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_d$$

Donde:

P_1 y P_2 : Presión sobre la superficie del líquido en los puntos 1 y 2 respectivamente.

V_1 y V_2 : Velocidad que experimenta el fluido en los puntos 1 y 2 respectivamente.

H_s y H_d : Alturas de succión y descarga respectivamente.

CDT : Carga dinámica total que la bomba tiene que desarrollar para conducir el fluido del depósito 1 al depósito 2 a la capacidad determinada.

$H_{f\ 1-2}$: Pérdidas totales de carga que el líquido experimenta en la tubería de succión y descarga.

γ : Densidad del fluido a la temperatura de bombeo.

g : Aceleración debido a la gravedad.



Para sistemas con carga de succión

$$CDT = (h_2 - h_1) + H_{f_{1-2}} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Para sistemas con altura de succión

$$CDT = (h_2 + h_1) + H_{f_{1-2}} + \frac{V_2^2}{2g}$$

⊕ **Niveles Hidráulicos de Servicio en Cárcamo Bombeo**

Designación	Nivel (msnm)	ΔH (aprox.), mca
<i>Max Max</i>	2229.00	7.71
<i>NAME</i>	2225.80	10.91
<i>Diseño</i>	2225.40	11.31
<i>NAMIN</i>	2224.90	11.81
<i>Min Min</i>	2224.60	12.11

La determinación del rango operativo de la unidad de bombeo se mostrará en la gráfica característica del equipo dependiendo de la marca y tipo de motor. Lo anterior se comparará con las curvas Q-H de bomba y sistema de aplicación.

⊕ **Velocidad Específica de Bomba (Ns)**

La velocidad específica puede definirse como las revoluciones por minuto a las cuales impulsores geoméricamente similares podrían girar para dar una descarga de 1 gal/min contra una columna de un pie.

Y ésta nos ayudará para saber las proporciones geométricas, tanto el diámetro exterior como el interior y el tipo de impulsor que se puede utilizar.

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$



Donde:

N_s = velocidad específica de impulsor

N = velocidad de operación (RPM)

Q = gasto en punto mejor eficiencia

H = carga hidráulica por paso, en punto mejor eficiencia

Una vez obteniendo la velocidad específica (*N_s*) se hace uso de la siguiente tabla para conocer la geometría y el tipo de impulsor. Contemplando *D₂* como el diámetro exterior del impulsor y *D₁* como el diámetro de ojo de succión. Estas proporciones están señaladas por Hydraulic Institute Standard (HIS)

<i>N_s</i>	Tipo Impulsor	Geometría
Hasta 1200	Radial	$D_2/D_1 > 2$
2000 – 4000	Francis	$D_2/D_1 > 1.5$ a 2
5000 – 7000	Mixto	$D_2/D_1 > 1.5$
10 000 – 12 000	Axial	$D_2/D_1 > 1.0$

⊕ **Velocidad Específica de Succión (*S*)**

En este punto se requiere conocer la velocidad de succión del sistema, tomando en cuenta la velocidad del equipo, el gasto y la carga hidráulica. Y para ellos se contempla la siguiente expresión:

$$S = \frac{N\sqrt{Q}}{(NPSHR)^{3/4}}$$

⊕ **Demanda de Potencia Hidráulica**

Durante el proceso de transferencia del líquido de un punto a otro se le cede una determinada potencia para que éste pueda llegar a su destino final, y para poder determinar ésta se podrá hacer uso de la siguiente expresión:

$$\text{Potencia hidráulica} = \frac{QH}{76n} \text{ (hp)}$$



Se deberá de tomar un punto base para poder determinar cual será el que se tome para su diseño. *Debido a que no en todos los puntos se requiere de la misma potencia se debe de calcular en los puntos más críticos y los más favorables. Punto CDT Máx. Y Punto CDT Min.*

⊕ **Sumergencia Antivórtice en Celda de Bombeo**

Es importante tomar en cuenta la profundidad adecuada a la que van a estar sumergidas las bombas ésto es para poder evitar este tipo de fenómenos. Ya que son muy perjudiciales tanto para los elementos mecánicos como para los elementos estructurales del sistema.

Hydraulic Institute Standard (HIS) recomienda obtenerla con la siguiente expresión:

$$S = D (1 + 2.3 F_D)$$
$$F_D = \frac{V}{(gd)^{0.5}}$$

⊕ **Carga Neta Disponible Tradicional de Succión (NPSH) en Instalación**

El NPSH También conocido como ANPA (Altura Neta Positiva en la Aspiración) y CNPA (Carga Neta Positiva en Aspiración). Es la carga de succión neta positiva, medida con relación al plano de referencia, aumentada de la altura correspondiente a la presión atmosférica y disminuida de la altura debida a la tensión de vapor del líquido. Hay que tener presente dos conceptos:

Carga Neta Disponible Tradicional de Succión (NPSH Requerido)

Es la NPSH mínima que se necesita para evitar la cavitación. Depende de las características de la bomba, por lo que es un dato regularmente proporcionado por el fabricante.

$$NPSH_r = H_z + (V^2/2g)$$



Donde:

H_z = Presión absoluta mínima necesaria en la zona inmediata anterior a los álabes.

$V^2/2g$ = Carga cinética correspondiente a la velocidad de entrada del líquido en la boca del impulsor.

Carga Neta Disponible Tradicional de Succión (NPSH Disponible)

Depende de las características de la instalación y del líquido a bombear. Ésta es independiente del tipo de bomba y se calcula de acuerdo a las condiciones atmosféricas y de instalación/operación.

$$\text{NPSHd} = H_a - H_s - H_v - H_f$$

Donde:

H_a = Presión atmosférica en pies.

H_s = Altura de succión en pies (Nota: H_s se resta si el nivel del agua está por abajo del ojo del impulsor; se suma si el nivel del agua está por arriba del impulsor).

H_v = Presión de vapor en pies (depende de la temperatura del líquido).

H_f = Pérdidas de fricción en la tubería de succión (pies)

El conocimiento del NPSHd por el instalador es fundamental para la elección adecuada de la bomba y evitar así posibles fracasos.

Por lo tanto, para evitar cavitación en la bomba y asegurar el correcto funcionamiento de una instalación, el NPSH disponible debe ser siempre mayor al NPSH requerido por la bomba.

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr}$$



⊕ **Carga Neta Positiva Disponible / Requerida en Succión de Bomba**

La presión absoluta mínima en el impulsor garantiza un flujo sano en el interior de la bomba. Es un dato básico característico de cada tipo de bomba, variable según el modelo y tamaño y condiciones de servicio, por tanto es un dato que facilitan los fabricantes. La Altura Neta Positiva de Succión requerida (*NPSHR*) por la bomba representa la energía mínima, en la brida de succión de la bomba, por sobre la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo y referido al eje de la bomba

Energía de succión (es)

Concepto relativo al impulso del líquido en ojo de succión de impulsor, contemplando características de masa y velocidad del fluido, se utiliza para determinar la magnitud del factor de corrección e incremento de $NPSHR_{3\%}$ para alcanzar comportamiento funcional del impulsor en condición libre de ruido, vibración hidráulico-mecánica y cavitación excesivas, posibilitando servicio confiable y prolongada vida útil.

$NPSHR_{re}$ = $NPSHR_{3\%}$ x (factor de ajuste, función de nivel energía de succión de bomba).

$NPSHR_{re}$ = Carga neta positiva de succión recomendada por el fabricante, limitando los efectos de cavitación para satisfacer los requerimientos de HIS respecto a diversos parámetros técnico – operativos (vibración hidráulico – mecánica, ruido, comportamiento dinámico, etc.) y garantizar vida útil prolongada.

$NPSHR_{3\%}$ = Carga neta positiva requerida en succión de impulsor correspondiente a 3% de caída de carga hidráulica, condición que denota cavitación significativa.

El nivel de energía de succión se contempla en función de la cantidad de movimiento (mv) del agua que reconoce la entrada al impulsor, reflejado en la siguiente expresión:

$$ES = D_e \times RPM \times S$$

ES = Energía de succión (valor de referencia establecido por HIS acorde a su clasificación, no corresponde a la cantidad de movimiento del fluido que reconoce la succión del impulsor.



Donde:

D_e = Diámetro de ojo de impulsor, pulgadas.

D_2 = Diámetro exterior de impulsor, pulgadas.

N_s = Velocidad específica del impulsor.

$D_e = 25.20"/1.5$ (para $N_s = 5241$, la relación “diámetro exterior de impulsor/diámetro ojo de succión” muestra magnitud del orden de 1.50).

RPM = Velocidad rotatoria de impulsor.

S = Velocidad específica de succión.

En relación a factores que afectan el nivel de energía de succión, que determinan el margen requerido de NPSHR (factor de ajuste), HIS realiza las siguientes observaciones:

- A. Impulsores con velocidad periférica menor de 15 m/s, generalmente se consideran con carácter de bajo nivel de energía de succión.
- B. Equipos con valores de velocidad específica de succión (S) hasta 7,000 se contemplan de baja energía de succión, mientras que al exceder $S = 20,000$ corresponden a alto nivel de energía de succión del impulsor.
- C. Para manejo de agua cruda “NPSH Margin de HIS” observa las siguientes consideraciones.

Nivel Energía de Succión	Factor de Ajuste, Respecto a NPSHR _{3%}
Bajo	1.1 (o incremento 0.60 mca), el que resulte Mayor.
Alto	1.3 (o incremento 1.50 mca), el que resulte Mayor.

HIS define 160×10^6 con carácter de inicio de condición de alta energía de succión en equipos de bombeo, mostrando los siguientes factores de ajuste.

Nivel energía de succión	Factor de ajuste	Limite parámetro referencia, en energía de succión
Bajo	1.1 a 1.3	160×10^6
Alto	1.3 a 2.0	240×10^6
Muy alto	2.0 a 2.5	

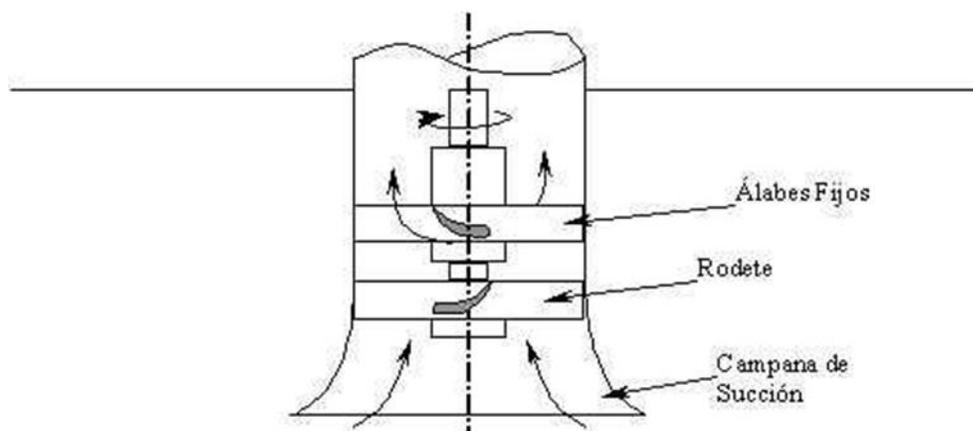
⊕ Rango Servicio Equipo de Bombeo

Para equipos de bombeo con velocidad específica $N_s > 4500$ en “Allowable Operating Región (Región de funcionamiento admisible) de HIS” se estipula región preferida de operación (POR) comprendida entre 80% y 115% del gasto en punto de mejor eficiencia. Por otra parte expresa que el rango permisible de operación continua (AOR) será definido por el fabricante garantizando no comprometer seriamente la vida útil del equipo, en adición a respetar el límite de vibración mecánica permitida por HIS. Así mismo, se observarán limitaciones operativas inherentes a recirculación interna en la succión, elevación de temperatura por flujo mínimo, vida de rodamientos, duración de sellos de flecha, vibración, ruido, contacto mecánico interno de partes, fatiga de flecha, límite de potencia, etc.

⊕ Campana Succión de Unidad de Bombeo

Para poder determinar el diámetro de la campana de succión se debe de tomar en cuenta las normas establecidas por Hydraulic Institute Standard (HIS).

Gasto unitario (m^3/s)	Velocidad de entrada (m/s)	Diámetro exterior de campana de succión (m)
1.0	1.2	1.03
1.0	1.7	0.86
1.0	2.1	0.78



CAMPANA DE SUCCIÓN



Las recomendaciones de Hydraulic Institute Standard (HIS) posibilitan aceptable condición de flujo hidráulico en succión de la bomba. Se observa que mayores velocidades conducen a problemas hidráulicos. Por otra parte la aplicación de velocidad menor que el rango hidráulico establecido representa geometrías innecesariamente excesivas de equipo y cárcamo de bombeo.

8.3. Sistema de Combustible Diesel a Grupos Electrógenos para Energía de Emergencia

Debido a que la planta no puede dejar de funcionar, ya sea por algún déficit o corte en la energía eléctrica es necesario contar con sistemas de generación alterna, es por eso que se recurre a los grupos electrógenos.

Cabe mencionar que la potencia nominal resulta de las sumas de las potencias absorbidas por los receptores a alimentar durante la falta de energía eléctrica de la red y multiplicada por un factor de simultaneidad y previendo un futuro aumento del consumo.

Para garantizar la continuidad operativa de los grupos electrógenos de energía de emergencia de la Planta, se deberán de determinar las características técnicas de los elementos que forman el sistema de suministro de combustible a los motores ciclo diesel que accionarán cada uno de los dos grupos electrógenos.

En primera instancia, es importante señalar que los componentes que integran el sistema para el suministro de combustible diesel son:

- Tanques de almacenamiento de diesel; uno para diesel centrifugado y el otro para diesel no centrifugado.
- Tanques de diario, uno por grupo electrógeno.
- Centrifugas para acondicionamiento de diesel
- Bombas de desplazamiento positivo.
- Tuberías.
- Válvulas y fontanería.
- Diques de contención de diesel.

Se pretende que con la integración de estos elementos, la planta de bombeo, tenga la facultad de generar, la energía eléctrica propia que permita la continuidad operativa de bombeo al 100 % de capacidad por un determinado tiempo.



8.4. Características Técnicas de los Componentes del Sistema de Combustible

Una vez indicada la proyección operativa de la planta para condiciones de emergencia se deberá proceder a desarrollar los cálculos analíticos que permitan determinar las características técnicas de los componentes del sistema de combustible. Contemplando los siguientes puntos:

- ✓ Datos base de proyecto
- ✓ Volumen de tanques de almacenamiento
- ✓ Dimensiones de dique de contención
- ✓ Volumen de tanque de diario
- ✓ Capacidad de centrifugado
- ✓ Capacidad de bombeo a tanque de diario

✓ **Datos Base de Proyecto**

Se indicarán las características de los motores así como de los tanques de almacenamiento de combustible y los tanques de diario. Especificando el tipo cantidad, funcionamiento, capacidad, etc.

Tomando al motor se da un ejemplo.

Motor de accionamiento de generador	
Tipo	Industrial
Ciclo	Diesel
Cantidad	Dos
Operación	Continua
Combustible	Diesel No.2, PEMEX
Potencia continua	700 Kw
Consumo específico	0.26 lts/KW-h



✓ *Volumen de Tanques de Almacenamiento*

Una vez indicado cuantos tanques son los requeridos y de que características, la condición del volumen de almacenamiento de combustible está en función de la capacidad necesaria para que los dos grupos electrógenos que generan energía eléctrica, operen al 100% de su capacidad por un periodo de tiempo determinado; en este tiempo, no debe haber acciones de suministro de combustible del exterior. Todos los tanques de almacenamiento deben tener diques de contención para confinar derrames.

Con esta filosofía operativa, a continuación se presenta el desarrollo analítico que determina los volúmenes requeridos de almacenamiento.

Fórmula de aplicación:

$$C_c = C_e (P)(t)$$

Donde:

C_c= Consumo de combustible, litros

C_e= Consumo específico, L/kW-h

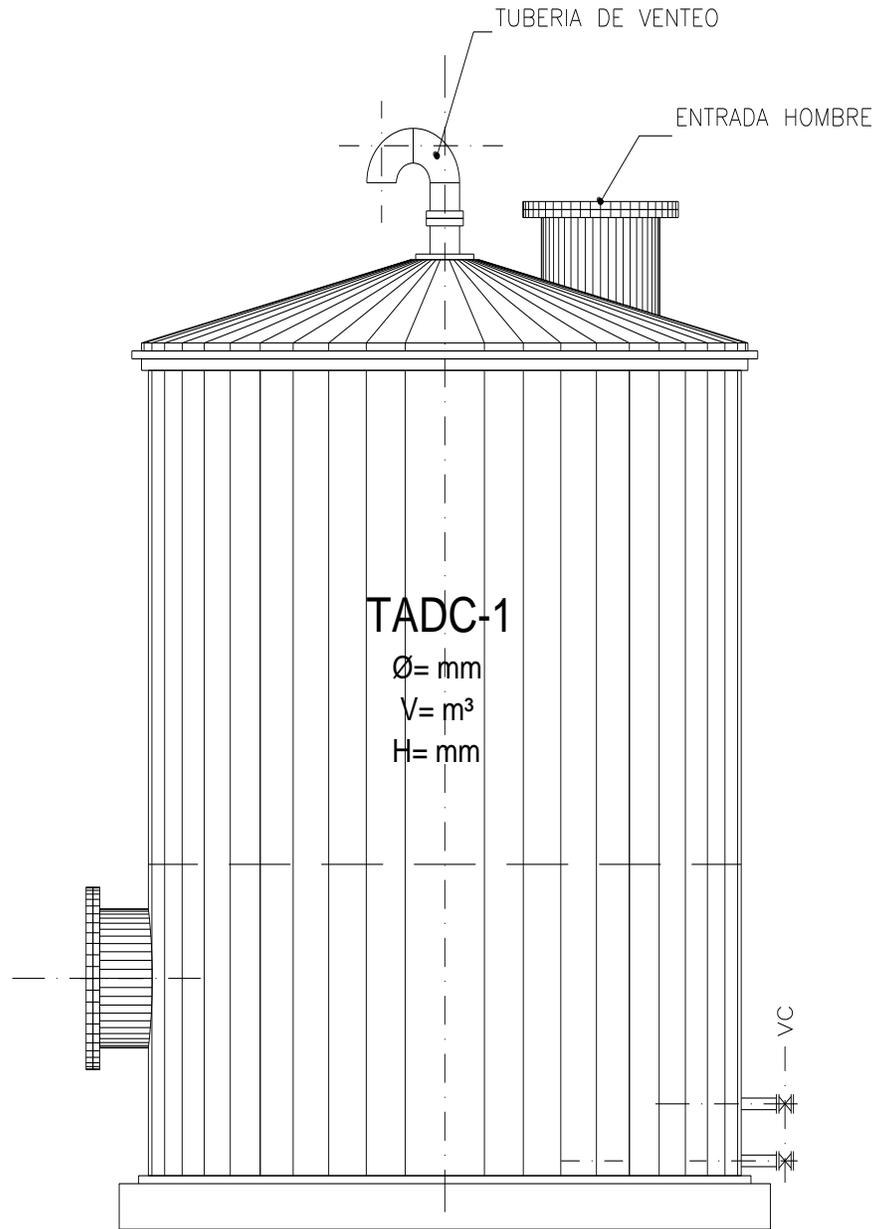
P = Potencia del motor de combustión interna, kW

t = Tiempo, horas

Volumen de tanque de almacenamiento (V_t):

$$V_t = C_c / 0.90 \text{ (litros)}$$

Es importante mencionar que para la localización y distribución de los tanques de almacenamiento y sus sistemas de protección contra incendios, se deben tomar en cuenta la dirección de los vientos dominantes y reinantes, ubicando primeramente los tanques que almacenen líquidos combustibles y posteriormente los líquidos inflamables, asimismo evitar que los vapores emanados de los tanques, invadan áreas donde existan flamas abiertas, así como zonas ocupadas por personal, tales como: oficinas, áreas habitacionales u otras similares.



TANQUE DE COMBUSTIBLE



✓ **Dimensiones de dique de contención**

La capacidad volumétrica de los diques de contención que en su interior alberguen un solo tanque de almacenamiento, debe ser igual o mayor a la capacidad total nominal del tanque. Se deben diseñar para contener y resistir la presión lateral que les pueda transmitir la altura hidrostática, considerando el líquido, deben ser construidos de concreto armado, en función del tipo de suelo y la zona sísmica del lugar.

Pisos de patios interiores de diques de contención

Cualquier superficie de los patios internos de diques de contención, deben ser de concreto armado con una pendiente de 1% (uno) como mínimo, que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia los registros de drenaje pluvial.

Los pisos interiores de los diques de contención de tanques de almacenamiento que contengan líquidos inflamables o combustibles, se deben construir de manera que no permita la contaminación del subsuelo, en caso de derrame.

$$V_{di} = 1.15(V_t)$$

Donde:

V_{di} = Volumen de dique de contención

V_t = Volumen de tanque de almacenamiento

Se analizará el área para el dique de contención, así como su altura, todo ello para optimizar su buen funcionamiento.

✓ **Volumen de tanque de diario**

Es la valoración del combustible consumido por la Planta Eléctrica que garantice el lapso de un turno de trabajo (V_c).

La cual se podrá obtener mediante la siguiente expresión.

$$V_c = C_e (p) (t)$$

Donde:

C_e = Consumo específico, l/kW-h

P = Potencia del motor de combustión interna, kW

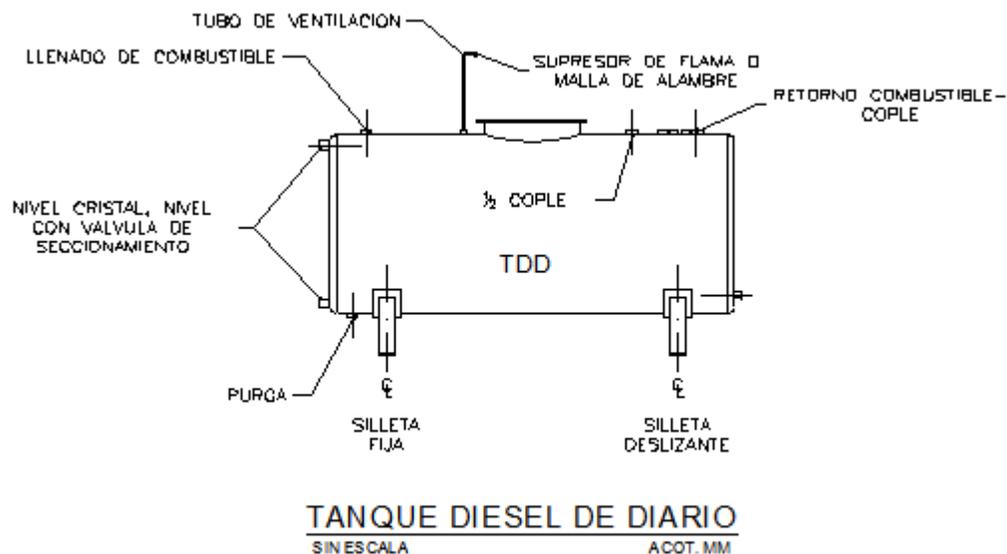
t = Tiempo, horas



El tanque será construido en apego a los detalles constructivos y dimensionales de los planos de proyecto que sean proyectados, precisando el tipo de material con el que será construido así como de su espesor del mismo. Para poder disminuir corrosiones en el tanque, éste debe ser protegido con productos anticorrosivos.

También se deberá hacer énfasis en que el tanque contará con tubo de nivel graduado, precisamente para verificar la condición de llenado y nivel de combustible en el propio tanque.

El tanque, será abastecido por medio de las bombas de desplazamiento positivo que se ubican en el cuarto de manejo de combustible diesel.



✓ **Capacidad de centrifugado**

Para eliminar agua y lodos del combustible, se debe contar con la acción de centrifugado del combustible, éste dependerá de los datos o parámetro que se señalen en el proyecto, tales como por ejemplo:

- ✓ Volumen útil del tanque
- ✓ Producto a manejar
- ✓ Viscosidad del líquido
- ✓ Capacidad de centrifugadora
- ✓ Aplicación
- ✓ Modulación de centrifugado
- ✓ Tiempo de centrifugado
- ✓ Presión de descarga



Estos son algunos de los criterios más importantes para tomar en cuenta para la selección de la separadora centrífuga.

✓ ***Capacidad de bombeo a tanque de diario***

Una vez seleccionado el equipo de centrifugado se debe saber la capacidad de bombeo que se requiere para el tanque de diario para ello se deben realizar los cálculos correspondientes contemplando los siguientes datos.

Datos de aplicación:

- Capacidad de tanque (Vc)
- Número de tanques de diario
- Número de bombas que se proponen
- Tipo de bomba
- Consumo de combustible de motor
- Viscosidad de combustible

Ya por último se deben contemplar la Carga dinámica total de bomba así como la carga por velocidad y las pérdidas por fricción. Y ya con esto se darán las condiciones operativas de las bombas.



9. PROYECTO ELÉCTRICO

En toda instalación industrial o comercial el uso de la energía eléctrica es indispensable para la continuidad de servicio y la calidad de la energía consumida por los diferentes equipos, así como la requerida para la iluminación, son necesarias para lograr una mayor productividad.

En una planta de bombeo el proyecto eléctrico es muy importante ya que de él se obtendrán los arreglos eléctricos de las subestaciones que se contemplen, éstas deben garantizar que su capacidad asegure la operación del sistema al 100%. Se debe de especificar todos los elementos que integran el sistema eléctrico, mencionando potencias, voltajes, etc. Es conveniente que la subestación quede cerca de las líneas de alta tensión para economizar costos.

El esquema de abastecimiento de corriente directa, debe soportar carga constante e intermitente, con tasa alta/baja de descarga y los equipos deberán diseñarse, fabricarse, ensamblarse y probarse en las instalaciones del proveedor, bajo programa de aseguramiento de calidad con certificación ISO 9001. Serán de primer uso, eficientes, confiables y con alto índice de continuidad de servicio, de tecnología probada reciente y disponible, con aplicación previa de 5 años mínimo.

El ofertante debe proporcionar documentación de respaldo de las características técnico-operativas de los equipos propuestos, normas técnicas aplicables, facilidades para pruebas de comportamiento en fábrica, etc.

La estación de bombeo deberá disponer de protección contra efectos de descargas atmosféricas directas o cuya acción alcance el sistema eléctrico, mediante aplicación de apartarrayos óxido de zinc en subestaciones eléctricas y pararrayos distribuidos en el predio. Por otra parte deberá contar con malla de tierras para control y limitación de gradientes de potencial de paso y contacto por situación de falla a tierra. En cualquier circunstancia se evitará presencia de voltaje transferido.

Para garantizar continuidad de servicio de bombeo, aún en condición de falla de suministro de energía eléctrica, la estación contará con grupos electrógenos, operación eléctrica aislada, que alimentarán en forma independiente los buses de potencia trifásicos, disponiendo de bloqueos pertinentes con los interruptores tripolares de terminales secundarias que abastecerán en servicio normal, evitando alimentación eléctrica simultánea.



El sistema eléctrico de la Estación de Bombeo contara con los siguientes constituyentes básicos.

9.1. Subestación Eléctrica

Se le da el nombre de subestación eléctrica al conjunto de elementos que sirven para alimentar el servicio eléctrico de alta tensión a un local con una demanda grande de energía para obtener luz, fuerza, calefacción y otros servicios. Esta instalación está destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador.

Se deben de indicar las condiciones de operación de la misma, así como las características de los componentes que la conforman. A su vez debe de estar protegida de cualquier descarga eléctrica, ya sea causada por la misma o por efectos exteriores naturales. . Y se debe garantizar la operación del sistema al 100%.

Las subestaciones eléctricas no obstante su elevado costo son convenientes al usuario debido a que las cuotas de consumo, medidas en alta tensión son mucho mas económicas que cuando los servicios son suministrados por la empresa en baja tensión, por lo cual, el gasto inicial se compensa en poco tiempo quedando un ahorro permanente al propietario

Actualmente las subestaciones de tipo abierto para interiores han pasado a la historia. Los materiales modernos permiten la construcción de subestaciones unitarias o también llamadas compactas dentro de las cuales se disponen los aparatos y accesorios que señalan las normas de reglamento de obras e instalaciones eléctricas que son como sigue.

La subestación unitaria consta de un gabinete de medidas normalizadas fabricado de lámina rolada de frio protegida con pintura anticorrosiva en capa gruesa y tres manos de pintura auto motivan, con el suficiente espacio para alojar al equipo de medición de la empresa que suministra el servicio el cual es alojado con las líneas alimentadoras. Así como también el interruptor, el apartarrayos auto valvular, que contienen a la vez una celda de acoplamiento para el o los transformadores. El transformador de distribución de potencia que en algunos casos pueden ser varios y la celda para acoplar los gabinetes de baja tensión. Las puertas deberán estar previstas con ventanas de inspección, con cristales inastillables de resistencia suficiente para soportar eventuales presiones internas.



Los diversos elementos estructurales de la subestación eléctrica unitaria deberán soportar sin deformarse todos los esfuerzos mecánicos a que serán sometidos durante su manejo y transporte, así como los originados bajo condición de cortocircuito y movimientos telúricos.

Con objeto de prever fallas ocasionales y que la planta no quede sin servicio en su totalidad, es necesario proveer la instalación de dos o tres o incluso hasta cuatro transformadores en la subestación, los que pueden ser monofásicos o trifásicos y con capacidades diferentes. A continuación se dan algunos ejemplos de como se puede distribuir la carga en los transformadores.

Ejemplo 1.- Instalación de dos transformadores de la misma capacidad preparados para el caso de que uno quede fuera de servicio.

Ejemplo 2.- Suponiendo carga de 2000 kva; dos transformadores de 1000 kva, en caso de falla de uno, quedará el servicio al 50 %.

Ejemplo 3.- Suponiendo carga de 2000 kva; pueden instalarse 3 transformadores monofásicos de 670 kva, en caso de falla de uno, los restantes se conectan con delta abierto y suministran los dos restantes 1340 kva.

Ejemplo 4.- Suponiendo 2000 kva pueden instalarse cuatro transformadores monofásicos de 670 kva dejando fuera uno para el caso de una falla, conectarlo y tener completo el servicio.

Cabe mencionar que la subestación eléctrica debe diseñarse, construirse y probarse de acuerdo a las últimas ediciones de las siguientes Normas y Reglamentos.

- National Electrical Manufacturing Association (NEMA).
- National Electrical Safety Code (NESC).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- American National Standard Institute (ANSI).
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM –001-SEDE-2005) relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.



SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMPACTA, FABRICADA POR SELMEC

✓ *Consideraciones de diseño para subestación Eléctrica*

Existen diferentes factores que influyen para la correcta selección del tipo de subestaciones para una aplicación dada. El tipo de estación más apropiado depende de factores tales como el nivel de voltaje, capacidad de carga, consideraciones ambientales, limitaciones de espacio en el terreno y necesidades de derecho de vía de la línea de transmisión. Además, los criterios de diseño pueden variar entre sistemas.

Con el continuo aumento general en el costo de equipo, mano de obra, y terrenos y adaptación de los mismos, debe hacerse todo el esfuerzo posible para seleccionar criterios que representen la mejor opción para satisfacer las necesidades del sistema a los mínimos costos posibles.

En vista de que los costos de subestaciones importantes se reflejan en los transformadores, interruptores automáticos y disyuntores, el trazo de la barra y el arreglo de conmutación seleccionado determinarán el número de disyuntores y interruptores automáticos requeridos. La selección de niveles de aislamiento y prácticas de coordinación afecta el costo en forma considerable, en especial en clase EHV.



En la selección de trazos de barra y arreglos de conmutación para que una subestación satisfaga las necesidades del sistema y la estación, deben considerarse varios factores.

Una subestación debe ser confiable, económica, segura, y con un diseño tan sencillo como sea posible; éste último debe proporcionar un alto nivel de continuidad de servicio y contar con medios para futuras ampliaciones, flexibilidad de operación y bajos costos inicial y final. Debe estar equipado con lo necesario para dar mantenimiento a líneas, interruptores automáticos y disyuntores, sin interrupciones en el servicio ni riesgos para el personal.

La orientación física de las rutas de líneas de transmisión muchas veces influye en la ubicación y disposición de la barra en subestaciones. El lugar seleccionado debe ser tal que se pueda lograr un arreglo conveniente de las líneas.

Para tener confiabilidad, el diseño de la subestación debe evitar un paro total de la misma ocasionada por la falta del interruptor automático de barra, y debe permitir el rápido restablecimiento del servicio después de que ocurra una falla. El arreglo planificado de las líneas con fuentes conectadas a lados opuestos de las cargas mejora la confiabilidad. El trazo debe permitir futuras adiciones y ampliaciones sin interrumpir el servicio.

9.2. Transformadores de Potencia

Debido a que no todos los componentes del sistema requieren de la misma capacidad de voltaje es necesario contar con dispositivos de transformación del mismo para ello se requiere un transformador, el cual está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre sí eléctricamente y por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético.

Las resistencias de puesta a tierra del neutro del transformador deberán fabricarse, ensamblarse y probarse en las instalaciones del proveedor, bajo un programa de aseguramiento de calidad, con certificación ISO 9001.

9.2.1. Transformador tipo seco

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes como es este caso se requieren de varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones).



9.2.2. Interruptores termomagnéticos

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o corto circuitos.

Uno de los interruptores más utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y corto circuitos es el termomagnético. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado. Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, lo que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico en el que puede responder rápidamente ante la presencia de un corto circuito. Para la protección para la sobre carga se vale de un elemento bimetálico.

9.2.3. Arrancadores

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor ya sea termomagnético o de navajas (cuchillas) con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetálico. El contactor consiste básicamente en una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contactor al energizar o desenergizar la bobina.

Las ventajas de esta combinación son varias:

- ✓ Se dispone del interruptor (de navajas o termomagnético) para la desconexión y conexión (total) del arrancador.
- ✓ La protección contra cortocircuito puede lograrse con el interruptor termomagnético o con los fusibles del interruptor de navajas.
- ✓ Un arrancador puede tener: botones para restablecer los disparos por sobrecarga, botones para arranque, paro y prueba; luces indicadores de varios tipos; tabllas de terminales para conectar el motor y la (s) unidad(es) de control remoto y otros elementos de control.



9.3. Centro de control de motores (CCM)

Es un tablero eléctrico que alimenta, controla y protege circuitos cuya carga esencialmente consiste en motores y que usa contactores o arrancadores como principales componentes de control. Su construcción consiste en un ensamble autosoportado de una ó más secciones verticales cerradas que tienen barras conductoras horizontales comunes y que contienen principalmente unidades combinadas para control de motores. Estas unidades se instalan unas arriba de otras, en cubículos independientes en las secciones verticales.

Las secciones pueden incorporar barras conductoras verticales conectadas a las barras colectoras horizontales, extendiendo el suministro común de fuerza a las unidades individuales. Las unidades también se pueden conectar directamente a las barras conductoras horizontales mediante alambrado adecuado.

La sección de Centro de Control de Motores Consiste de envolventes y ensambles verticales el cual mediante su marco estructural evita la separación física en partes mas pequeñas y que está diseñado para recibir unidades combinadas de control de motores individuales. La función de la sección vertical es soportar las barras verticales y horizontales, las unidades, las cubiertas y las puertas, cuando éstas no estén montadas directamente en la unidad.

Deben cumplirse en la construcción del CCM, los requisitos de seguridad que para estos equipos establece la NFPA 70E, como son por ejemplo, etiquetado, barreras, cubiertas, terminales seguras, colores de identificación, seguros y candados, puertas con conexión a tierra, puertas con seguros resistentes a alta presión.

Cada sección estándar debe de tener todos los accesorios y conectores necesarios para formar unidades enchufables del tipo modular con el objeto de que puedan ser desconectadas y conectadas en cualquier espacio libre del CCM. Todos los espacios no utilizados deberán ser cubiertos por tapas y preparados para aceptar unidades futuras.

Cada silleta de la unidad enchufable estará provista de guías que soporten el peso de la unidad en el momento de la instalación o remoción de la misma y debe asegurar una conexión firme y un alineamiento perfecto para evitar falsos contactos y así puntos calientes.



CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

Para el acabado del gabinete, todas las partes de acero, excepto las galvanizadas deben recibir un tratamiento anticorrosivo de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Limpieza a metal blanco.
- ✓ Dos capas de primario epóxico poliamida de dos componentes (RP-6 modificado) de 100-150 micras de espesor cada capa.
- ✓ Una capa de acabado poliuretano acrílico alifático de dos componentes (RA-28 modificado) de 75-100 micras de espesor, color verde PEMEX 628 (Pantone Matching System PM-577).

El CCM debe tener una identificación general con una placa de acero inoxidable grabada, localizada en lugar visible, fijada de manera permanente (no adhesivos,) con al menos los datos principales siguientes:

- ✓ Fabricante.
- ✓ Tipo de equipo
- ✓ Número de serie
- ✓ Orden de taller
- ✓ Voltaje nominal
- ✓ Corriente nominal
- ✓ Corriente de cortocircuito.
- ✓ Año de fabricación.
- ✓ Servicio clase NEMA



9.4. Banco de Baterías

La instalación deberá considerar banco de baterías, posibilitando la operatividad confiable de interruptores de potencia, contactores, alumbrado de emergencia, etc.

Se debe mencionar el diseño soportado del Banco de baterías como por ejemplo:

- ✓ Voltaje de entrada
- ✓ Frecuencia de entrada
- ✓ Voltaje de salida
- ✓ Corriente de salida
- ✓ Regulación estática
- ✓ Regulación dinámica
- ✓ Voltaje transitorio
- ✓ Supresores transitorios
- ✓ Eficiencia
- ✓ Factor de potencia
- ✓ Límite de corriente
- ✓ Reparto de carga
- ✓ Accesorios
- ✓ Protección
- ✓ Enfriamiento
- ✓ Normatividad

El proveedor garantizará la capacidad de suministro de partes de repuesto durante un periodo mínimo de 15 años. La cotización de este concepto será por separado, pero formando parte integral de la oferta, cabe mencionar que todo esto va a depender de cómo se vayan realizando los contratos.

Los equipos estarán garantizados por el proveedor contra cualquier circunstancia de ineficiencia funcional, fallas electromecánicas durante operación normal, defectos de diseño y mano de obra, o escasa vida útil, por un periodo mínimo de 12 meses, a contar de la fecha de puesta en servicio.

La instalación definitiva de los equipos se realizará en apego a las recomendaciones técnicas del fabricante, respetando las mejores prácticas comerciales. La propuesta del concursante deberá indicar claramente el programa de montaje, en adición al compromiso ineludible de emplear equipos y herramientas adecuadas, personal especializado y en general cualquier aspecto que contemple la característica de la obra.



9.4.1. Esquema Control de Factor de Potencia

En época de estiaje y condición de arranque-paro de las bombas, controlado por el nivel de agua en el cárcamo, el aspecto de extrema variabilidad del gasto hidráulico afluente a la instalación podría conllevar períodos cortos de equipos fuera de servicio y consecuente bajo factor de potencia del sistema eléctrico.

Para solventar la situación anterior se deben encontrar conexiones o arreglos en los equipos eléctricos que satisfaga los requerimientos inductivos en vacío de los transformadores y eleve el factor de potencia en determinado número de ciclos, en adición a la compensación armónica a niveles de frecuencia.

El sistema eléctrico de la estación de bombeo reflejará el factor de potencia en exceso, observando diversas condiciones operativas.

9.4.2. Esquema Generación propia de energía eléctrica

Para garantizar la continuidad de servicio pleno de la estación de bombeo se deberá disponer de un esquema de generación propia de energía eléctrica por grupos electrógenos con comportamiento funcional aislado. Para entender mejor lo mencionado se da un ejemplo tomado del proyecto ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Ejemplo:

El esquema de generación propia de energía estará integrado por un grupo electrógeno como servicio de emergencia de 900 RPM, constituido por un generador sincrónico trifásico, campo rotatorio, sin escobillas, montaje estacionario, servicio interior a prueba de agua, arreglo un cojinete, operación aislada, 2400 kW, 3000 kVA a factor potencia 0.80, voltaje terminal 4160 VCA, 3 fases, 60 Hz, conexión estrella, acoplado a motor de combustión interna, multi-cilindros, disposición V, turbocargado e inter-enfriado, característica precalentamiento para toma rápida de carga, gobernador isócrono, arranque aire comprimido. El grupo denotará transferencia automática con respaldo eléctrico manual, retraso controlable de retransferencia, caída máxima transitoria de voltaje 15% respecto a nominal al someterse a carga súbita correspondiente a capacidad plena del generador y factor de potencia 0.80, 1s de tiempo máximo de recuperación de voltaje de placa posterior al transitorio señalado. Así mismo dispondrá de neutro aterrizado e interruptor principal tripolar tipo vacío, 3x1200 A, clase 5 kV, interruptiva 31.5 kA, con bloqueos pertinentes para evitar doble fuente de alimentación simultánea al bus de 4.16 kV.



9.5. Sistema de tierras

La seguridad del personal y equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas. Este sistema se conecta a todos y cada uno de los elementos de la instalación que requieran ser puestos a tierra para:

- Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes, ya sean debidas a una falla a tierra del sistema o a la propia operación de algunos equipos.
- Facilitar la operación de los dispositivos de protección, para la eliminación de fallas a tierra.
- Proveer un medio para disipar las corrientes eléctricas indeseables a tierra, sin que se excedan los límites de operación de los equipos.
- Proveer un medio de descarga y desenergización de equipos, antes de proceder a las tareas de mantenimiento.
- Dar mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico.

Los elementos que conforman el sistema de tierras son: Las rejillas para tierra enterrada. Electrodo verticales (varillas para tierra) conectados a la rejilla para tierra y clavados verticalmente en el terreno. Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se hace la conexión a tierra de las partes de la instalación y del equipo. Conectores aprobados de acuerdo a IEEE que pueden ser soldables, mecánicos o a compresión

9.5.1. Protección Contra Efecto de Descargas Atmosféricas

El esquema permitirá controlar y limitar voltajes transitorios de origen atmosférico que afecten la línea aérea de distribución eléctrica, disponiendo en la subestación eléctrica de apartarrayos óxido de zinc, tipo estación. Así como también se deben proteger los centros de control de motores.

Para protección contra descargas atmosféricas directas se deberán instalar, en diversos postes metálicos, pararrayos tipo ionización, anticipador de trazador ascendente, posibilitando cobertura completa de la instalación de bombeo



10. IMPACTO AMBIENTAL

Un estudio de Impacto Ambiental contempla alternativas para un desarrollo armónico y sostenido de los recursos comprometidos en un proyecto o proyectos, así como un análisis del costo-beneficio, enfatizando en los riesgos ambientales derivados de su ejecución. Sin embargo, propone alternativas viables y convenientes a fin de que el proyecto o actividad durante su construcción y uso no provoque drásticos efectos al ambiente. En términos generales el procedimiento de Impacto Ambiental debe ser un instrumento de carácter preventivo y no correctivo a fin de prever los impactos y minimizar, prevenir o atenuar los negativos antes de que se inicie la obra y se puedan hacer los ajustes correspondientes desde la etapa de la planeación, además de que es un estudio obligatorio para otorgar la licencia de construcción.

Como se sabe toda construcción que se realiza conlleva un efecto con respecto a la naturaleza, ya sea en menor o en mayor grado, y para este caso no es la excepción, lo que se realizan estudios de impacto ambiental y para ello se efectúa una Manifestación de Impacto Ambiental en donde se debe recabar la información que a continuación se lista.

- Datos Generales
- Descripción de la obra proyectada
- Descripción del medio natural del sitio y su entorno
- Identificación de los Impactos Ambientales
- Medidas de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales
- Anexos

10.1. Datos Generales

- ✓ *Datos del promovente*

En este apartado se proporcionan datos del interesado, es decir, el nombre de la Institución que es encargada de dicha obra, así como el nombre de la empresa responsable de la elaboración del proyecto ejecutivo. Otros datos son nombre de los representantes, domicilio para oír y recibir notificaciones y domicilio donde se pretende ubicar el proyecto.



- ✓ *Responsable de la Elaboración y Contenido del Estudio de Impacto Ambiental*

En este punto se menciona quienes fueron los que realizaron el estudio de Impacto Ambiental y cual es el contenido del mismo, así como los principales efectos que tendrá el proyecto en sus diferentes etapas, por ejemplo la generación de residuos de la construcción, consumo de agua potable, entre otros.

- ✓ *Documentos del proyecto*

Los documento que se requieren en este punto son: Constancia de alineamiento y numero oficial, Certificado de zonificación de usos de suelo o documento de la acreditación de la propiedad del sitio.

10.2. Descripción de la obra proyectada

10.2.1. Descripción detallada del proyecto

- ✓ Nombre del proyecto

En este punto se escribe el nombre del proyecto que se va a desarrollar.

- ✓ Naturaleza del proyecto

La información principal que se debe incluir en este apartado es una descripción a detalle de la obra que se pretende desarrollar, por lo que se debe mencionar la capacidad que tendrá la planta de bombeo, el tipo de agua con la que se va a operar, de donde provienen dichas aguas.

También se mencionan las dimensiones del proyecto y cómo va a estar distribuida, el nivel de desplante que tendrán las estructuras hidráulicas, mecánicas, eléctricas, instalaciones auxiliares y de apoyo, en otras palabras es una descripción de los componentes de la planta y su proceso constructivo.

- ✓ Objetivos y Justificación del proyecto

En la justificación del proyecto se menciona las problemáticas que existe en el lugar de la obra, es decir, describir si hay problemas con el drenaje que ocasionen inundaciones, para que se puedan indicar los objetivos del proyecto y la forma en que se va a evitar o va a disminuir la problemática identificada con la realización de la obra propuesta.



✓ Programa de actividades

En esta sección se estima la duración que va a tener dicho proyecto, a lo que se procede a realizar un programa de obra tan pronto se tengan los permisos y autorizaciones relacionados con el proyecto y sobre todo cuando ya se hayan autorizado los presupuestos de los trabajos del proyecto.

A continuación se presenta a manera de ejemplo, el programa de obra de una planta de bombeo en el que se demuestran las actividades que se deben tomar en cuenta. Este programa de obra esta considerado para una duración de construcción de seis meses.

PROGRAMA DE OBRA						
<i>ACTIVIDADES</i>	<i>MESES</i>					
	1	2	3	4	5	6
<i>Preliminares</i>	█					
<i>Corte y nivelación de terracerías</i>		█	█			
<i>Excavación de lumbrera de rejillas</i>		█	█			
<i>Excavación de cárcamo de bombeo</i>		█	█			
<i>Construcción de lumbrera de rejillas</i>		█	█			
<i>Construcción de cárcamo de bombeo</i>			█	█		
<i>Construcción del conducto de interconexión</i>			█	█		
<i>Construcción de estructura de descarga</i>			█	█		
<i>Construcción de caja de deflexión</i>			█	█		
<i>Suministro e instalación de equipos hidráulicos, mecánicos y eléctricos</i>			█	█	█	
<i>Instalación de fontanería</i>			█	█	█	
<i>Construcción de obras y servicios auxiliares y de apoyo</i>			█	█	█	
<i>Mejoramiento de suelos en patios de maniobras</i>					█	█
<i>Pavimentación de patios de maniobras</i>					█	█
<i>Reforzamiento y reubicación de bordos</i>						█
<i>Acabados y obras exteriores</i>						█
<i>Limpieza de obra</i>	█	█	█	█	█	█

10.2.2. *Etapas de selección del sitio*

✓ Ubicación física del proyecto

Se coloca la localización del predio donde se construirá la planta de bombeo, y se menciona la superficie del predio, anexando un croquis del mismo.



✓ Uso de suelo del predio

Aquí se indica si legalmente el uso del suelo que tiene el predio correspondiente al tipo de obra que se va a desarrollar, en caso de ser afirmativo se presenta la constancia de acreditación de uso de suelo y constancia de zonificación y se describe si el equipamiento e infraestructura son idóneas para el proyecto, si hay que remover alguna clase de arboles o algún otro recurso natural, también se pueden anexar fotografías para su mejor entendimiento.

✓ Criterios de selección del sitio

Como ya se mencionó en otros capítulos la selección del sitio consiste en ver que el sitio sea viable para la construcción de la planta de bombeo en ese lugar, tanto estructural, económica y ambientalmente con el fin de no tener problemas a futuro. En este sentido es recomendable contar con otro sitio seleccionado para garantizar que la obra se lleve a cabo por si surge algún imprevisto con el sitio original.

✓ Situación legal del predio

De acuerdo con la recopilación de información que se tiene, se verifica la situación legal del sitio, es decir, que el predio sea propiedad del gobierno y de no ser así, que sea de un solo dueño y, evitar que los propietarios sean ejidatarios.

10.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

En éste apartado se describen todos los aspectos relacionados con el proyecto.

✓ Memoria Técnica del Proyecto

Es donde se anexa la memoria descriptiva como ya se había mencionado, con diferencia que se indica los cuidados que se deben tener en la obra.

- ◆ Mencionar las obras provisionales que se realizaron esto si en dado caso se hubieran construido algunas.
- ◆ Indicar el personal que se va a utilizar.
- ◆ Los requerimientos de energía a la demanda de la electricidad y de combustible que se utilizarán durante la obra.



- ◆ El consumo de agua, por lo que se debe distinguir el tipo de agua a utilizar entre trabajadores y cuestiones de la obra, que generalmente se utiliza agua tratada para el riego de áreas polvosas y de actividades que no requieran una calidad de potabilidad, y agua potable solo para el aseo de los trabajadores.
- ◆ También señalar a donde serán llevados los residuos de excavación que se generen durante la construcción de la obra o si serán aprovechados para la misma.
- ◆ Otro tipo de residuos que se generan provienen de los trabajadores que son del tipo doméstico, es decir, residuos alimenticios, bolsas de papel, papel sanitario, entre otros, por lo que también se debe indicar donde serán depositados y qué tipo de contenedor se dispondrá para ello.
- ◆ La manera en que se van a disminuir las emisiones a la atmósfera, esto se refiere a que los vehículos que transporten, ya sea residuos o materiales, deban circular con lonas para evitar la dispersión de polvos a la vía pública y que los vehículos a utilizar estén en perfectas condiciones mecánicas.
- ◆ La manera en que se mitigan los niveles de ruido perimetral, es decir, demostrar que tanto la maquinaria como el equipo que se utiliza se encuentra en buenas condiciones, así como los programas en donde se verifique la operación escalonada de ellos, para evitar su operación al mismo tiempo.
- ◆ Mencionar el desmantelamiento de la infraestructura que sirvió de apoyo esto se refiere a los campamentos, si es el caso o por los módulos de sanitarios portátiles que se deben retirar hasta que haya concluido la obra para evitar que material fecal se disperse por el aire. También deberá tener contempladas actividades de limpieza continua durante la construcción y al término de ella, realizar una limpieza final.

10.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

Entrando en operación la planta de bombeo se deberá mencionar el horario de trabajo que tendrá, el tipo de personal que la va a operar y el mantenimiento que requerirán ciertos equipos, así como los planes y programas de seguridad.



✓ Etapa de Operación

Se menciona en este punto las dimensiones de los tanques de combustible para los equipos de bombeo, como también los requerimientos de energía para el uso de los elementos de limpieza de la lumbrera de rejillas y para los servicios propios de la planta como iluminación interior en diversos locales. Para ello, se hace mención de las necesidades que tiene la subestación eléctrica para garantizar la continuidad en el servicio y satisfacer el objetivo de la planta. También se describe la geometría de los tanques de carga para así realizar su descarga.

En general, se debe hacer una descripción de todas las actividades necesarias para el correcto funcionamiento de la planta de bombeo.

✓ Etapa de Mantenimiento

El mantenimiento preventivo y correctivo de las bombas y de sus motores generará residuos clasificados como peligrosos, por sus características inflamables y tóxicas.

Se generarán aceites lubricantes usados así como trapos y contenedores con residuos de estos aceites. Los contenedores de estos aceites deberán almacenarse y disponerse conforme al Reglamento de Prevención y Gestión Integral de los Residuos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Por otro lado, también se deben mencionar las acciones de almacenamiento de los residuos sólidos que retendrán las rejillas o limpiezas previas que permitirán disminuir problemas electromecánicos de los equipos de bombeo. Por lo tanto, se debe contar con un almacén temporal, para que posteriormente sean llevados a un relleno sanitario para su disposición final.

Por cuestiones de seguridad, la planta de bombeo debe contar con los más estrictos criterios constructivos con el fin de funcionar adecuadamente sin fugas de agua, daños en los equipos de bombeo o dislocamiento o hundimiento del cárcamo de bombeo y de la lumbrera de rejillas y seccionamiento. La obra y la colocación e instalación de los equipos y tuberías se deben realizar observando todos los parámetros de seguridad necesarios para su correcto y buen funcionamiento.



✓ **Requerimientos de Personal**

En este punto se describirán las características que debe tener el personal que laborará en actividades administrativas y de vigilancia, así como también el horario de trabajo en la planta de bombeo.

10.2.5. Etapa de abandono del sitio

Todas las obras tienen un tiempo de vida de operación, por lo tanto se deben plantear las actividades que se deben realizar cuando este tiempo se cumpla, pues se tiene que regresar a las condiciones que tenía el terreno antes de que se llevara a cabo la obra. Por otro lado, si se requiere ampliar este tiempo de vida, se tendrían que plantear las acciones que se deben seguir para lograrlo.

10.3. Descripción del Medio Natural del sitio y su entorno

✓ *Delimitación y Justificación del Área de Influencia*

Aquí se mencionan las colindancias que tiene el predio donde se llevará a cabo la obra, como toda la estructura urbana en que se encuentra, como la distribución del uso del suelo con las siguientes características: el uso habitacional que ocupa, habitacional mixto, espacios abiertos y deportivos, centros de barrio y subcentros urbanos, entre otros.

También se describen los antecedentes del lugar, señalando la influencia que tendrá la obra proyectada desde el punto de vista social, ambiental y económico.

✓ *Características Físicas*

En este punto se tiene que hacer un inventario ambiental, el cual debe incluir un registro de toda la flora y fauna, cuerpos de agua superficiales y subterráneos (acuíferos), así como las características socio – económicas de la zona donde se instalará la planta de bombeo.

✓ *Condiciones climatológicas*

Se indica como es el clima de la zona, por ejemplo, si es templado húmedo con lluvias, cuál es el grado de humedad en verano, su precipitación anual, si es que incidirá sobre las condiciones climatológicas de la zona al presentarse procesos que puedan emitir grandes cantidades de calor o elevadas temperaturas.



✓ *Geomorfología y Relieve*

Investigar el tipo de suelo que predomina en la zona de la obra, esto de acuerdo con la clasificación del Reglamento de Construcciones y/o con lo indicado por el INEGI, así como el tipo de orografía, si existe alguna falla geológica, entre otros. Si es susceptible de sufrir fracturas y hundimientos durante la ocurrencia de sismos de gran intensidad o de gran duración, verificar si el índice de sismicidad con que fue proyectada la cimentación y estructura del proyecto es el más estricto dentro de las normas constructivas.

En este tema se pueden colocar la estratigrafía de los Pozos a Cielo Abierto y los Sondeos de Muestreo Continuo y las propiedades de los materiales por medio de pruebas de laboratorio.

10.4. Identificación de los impactos ambientales

La evaluación de impacto ambiental es una herramienta para generar información, y con ello tener un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo - beneficio social-económico y ambiental. Entendiendo a la evaluación del impacto ambiental como el acto de autoridad que consiste en valorar las modificaciones que la realización de una obra o actividad puede producir en el ambiente.

Esto permite proponer medidas técnicas para minimizar los costos y ampliar los beneficios de tal manera que el balance ambiental del proyecto resulte lo más favorable posible, identificando y previniendo los efectos ambientales adversos asociados que puedan causar desequilibrios ecológicos sin rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ambientales vigentes.

✓ *Elaboración de Matriz de identificación de impactos*

La evaluación del impacto ambiental pretende establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente como instrumento normativo/operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollo negativo.

Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique, una perturbación que puede ser positiva o negativa al ambiente y para los impactos negativos, deberán minimizar con base en los resultados del impacto ambiental.



Existen una gran variedad de metodologías que son utilizadas para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales generados por el desarrollo de un proyecto. Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consisten en reconocer las variables y los procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos que pueden ser afectados de manera significativa.

La identificación y cuantificación de impactos se realiza comúnmente mediante métodos estructurados, orientados a extrapolar y caracterizar las condiciones ambientales previstas en la implementación de la acción. Estos métodos van desde listados simples para analizar relaciones causa-efecto hasta modelos matemáticos computacionales de simulación.

Las metodologías están orientadas a conocer el significado de los impactos potenciales, y por lo tanto, varían dependiendo de los elementos analizados, como son las variables ambientales a afectar, y el área involucrada, así como las actividades de la obra que se tienen contempladas a desarrollar.

Las consideraciones que se pueden tomar en cuenta para la evaluación de las actividades impactantes sobre el medio ambiente pueden ser los efectos que tienen a corto, mediano y largo plazo, así como también la reversibilidad, controlabilidad, radio de acción, implicaciones económicas, sociales y culturales.

A continuación se presenta un ejemplo de una Matriz de identificación de impactos.



GUÍA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
IMPACTO AMBIENTAL



TABLA 4.1 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES
Construcción y Operación de la planta de bombeo de la Laguna Mayor de Iztapalapa

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES																		
		PLANEACION			PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION								USO Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE BOMBEO							
		Análisis y revisión de la problemática	Planteamiento de alternativas de solución	Elaboración del proyecto ejecutivo	Preliminares	Excavación de lumbrera cárcamo de bombeo	Construcción de lumbrera cárcamo de bombeo	Construcción del resto estructuras hidráulicas	Suministro e instalación de equipos	Instalación de fontanería	Construcción de obras servicios auxiliares	Mejoramiento y pavimentación de patios	Limpieza de obra	Influente del colector alvivo	Cribado de agua residual para proteger equipos	Bombeo de agua hacia Laguna Mayor	Mantenimiento de instalaciones y equipos	Acciones y programas Futuros		
Factores Físicoquímicos	Agua																			
		Calidad del agua Freática		+1																
		Inundaciones		+1	+2															
	Afectaciones	Calidad del suelo			+1															
		Estabilidad y hundimientos																		
		Sismología (terremotos)																		
	Atmósfera	Calidad del aire																		
		Ruido																		
	Ecológicos	Paisaje																		
		Flora																		
Fauna																				
Servicios	Infraestructura		+2	+3	+3															
	Demanda de servicios			+3	+3															
	Economía local																			
Estéticos, culturales y normativos	Salud y seguridad			+2	+2															
	Confort y bienestar de la población			+3	+2															
	Planes y programas de desarrollo		+1		+2	+1														
	Programas operativos Anuales del gobierno		+3		+2	+1														



10.5. Descripción de los impactos ambientales identificados

La identificación y evaluación de los impactos ambientales se hace en las siguientes etapas de la obra:

- Planeación
- Preparación del sitio y construcción
- Operación y Mantenimiento
- Actividades futuras o desmantelamiento

10.5.1. Planeación

La identificación de impactos ambientales en esta etapa de planeación es muy importante, ya que se pueden identificar perturbaciones al ambiente que se pueden eliminar o mitigar, pues este es el momento en que se dimensionan geoméricamente las estructuras hidráulicas que conforman la planta de bombeo en el proyecto y se está elaborando el proyecto ejecutivo mencionando sus diferentes partes que la compondrán, como son las estructuras hidráulicas, auxiliares y de apoyo.

En otras palabras, con el proyecto ejecutivo indudablemente se da el dimensionamiento de la planta de bombeo que debe instalarse y con ello se pudieron eliminar algunos impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos.

10.5.2. Preparación del sitio y construcción

En esta etapa se identificarán y evaluarán los impactos ambientales que se presentarán en el momento en que se inicie la obra. A continuación se muestran a manera de ejemplo algunos impactos esperados por acciones que se llevan a cabo en esta etapa.

- ✓ Preliminares

Esta actividad se refiere a las acciones como son: instalación de señalización, delimitación de la zona de trabajo limpieza del área de obras como es remoción de hierbas, árboles, arbustos y trazo del cárcamo de bombeo y demás estructuras hidráulicas y auxiliares.

Por las actividades preliminares señaladas se espera un impacto negativo de mínima importancia sobre el factor flora por la remoción de la vegetación (en caso de haber).



- ✓ Excavación de lumbrera de rejillas y cárcamo de bombeo

La excavación será una de las actividades con impactos negativos que se presenten a lo largo de la obra ya que afectarán la calidad del aire, generará ruido por el uso de la maquinaria para la excavación, por lo tanto el paisaje se verá deteriorado.

Los impactos que se pueden generar durante la construcción de la lumbrera de rejillas y el cárcamo de bombeo serán negativos, pues, la calidad del aire será mala debido a la emisión de polvos y la generación de ruido. Y los impactos positivos son: el confort y bienestar de la población y la generación de empleos.

10.5.3. Operación y Mantenimiento

Los efectos o impactos que se manifiesten durante la operación o uso, al contrario que en la etapa de construcción, serán permanentes, al menos durante su vida útil. Los impactos negativos serán mínimos y controlables, atenuándose o mitigándose aplicando las medidas y acciones necesarias, ya que la obra proyectada será menor en comparación con sus beneficios, ya que evitarán inundaciones, seguridad y bienestar a la población.

Una forma de mitigar los impactos negativos que se pudieran presentar es mediante el mantenimiento de todas las instalaciones de la planta de bombeo, pues el correcto funcionamiento evitará inundaciones de la zona.

10.5.4. Actividades Futuras

En este apartado se identificarán los impactos ambientales que se presentarán cuando se acabe el tiempo de vida medio de la obra, por lo que se tendrán que plantear las acciones a desarrollarse cuando se alcance este tiempo, por lo que se tendrá que hacer un plan o programa para disminuir los impactos en ese momento.

10.6. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales

- ✓ *Identificación y descripción de las medidas de mitigación*

Las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad.



Estas medidas de prevención se identifican antes de construir la obra para que se destinen los recursos económicos necesarios, los cuales pueden representar hasta el 20% del costo total de la obra.

Las acciones propuestas para la mitigación de los impactos pueden ser la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales, el trasplante de árboles y la posterior reforestación, entre otras acciones.

✓ *Medidas y acciones preventivas y de mitigación en forma programada*

Después de identificar a las medidas de prevención se puede realizar una tabla donde se dividen la aplicación de acciones o medidas preventivas y de mitigación de los impactos adversos, en donde se menciona si la medida o acción se realizará previo a la obra o durante la obra.

Una vez desarrollados estos puntos se procede a presentar los resultados obtenidos y entonces concluir el estudio del impacto ambiental.



ANEXOS



ANEXO I ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Este informe contiene los resultados de los trabajos de campo, de laboratorio y análisis de la información en gabinete, para elaborar el estudio de mecánica de suelos y emitir recomendaciones y datos para elaborar el proyecto ejecutivo de la planta de bombeo.

El objetivo de este estudio es analizar las condiciones del subsuelo del predio donde se construirá la planta de bombeo considerando lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Cabe mencionar que los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos, sólo se aplicarán al proyecto en cuestión.

Para este estudio se realizan diferentes exploraciones geotécnicas con el fin de obtener muestras representativas de los materiales presentes en el sitio donde se construirá la Planta de Bombeo.

La exploración geotécnica consistirá en determinar la estratigrafía, realizar diferentes pruebas de laboratorio, realización de sondeos de muestreo continuo (SMC) hasta una cierta profundidad y como también de pozos a cielo abierto (PCA) este último hasta encontrar el nivel de aguas freáticas.

Estos sondeos se realizan apegados a las diferentes normas establecidas en el Reglamento de Construcción del estado en donde construirá dicho proyecto.

Después de realizar estos sondeos se realizan diferentes pruebas de laboratorio con el fin de conocer las propiedades índices y mecánicas de los materiales encontrados en el sitio, las pruebas que se pueden realizar son las siguientes:

- Contenido de humedad
- Clasificación visual y al tacto
- Porcentaje de finos
- Límites de plasticidad
- Compresión simple
- Compresión axial sin confinamiento
- Compresión triaxial no consolidada no drenada.
- Consolidación unidimensional



Cabe mencionar que estas son algunas de las pruebas que se pueden realizar, no forzosamente se deben de realizar todas estas pruebas. Sólo las que el proyecto requiera.

A continuación se procede a analizar y diseñar geotécnicamente las condiciones de construcción y servicio a las que se vera sujeto el cárcamo de bombeo, para lo cual se revisa la estabilidad de las excavaciones, la capacidad de carga en el suelo de desplante, los efectos de flotación de la conexión, la estabilidad del procedimiento de tubo hincado, y los asentamientos y hundimientos diferenciales generados por las diferentes condiciones de operación. El análisis geotécnico inicia por garantizar la estabilidad de la excavación es decir, si se tiene que mejorar el terreno para mayor seguridad de la estructura.

De la información recopilada referente a las características del subsuelo de la zona donde se construirá la planta de bombeo, de los sondeos exploratorios realizados dentro del área de influencia de la estructura en estudio, de los resultados de la pruebas de laboratorio, así como de la caracterización geomecánica de los materiales encontrados en el sitio, con toda esta información se propone el tipo de método constructivo más adecuado para la realización de la Planta de Bombeo.

A continuación se da un ejemplo real de un estudio de mecánica de suelos para una Planta de Bombeo.

Estudio de Mecánica de Suelos de la Planta de Bombeo de aguas combinadas San Raymundo Delegación Coyoacán.

Antecedentes

Se realizaron exploraciones geotécnicas para obtener las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo en el predio en el que se construirá la Planta de Bombeo en proyecto. El área requerida para esta planta es de 170 m², en un terreno prácticamente rectangular de 25 m por 6.80 m, de los cuales ya existen instalaciones en un área de 30 m². El predio se ubica en el margen izquierdo del Canal Nacional, en un sitio aproximado a la avenida Heroica Escuela Naval Militar, ver figura No. 1.

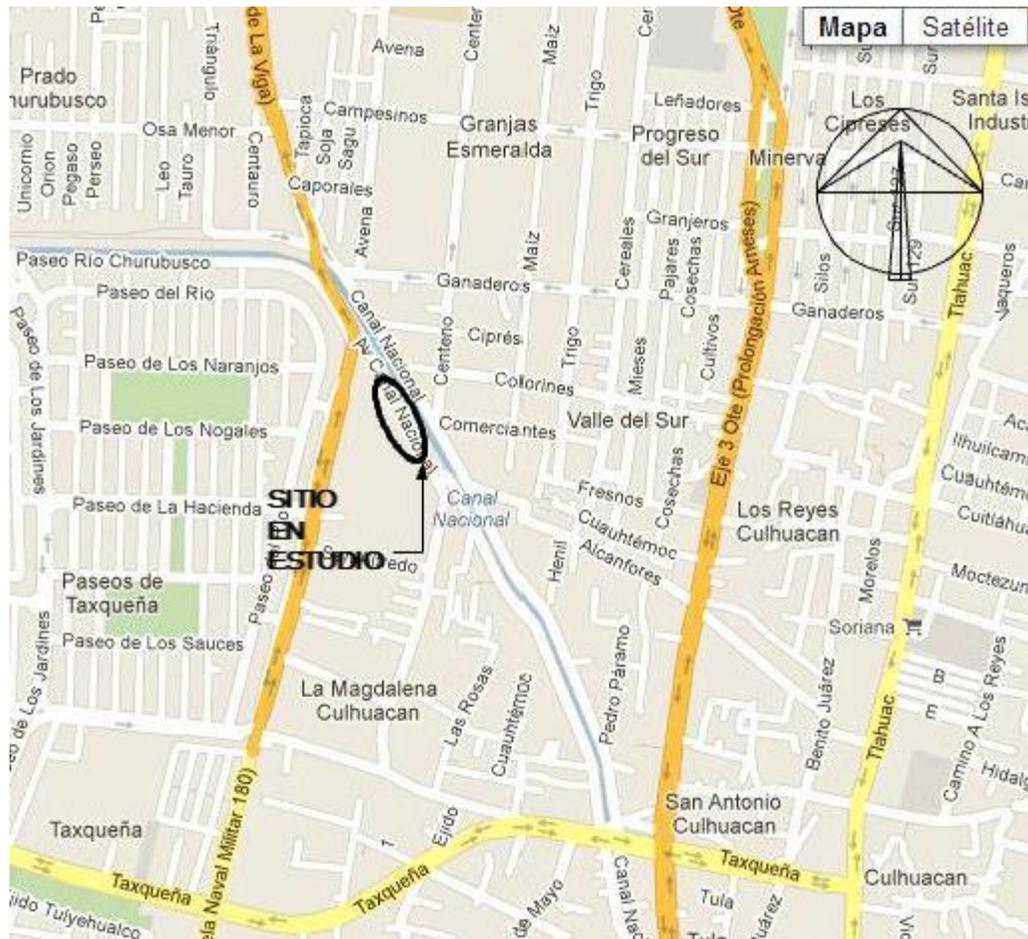


Figura No.1. Croquis del sitio en Estudio



Objetivos.

Se fijaron los siguientes objetivos del estudio:

- Determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo del área en estudio.
- Realizar pruebas de laboratorio que permitan determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos explorados.
- Definir el tipo de cimentación más adecuado para las estructuras proyectadas.
- Calcular la capacidad de carga admisible para el tipo de cimentación recomendada.
- Determinar la magnitud de los probables movimientos verticales a corto y largo plazo.
- Determinar la magnitud de los empujes sobre el cárcamo de bombeo.
- Recomendaciones para el procedimiento constructivo de las cimentaciones.

Programa de Trabajo

Para alcanzar los objetivos antes señalados se propuso el siguiente programa de trabajo:

- a) Recopilación de información disponible relacionada con el sitio de estudio.
- b) Trabajos de exploración y obtención de muestras representativas, mediante dos pozos a cielo abierto, PCA.
- c) Ensayes de laboratorio.
- d) Análisis geotécnico basado en las exploraciones realizadas, los resultados de los ensayes de laboratorio y de información disponible
- e) Elaboración y edición del informe.



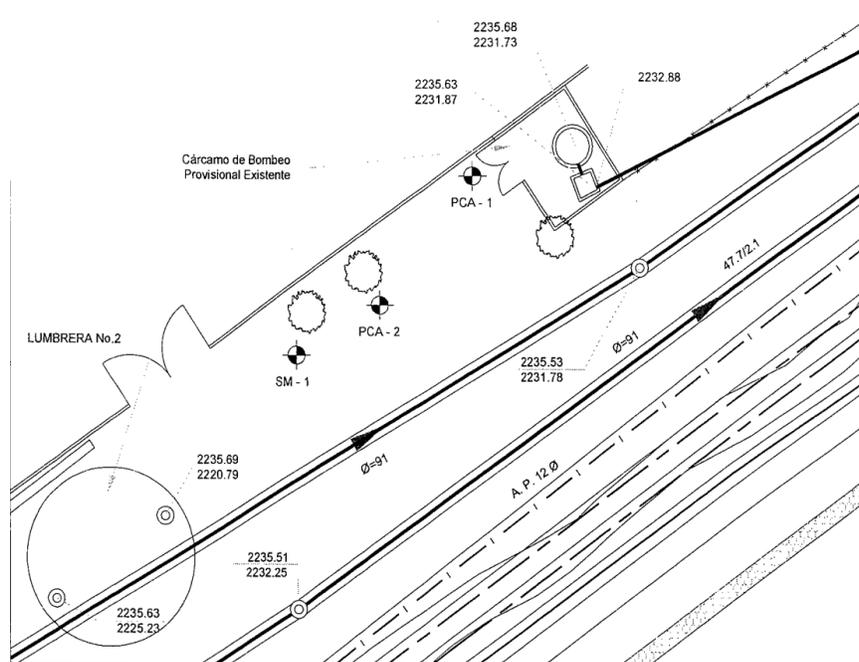
Características Generales del Proyecto

El proyecto contempla la construcción de una Planta de Bombeo de aguas combinadas que estará constituida principalmente por una estructura de control, formada por rejillas, desarenador y compuerta; y un cárcamo con dimensiones de 5.5 m de ancho por 8.5 m de largo con una profundidad de 8m, medidos a partir del nivel del terreno natural. Además existirá una edificación de dos niveles que se apoyará superficialmente sobre zapatas de concreto reforzado.

El área donde se proyecta la construcción de la Planta de Bombeo presenta una topografía sensiblemente plana sin vegetación superficial (con excepción de un árbol frondoso de mediana altura) en la que el terreno presenta un relleno muy variable constituido principalmente por cascajo y algo de basura.

Exploración del subsuelo

Con el fin de conocer las características estratigráficas del subsuelo en el predio en estudio, se decidió llevar a cabo una campaña de exploración basada en la perforación de un sondeo con maquina perforadora rotatoria, de tipo mixto hasta una profundidad de 25m, obteniendo muestras representativas con el método de penetración estándar, combinando con la recuperación de muestras inalteradas en suelos blandos empleando tubos de pared delgada tipo Shelby; además, se excavaron dos pozos a cielo abierto. En la figura 2 se muestra la ubicación de estos sondeos.



Sitio donde se realizaron los sondeos



Durante la realización de los trabajos de campo se encontró en el área en estudio una losa de concreto a unos 2.40m de profundidad, cuyo espesor es del orden de los 30 cm: en el pozo a cielo abierto 1 se encontró un muro del mismo material, y la losa en su fondo; en el pozo a cielo abierto 2, solo se encontró la losa de fondo.

En la construcción de túneles, como en el caso del Colector Semiprofundo Canal Nacional – Canal de Chalco existente en la zona, es necesario el establecimiento de grandes recipientes para la preparación de los lodos bentonítico que se utilizan durante la perforación: uno de estos se encuentra enterrado en la zona de estudio, y según información de los vecinos, esta estructura es mas grande que la zona considerada para el establecimiento de la Planta de Bombeo: por tanto, en los Pozos a Cielo Abierto se encontraron materiales de relleno, contaminados con basura. En la ejecución del sondeo profundo fue necesario perforar la losa.

Pozos a Cielo Abierto

Como parte de los trabajos de exploración del subsuelo se llevo a cabo la excavación con herramientas manuales (pico y pala), de dos pozos a cielo abierto. De estos pozos no se obtuvieron muestras respectivas, ya que los materiales encontrados están constituidos principalmente por escombros, basura y cascajo, en toda su profundidad, que fue alrededor de 2.40m.

En el fondo de los pozos se encontró la losa de concreto citada anteriormente, con un espesor aproximado de 0.30m, la cual no se procedio a romper, dada su resistencia. En estas excavaciones no se observó el nivel de aguas freáticas.

Más adelante se incluye el reporte fotográfico, en el que se presentan diferentes aspectos de los trabajos de exploración.

Sondeos Profundos

Para obtener las características del subsuelo bajo el área en estudio, así como muestras representativas del mismo, se decidió llevar a cabo la perforación de un sondeo con maquinaria rotatoria.

En la ejecución del sondeo profundo se empleo una máquina perforadora ACKER AD-II, con una bomba para lodos Moyno 3L – 6 y tubería de perforación AW. El sondeo tuvo como objetivo la recuperación de muestras inalteradas con tubos de pared delgada tipo Shelby así como la determinación de la resistencia a través del método de penetración estándar. La profundidad final de sondeo alcanzo los 25.45m.



En el sondeo realizado se empleo método de penetración estándar para la obtención de muestras representativas del sitio, así como llevar a cabo las correlaciones necesarias para obtener los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante.

Para el empleo del método de penetración estándar, se siguieron las especificaciones indicadas y la Norma ASTM-D-1586, la cual consiste en dejar caer libremente desde una altura de 75cm un martinete con 64 Kg de peso sobre un yunque acoplado a una sarta de tubería de perforación y bien cuyo extremo inferior se encuentra el penetrometro. De esta manera se estimo la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, mediante el número de golpes necesarios para hincar los 30cm intermedios del penetrometro.

El muestreo inalterado se llevó a cabo empleando tubos de pared delgada tipo Shelby. El tubo muestreador se hinca a una velocidad constante entre 15 y 30 cm/seg una longitud de 90 cm para dejar 10 cm libres donde se alojen los azolves que pudieran quedar, se deja un minuto estático para que la muestra se expanda en el interior y aumente su adherencia; se gira el muestreador para cortar la base de la muestra y se extrae.

Durante el sondeo se obtuvieron cuatro muestras con tubos de pared delgada tipo Shelby a las profundidades que se indican en la siguiente tabla.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	RECUPERACIÓN
7	4.20 – 5.00	65.0
15	9.20 – 10.00	70.0
22	14.20 – 15.00	78.7
30	19.20 – 20.00	100.0

En la figura 3 se muestra la variación con la profundidad del número de golpes obtenido en la prueba de penetración estándar, así como también las profundidades donde se obtuvieron muestras con tubos de pared delgada tipo Shelby.



GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

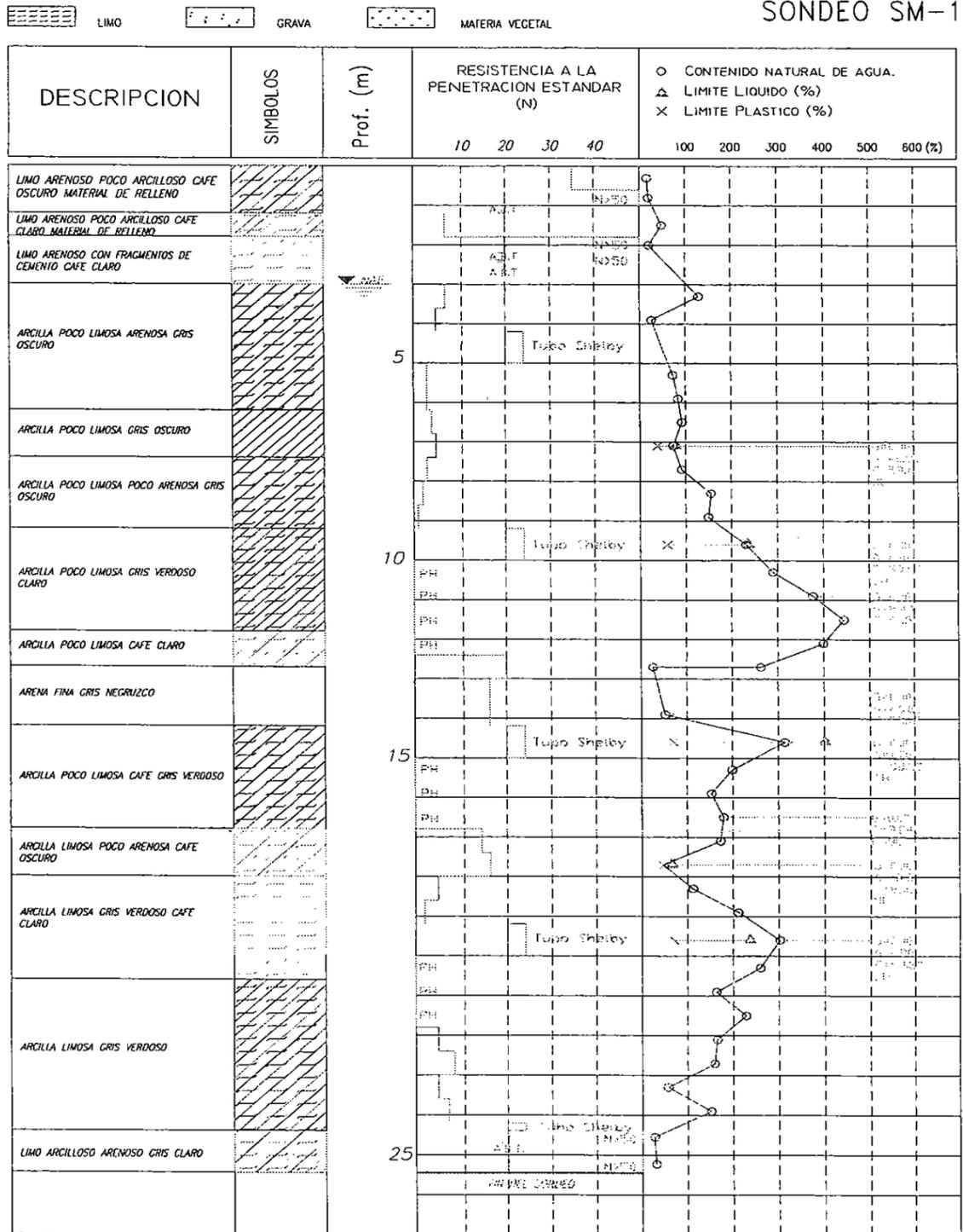


Figura No. 3. Perfil Estratigráfico del Sondeo Mixto SM - 1.



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



En seguida se incluyen los registros de campo en los trabajos de perforación.

REPORTE DIARIO DE PERFORACION

PROYECTO: **PLANTA DE BOMBEO SAN RAYMUNDO**

UBICACIÓN: *Canal Nacional, Delg. Coyoacán, D.F.*

TIPO DE SONDEO: MIXTO
SONDEO: SM-1

Fecha de inicio: 31-oct-07

Fecha de terminación: 31-oct-07

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD m			RECUPERACION		PENETRACION ESTANDAR GOLPES EN			NUMERO DE MUESTREO	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	15 cm	30 cm	15 cm		
1	0	0.6	0.6	0.19	31.7	19	35	18	P.E	LIMO ARENOSO POCO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO MATERIAL DE RELLENO
2	0.6	1	0.4	0.11	27.5	20	50/25		P.E	LIMO ARENOSO POCO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO MATERIAL DE RELLENO
	1	1.2	0.2	0	0				A.B.T.	AVANCE CON BROCA TRICONICA DE 4 1/2"
3	1.2	1.8	0.6	0.16	26.7	3	7	5	P.E	LIMO ARENOSO POCO ARCILLOSO CAFÉ CLARO MATERIAL DE RELLENO
4	1.8	2.2	0.4	0.25	62.5	13	50/25		P.E	LIMO ARENOSO CON FRAGMENTOS DE CEMENTO CAFÉ CLARO
	2.2	2.4	0.2		0				A.B.T.	AVANCE CON BROCA TRICONICA DE 4 1/2"
	2.4	2.44	0.04	S/R	0	50/4			P.E	SIN RECUPERACION
	2.44	3	0.56		0				A.B.T.	AVANCE CON BROCA TRICONICA DE 4 1/2"
5	3	3.6	0.6	0.48	80	3	7	3	P.E	ARCILLA LIMOSA POCO ARENOSO GRIS OSCURO
6	3.6	4.2	0.6	0.4	66.7	2	5	4	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA POCO ARENOSA GRIS OSCURO
7	4.2	5	0.8	0.52	65				T.S.h	ARCILLA POCO LIMOSA ARENOSA GRIS OSCURO
8	5	5.6	0.6	0.31	51.7	2	3	3	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA ARENOSA GRIS OSCURO
9	5.6	6.2	0.6	0.24	40	2	3	2	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA ARENOSA GRIS OSCURO
10	6.2	6.8	0.6	0.32	53.3	PH	4	5	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO
11	6.8	7.4	0.6	0.28	46.7	3	5	3	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO
12	7.4	8	0.6	0.4	66.7	5	3	4	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA POCO ARENOSA GRIS OSCURO
13	8	8.6	0.6	0.34	56.7	3	2	3	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA POCO ARENOSA GRIS OSCURO
14	8.6	9.2	0.6	0.3	50	2	1	2	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO
15	9.2	10	0.8	0.56	70				T.S.h	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS VERDOSO CLARO
16	10	10.6	0.6	0.4	66.7	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS VERDOSO CLARO
17	10.6	11.2	0.6	0.45	75	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ OSCURO
18	11.2	11.8	0.6	0.25	41.7	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ OSCURO
19	11.8	12.4	0.6	0.31	51.7	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ CLARO
20	12.4	13	0.6	0.4	66.7	5	20	7	P.E	PARTE SUPERIOR. 28 CM ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ CLARO
			0.6							PARTE INFERIOR. 26 CM ARENA FINA GRIS NEGRUSCO
	13	13.6	0.6	S/R	0	7	16	6	P.E	SIN RECUPERACION
21	13.6	14.2	0.6	0.21	35	5	16	5	P.E	ARENA FINA GRIS NEGRUSCO
22	14.2	15	0.8	0.63	78.7				T.S.h	ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRIS VERDOSO
23	15	15.6	0.6	0.36	60	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRIS VERDOSO
24	15.6	16.2	0.6	0.39	0.65	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRIS VERDOSO
25	16.2	16.8	0.6	0.37	61.7	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRIS VERDOSO
26	16.8	17.4	0.6	0.37	61.7	4	14	6	P.E	ARCILLA LIMOSA POCO ARENOSO CAFÉ OSCURO
27	17.4	18	0.6	0.35	58.3	7	16	9	P.E	ARCILLA LIMOSA CON ARENA VOLCANICA GRIS OSCURO
28	18	18.6	0.6	0.34	56.7	4	5	4	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ CLARO
29	18.6	19.2	0.6	0.37	61.7	2	2	2	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ CLARO
30	19.2	20	0.8	0.8	100				T.S.h	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ CLARO
31	20	20.6	0.6	0.75	58.3	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO CAFÉ CLARO
32	20.6	21.2	0.6	0.39	65	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO
33	21.2	21.8	0.6	0.27	45	PH	PH	PH	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO
34	21.8	22.4	0.6	0.43	71.7	PH	5	3	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO
35	22.4	23	0.6	0.35	58.3	PH	8	4	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO
36	23	23.6	0.6	0.33	55	3	5	2	P.E	ARCILLA LIMOSA GRIS VERDOSO ROJIZO
37	23.6	24.2	0.6	0.35	58.3	PH	7	4	P.E	ARCILLOSO LIMOSA GRIS VERDOSO
	24.2	24.4	0.2	S/R	0				T.S.h	SIN RECUPERACION
38	24.4	24.7	0.3	0.15	50	25	50/15		P.E	LIMO ARCILLOSO ARENOSO GRIS CLARO
	24.7	25	0.3		0				A.B.I.	AVANCE CON BROCA TRICONICA DE 4 1/2"
39	25	25.45	0.45	0.17	37.8	28	50/30		P.E	LIMO ARENOSO ARCILLOSO GRIS CLARO



Ensayes de laboratorio

Propiedades índices

Se llevo a cabo la determinación de las propiedades índices en las muestras de los suelos recuperados en la exploración, los cuales tuvieron como objetivo clasificar los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS). Los ensayes realizados son los siguientes:

- a) Contenido natural de agua (ASTM-D2486)
- b) Clasificación visual y al tacto (ASTM-D2487)
- c) Análisis granulométrico (ASTM-D421)
- d) Límites de consistencia líquido y plástico (ASTM-D4318)
- e) Densidad de sólidos (ASTM-D854-58)

Los ensayes marcados con los incisos marcados a) y b) se llevaron a cabo en todas las muestras recuperadas. Mientras que en los ensayes de los incisos c) al e) se efectuaron en todas las muestras inalteradas y en algunas muestras representativas de los depósitos del subsuelo.

En la tabla 1, incluida en la siguiente hoja, se presenta un resumen con las propiedades índices obtenidas en los ensayes mencionados anteriormente.

Propiedades mecánicas

La determinación de los parámetros de resistencia para el diseño de cimentaciones se baso principalmente en las correlaciones existentes con la prueba de la penetración estándar, sin embargo se lograron recuperar algunas muestras en suelos de consistencia blanda a medida en las cuales se programaron a cabo algunos ensayes para determinar sus características de resistencia y deformabilidad.

A las muestras inalteradas recuperadas se programaron los siguientes ensayes.

- f) Compresión triaxial sin confinamiento (ASTM-D2116)
- g) Compresión triaxial no consolidada no drenada (ASTM-3455)
- h) Consolidación unidimensional (ASTM-D3080)



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



En la tabla 2 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos compresión axial sin confinamiento y en la tabla 3 se presentan los resultados de los ensayos de compresión triaxial no consolidada no drenada.

OBRA: PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS COMBINADAS SAN RAYMUNDO

UBICACIÓN: Canal Nacional, Deleg. Coyoacan, D.F.

TABLA 1

SONDEO: **SM-1**

RESUMEN DE PROPIEDADES INDICES

MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		W (%)	G (%)	A (%)	F (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS
	DE	A								
1	0	0.6	15.51							
2	0.6	1	19.29							
3	1.2	1.8	48.52							
4	1.8	2.2	20.34							
5	3	3.6	129.01							
6	3.6	4.2	24.87							
8	5	5.6	72.43							
9	5.6	6.2	83.24							
10	6.2	6.8	92.07							
11	6.8	7.4	72.28	0	40.9	59.1	50.75	37.28	13.47	CL
12	7.4	8	90.84							
13	8	8.6	155.21							
14	8.6	9.2	148.5							
15	9.2	10	231.1	0	0.1	99.9	235.56	57.6	177.96	CH
16	10	10.6	289.95							
17	10.6	11.2	376	0	8.44	91.56 *		*	*	
18	11.2	11.8	444.26							
19	11.8	12.4	399.06							
20-1	12.4	13	261.53							
20-1	12.4	13	25.93							
21	13.6	14.2	53.36	0	46.85	53.15 *		*	*	
22	14.2	15	314	0	1.7	98.3	400.56	70.3	330.26	CH
23	15	15.6	199.25							
24	15.6	16.2	153.49							
25	16.2	16.8	179.93	0	9.84	90.16 *		*	*	
26	16.8	17.4	172.96							
27	17.4	18	61.33	0	18.31	81.69	49.98	47.31	2.61	
28	18	18.6	112.45							
29	18.6	19.2	211.29							
30	19.2	20	302.3	0	0.8	99.2	235.56	71.24	169.32	CH
31	20	20.6	259.4							
32	20.6	21.2	163.17							
33	21.2	21.8	227.61	0	5.83	94.17 *		*	*	
34	21.8	22.4	164.74							
35	22.4	23	158.72							
36	23	23.6	56.86							
37	23.6	24.2	151.25							
38	24.4	24.7	27.35							
39	25	25.45	30.82	0	64.5	35.5 *		*	*	SM

NOMENCLATURA

w, Contenido natural de agua
G, Grava
A, Arena
F, Finos

LL, Limite liquido
LP, Limite plastico
IP, Indice de plasticidad
SUCS, Sistema unificado de Clasificacion de Suelos



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



TABLA 2

PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS COMBINADAS SAN RAYMUNDO

Canal Nacional, Deleg. Coyoacan, D.F.

RESUMEN DE ENSAYES DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

SONDEO	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)		w (%)	y (ton/m3)	Gs (%)	e	qu (Kg/cm2)	Es (Kg/cm2)	c (ton/m2)	DESCRIPCION
		de	a								
SM-1	m-15	9.2	10	218.93	1.2	99.98	4.67	0.33	15.87	1.65	Arcilla con mat. Org., gris verdoso con laminillas de arcilla limosa gris verdoso, fisuras nats., arcillas en descomposicion y estrato irregular de arcilla café oscuro
SM-1	m-22	14.2	15	315.51	1.147	100.07	6.72	0.6	28.4	3	Arcilla con mat. Org., café oscuro gris verdoso pocos fosiles y fisuras nats.
SM-1	m-30	19.2	20	304.24	1.157	99.93	6.8	0.67	50.73	3.35	Arcilla con mat. Org., gris verdoso claro y verdoso obsc., con fisuras nats. Y escasos fósiles

Nomenclatura:

w	Contenido natural de agua	e	Relacion de vacios
y	Peso volumetrico natural	qu	Resistencia a la compresion simple
Gs	Grado de saturación	Es	Módulo de esfuerzo deformación del suelo

TABLA 3

PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS COMBINADAS SAN RAYMUNDO

Canal Nacional, Deleg. Coyoacan, D.F.

**RESUMEN DE PROPIEDADES MECANICAS
ENSAYES TRIAXIALES (UU)**

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	w (%)	y (ton/m3)	c (ton/m2)	ϕ_{uu} (grados)	σ_c (Kg/cm2)	Ed (Kg/cm2)
SM-1	M-15	9.2 a 10	218.9	1.197	1.7	0.8	0	15.9
			233.8	1.195			0.5	19.5
			234.7	1.195			1	21.7
			237	1.185			2	18
SM-1	m-22	14.20 a 15	315.5	1.145	2.8	0.6	0	28.4
			315.6	1.15			0.5	29.1
			309.9	1.147			1	29.1
			315.1	1.153			2	33.6
SM-1	m-30	19.20 a 20	304.2	1.154	3	5.7	0	50.7
			300.9	1.167			0.5	65.4
			300.3	1.164			1	77.2
			303.9	1.163			2	77

Nomenclatura:

w:	Contenido natural de agua	c:	Cohesión
y:	Peso volumetrico natural	ϕ :	Angulo de fricción interna
		Ed:	Modulo equivalente de Young, calculado con el modulo tangente inicial



Estratigrafía

A partir de los resultados obtenidos con la exploración en campo, se estableció la siguiente secuencia estratigráfica general:

CAPA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
I	0.00 a 3.00	Relleno, constituido por limo arenoso plástico café oscuro. La resistencia en la prueba de penetración estándar es muy errática entre 7 y mas de 50 golpes. El contenido natural de agua varia entre 15.55 y 48.5 %
II	3.00 a 12.40	Arcilla poco arenosa gris oscura en la parte superior de la capa, y de color gris verdoso en la parte inferior (9.0-12.4 m). Entre la profundidad de 3.0 y 9.0 m, se tiene: W: 96.5 % N: 3.7 golpes Entre la profundidad de 9.0 y 12.4mm se tiene: W: 377.3% Nprom = 0 golpes
III	12.40 a 14.20	Lente duro formado por arena fina limosa medianamente compacta. La resistencia en la prueba de penetración estándar es en promedio de 17 golpes. Las características de este deposito son las siguientes: W: 39.64%
IV	14.20 a 16.80	Arcilla limosa gris verdoso de consistencia muy blanda, con un contenido natural de agua de 177.6%
V	16.80 a 18.00	Lente duro formado por arena volcánica gris oscuro, con un contenido natural de agua de 117.14% en promedio y una resistencia en la prueba de penetración estándar de 15 golpes en promedio.
VI	18.00 a 21.80	Arcilla limosa gris verdoso de consistencia blanda y muy blanda, con un contenido natural de agua de 194.78% y una resistencia en la prueba de penetración estándar máxima de 5 golpes y cero golpes como mínimo.
VII	21.80 a 24.40	Arcilla limosa gris verdosa de consistencia media, con un contenido natural de agua de 132.89% con una resistencia en promedio en la prueba de penetración estándar de 6 golpes.
VIII	24.40 a 25.45	Arena fina limosa gris claro muy compacta con un contenido natural de agua de 29.09% y una



		resistencia a la penetración estándar mayor a 50 golpes.
--	--	--

El nivel de aguas freáticas se observó a 3 m de profundidad.

Zonificación sísmica

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el sitio en estudio se localiza dentro de la zona II, a la que le corresponde un coeficiente sísmico de 0.32 para estructuras del grupo B. si las estructuras del proyecto se consideran dentro del grupo A, el coeficiente sísmico se deberá multiplicar por 1.5.

Análisis geotécnico

Características del proyecto.

El cárcamo que se proyecta construir es rectangular con un ancho de 5.5 m, de largo de 8.5 y una profundidad de 8.0 m, a partir del nivel del terreno actual, además se obtuvieron las descargas que mencionan a continuación:

Estructura	Carga Máxima estimada (ton/m ²)	Carga Mínima esperada (ton/m ²)
Cárcamo de Aguas Combinadas	7.7	2.2

Se revisará la estabilidad del cárcamo de bombeo con objeto de proporcionar las recomendaciones para su diseño y construcción, tomando en cuenta que existen restricciones en cuanto a los movimientos verticales que se pudieran originar ya que en las cercanías se encuentran tuberías y viviendas que no deben de ser dañadas.

Revisión de la estabilidad.

Capacidad de carga.

La capacidad de carga admisible se evaluó aplicando la expresión propuesta por Skempton, considerando que el suelo durante la falla tendrá un comportamiento puramente cohesivo. La expresión aplicada es la siguiente:

$$q_a = \frac{q_u}{FS} + P_0$$



Siendo,

$$q_u = c(N_c)$$

Donde:

q_a = Capacidad de carga admisible.

q_u = Capacidad de carga última.

P_0 = Presión vertical total por peso propio del suelo.

FS = Factor de seguridad.

c = Cohesión aparente del suelo obtenida a partir de ensayos no drenados.

N_c = Factor de capacidad de carga, dado por la siguiente expresión.

$$N_c = 5.14 \left[1.25 + 0.25 \frac{D}{B} \right]$$

Donde:

B = Diámetro de la cimentación.

D = Profundidad de desplante.

Para una cimentación a base de una losa corrida y desplante da a una profundidad del orden de 8.0 m bajo el nivel del terreno se tiene una capacidad de carga admisible del orden de 14.4 ton/m², para la condición de carga estática, considerando que la cohesión mínima del suelo será del orden de 1.7 ton/m².

Falla de fondo.

Se revisará que la excavación para la construcción del cárcamo cumpla cuando menos con un factor de seguridad a 1.5, para lo cual se empleara la siguiente expresión:



$$FS = \frac{C \left[N_c + 2 \frac{H_p}{L} \right]}{\gamma(H_e + w)}$$

Donde:

C = Cohesión promedio de la arcilla hasta una profundidad igual a $H_m + B$

H_m = Profundidad de desplante de la tablaestaca, en m.

H_p = Longitud en la pata de la tablaestaca, en m.

H_e = Profundidad de la excavación, en m.

γ = Peso volumétrico del suelo, en este caso igual a 1.2 ton/m^3

W_s = Valor de la presión de sobrecarga, igual a 2 ton/m^2

N_c = Coeficiente de capacidad de carga.

Propiedades sobre las tablaestacas.

A corto plazo, durante la excavación, se presentarán presiones sobre un sistema de soporte temporal que en este caso se ha considerado estará formado por un tablaestacado. Para el cálculo de las presiones horizontales actuantes sobre las tablaestacas, se considero que el empuje del suelo es de tipo activo en un suelo predominante cohesivo y que prevalece la resistencia no drenada del suelo. Las presión que se empleará para el cálculo de las tablaestacas es la condición más desfavorable que esta dado por la siguiente expresión:

$$p = K_A(\gamma_m)(H)$$

Donde:

K_A = Coeficiente de presión activa que es igual a:

$$K_A = 1 - \frac{1.6(c)}{\gamma_m(H)}$$

Para los datos del suelo considerados se tiene una presión por peso propio del suelo igual a 11.80 ton/m^2 , con una distribución de presiones que se muestra en la figura siguiente:

Datos:

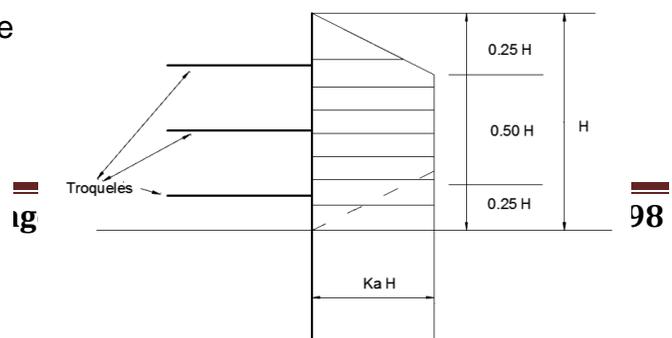
C = 2 ton/m^2

H = 10 m

F γ = 1.5 ton/m^3

K_a = 0.78666667

P = 11.8 ton/m^2





Al diagrama de presiones horizontales resultante debe añadirse la presión lateral generada por las cargas superficiales cercanas al tablaestacado, en este caso podrá considerarse una presión lateral equivalente a $0.25 w$. por lo que la presión total sobre la tablaestaca será de 12.3 ton/m^2 .

$$N_c = 5.14 \left(1 + 0.2 \frac{H_m}{B} \right) \left(1 + 0.2 \frac{B}{L} \right)$$

B = Ancho de la excavación, en m.

L = Longitud de la excavación, en m.

Bajo la consideración de que el subsuelo bajo el apoyo del cárcamo tendrá un comportamiento de tipo cohesivo, se considero que la cohesión representativa del subsuelo será igual a 2.25 ton/m^2 . Además se considero una sobrecarga (w) cercana al sitio donde se colocaran las tablaestacas igual a 1.5 ton/m^2 .

Al llevar a cabo la revisión para una tablaestaca colocada a 9.0 m de profundidad se encuentra que el factor de seguridad contra la falla es de 1.610 . el que se considera adecuado.

Presiones sobre los Muros del Cárcamo.

Debido a que los muros del cárcamo de bombeo estarán restringidos para desplazarse o girar, se puede considerar que se vera sujeto a las presiones de tierra en reposo. Para el cálculo se considero la presión inducida por el relleno y el subsuelo con un coeficiente de empuje en reposo igual a:

$$K_0 = \frac{u}{1-u}$$

Donde:

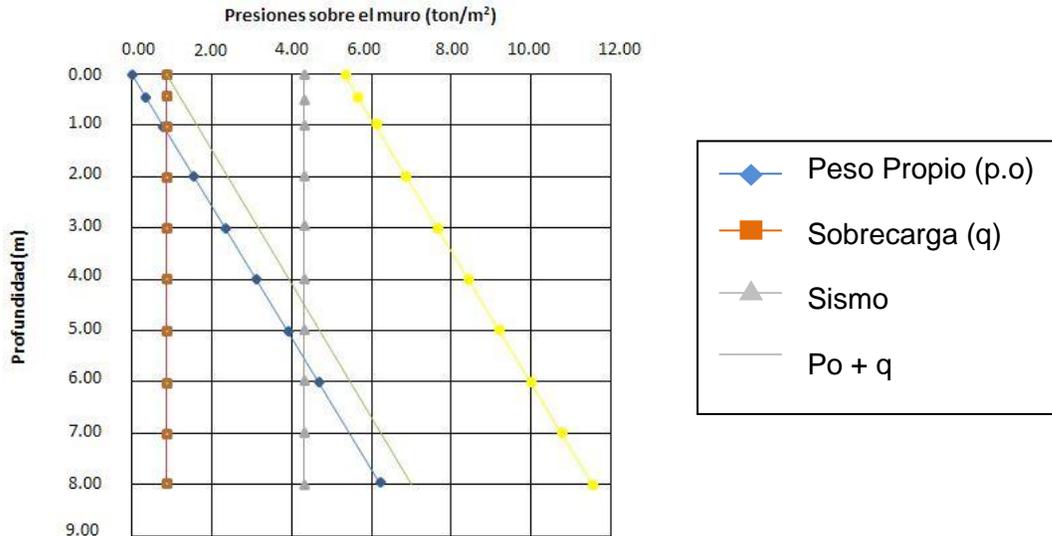
$$U = 0.375$$

El valor de K_0 es igual a 0.60 .



Se considero el empuje horizontal provocado por el sismo, equivalente al peso de la cuña de empuje activo multiplicado por un tercio del coeficiente sísmico, lo que equivale a tener una presión uniformemente repartida en la altura del muro igual a 0.9 ton/m^2 .

La distribución de presiones es la que se muestra gráficamente en la siguiente figura.



La distribución de presiones para un muro de 8.0 m de altura medidos desde la base, es la que se muestra en la siguiente tabla:

z	Peso propio (Po)	Sobrecarga (q)	Sismo	Po+q	Presión total
(m)	(ton/m ²)				
0.0	0.00	0.900	4.369	0.900	5.269
0.5	0.38	0.900	4.369	1.284	5.653
1.0	0.77	0.900	4.369	1.668	6.037
2.0	1.54	0.900	4.369	2.436	6.805
3.0	2.30	0.900	4.369	3.204	7.573
4.0	3.07	0.900	4.369	3.972	8.341
5.0	3.84	0.900	4.369	4.740	9.109
6.0	4.61	0.900	4.369	5.508	9.877



7.0	5.38	0.900	4.369	6.276	10.645
8.0	6.14	0.900	4.369	7.044	11.413

Lo anterior da lugar a un empuje de 66.73 ton aplicado a 3.51 m a partir de la base del muro.

Procedimiento constructivo.

El procedimiento de construcción del cárcamo deberá seguir la siguiente secuencia.

Para iniciar los trabajos se requiere del trazo y nivelación del terreno donde se proyecte la construcción.

A continuación se procederá a colocar el tablaestacado hasta una profundidad de 10 m.

Deberá preverse la colocación de tubos de observación y piezómetros neumáticos para controlar el momento de inicio de las diferentes etapas de excavación.

Se colocará un sistema de bombeo dentro del perímetro formado por el tablaestacado, necesario para abatir el nivel freático y así evitar la falla de fondo por subpresión, mantener las expansiones durante la construcción dentro de límites tolerables y controlar el agua libre para facilitar los trabajos de construcción.

La profundidad de instalación de los pozos de bombeo deberá ser de cuando menos 3 m por debajo del nivel máximo de excavación para garantizar un nivel piezométrico abatido mínimo de 1m bajo el fondo.

El bombeo deberá iniciarse con anticipación al proceso de excavación que podrá iniciarse cuando se verifique mediante los pozos de observación que el nivel de agua ha disminuido lo suficiente.

El bombeo deberá mantenerse de forma continua hasta que el peso de la estructura sea lo suficiente para contrarrestar el efecto de flotación, o de lo contrario colocar el lastre necesario para resistir un empuje hidrostático ascendente del orden de 5 ton/m².



Conclusiones y recomendaciones.

- Se presenta el estudio de mecánica de suelos para el proyecto de construcción de la planta de bombeo de Aguas Combinadas “San Raymundo” en la Delegación Coyoacán D.F.
- La estructura más importante de la planta consistirá de un cárcamo con dimensiones de 5.5 m de ancho por 8.5 m de largo, con una profundidad de 8.0 m, medidos a partir del nivel del terreno natural.
- Los trabajos de exploración del subsuelo consistieron en la excavación de dos pozos a cielo abierto con una profundidad de 2.4 m y la perforación de un sondeo profundo de tipo mixto con maquinaria rotatoria de 25 m de profundidad.
- A partir de los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio, se determinó que la estratigrafía del subsuelo corresponde a una zona de transición baja.
- Se observó que los suelos superficiales están formados por un relleno muy heterogéneo de escombros, cascajo y algo de basura, hasta una profundidad de 3.0 m.
- El coeficiente sísmico para el sitio en estudio es de 0.32 para estructuras de grupo B.
- La capacidad de carga admisible a una profundidad de 8.0 m es de 14.4 ton/m^2 , bajo condiciones de carga estática. Para la revisión por sismo se podrá tomar la capacidad de carga de 16.6 ton/m^2 .
- Para las cimentaciones superficiales se podrá considerar una capacidad de carga de 6.5 ton/m^2 .



- El proyecto contempla la construcción de algunas estructuras por debajo del nivel freático, por lo que para su construcción deberá contemplarse el empleo de ademes o tablaestaca.
- En primer lugar se procede a la colocación de la tablaestaca siendo el contorno de la excavación a efectuar y hasta una profundidad de 1.5 m por debajo del fondo de la misma.
- Tan pronto como la excavación va avanzando se colocara contra la estaca puntales de madera o acero, colocados transversalmente a la excavación y apoyadas en largueros longitudinales.
- El proceso continuará hasta que la excavación llega a nivel de desplante.
- El procedimiento anterior podrá efectuarse por etapas en zonas alternadas.
- Como alternativa para el caso de muros que deben quedar permanentemente bajo el nivel de agua, se puede emplear el procedimiento de "Muro colocado in situ", que consiste en colocar primero los muros perimetrales de la cimentación, dentro de la zanja excavadas con un cucharón de almeja provisto de una barra guía, estabilizando la zanja con lodo bentonítico y colocado en concreto dentro de la zanja con una trompa de colado, previa colocación del acero de refuerzo. El concreto de alto revenimiento desaloja el lodo bentonítico y se forman así los muros de la cimentación por construir. La profundidad debe ser tal, que quede aproximadamente entre 1.5 y 2.0 m por debajo del desplante de la excavación. Una vez fraguados los muros, se excava el prisma de tierra comprendido entre ellos, apuntalando los muros conforme avance la excavación.
- Si es necesario abatir el nivel freático por debajo de 3 metro de profundidad se puede emplear un sistema por medio de pozos punta (Well Points). Un pozo punta es un tubo perforado de aproximadamente 1 m de longitud y 1 ½ pulgadas de diámetro cubierto por una malla cilíndrica con objeto de no permitir la entrada de partículas finas. En el fondo del tubo, lleva insertada la cabeza, la cual permite instalar el pozo por medio de chifloneo, sin necesidad de maniobras de hincado.
- Para abatir el nivel los pozos se colocan en línea espaciados de 1.0 a 2.0 m entre si y conectados en una tubería principal en la superficie del terreno, la cual es conectada a la bomba de succión.



- Es conveniente que al utilizar un sistema como el descrito anteriormente el bombeo se inicie con anterioridad a la excavación.
- Deberá ponerse mucho cuidado para demoler o retirar completamente las cimentaciones existentes, así como las tuberías e instalaciones subterráneas.
- Es importante contar con un adecuado control de calidad durante la construcción de las cimentaciones para tomar las medidas correctivas que sean necesarias.
- Las dimensiones y geometría de la cimentación propuesta en este informe deberá sujetarse a la revisión del proyectista de la estructura, en caso de que las descargas aquí consideradas se modifiquen substancialmente derivadas de alguna adecuación al proyecto.



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**





ANEXO II LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Los trabajos topográficos del sitio en estudio deberán comprender el trazo y nivelación de poligonales de apoyo, levantamientos de planimetría con infraestructura existente de drenaje y agua potable, levantamiento de secciones transversales, y nivelaciones diferenciales para realizar las ligas con el banco de nivel oficial. Para apoyar estos trabajos se realizará el trazo de una poligonal donde se definirán las radiaciones de diversos puntos para definir la planimetría del sitio en estudio apoyándose con una estación total.

Trazo y nivelación

El trazo es el trabajo que se realiza para ubicar, delimitar, alinear y nivelar la superficie donde se ubicarán el cárcamo de bombeo, lumbrera de rejillas, caja de deflexión, oficinas, servicios auxiliares, centro de control de motores, subestación eléctrica, baños y vestidores, caseta de vigilancia y barda perimetral, y evitar daños fuera del área de trabajo, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

El levantamiento topográfico del lugar deberá incluir una superficie total para desplante de la planta de bombeo en proyecto.

El equipo que se utilice para el trazo, y a juicio de la supervisión de obra, puede ser cambiado por otro, que sea el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, detallado por concepto y ubicación. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el contratista de obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al contratista de obra.

Ejecución

Previo al inicio de los trabajos el Contratista de Obra tomará todas las precauciones necesarias para evitar daños a terceros, realizando las obras de protección necesarias y utilizando los dispositivos que se requieran para este objeto.



Se deberá ubicar mediante los planos de proyecto el sitio exacto para la realización del trazo, delimitando el área de trazo con un elemento visible y todos los elementos cercanos a este.

El trazo, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado (m^2) debidamente trazado. Para apoyar los trabajos topográficos de campo se levantará una poligonal cerrada con una determinada precisión angular por cada vértice. Los vértices y puntos de referencia se indicaran mediante pintura y varillas.

Se deberá tomar de referencia un banco de nivel. Que nos dé pauta de inicio el levantamiento.

La nivelación de la poligonal de apoyo se realiza cumpliendo con la tolerancia altimétrica permitida, misma que se calculará mediante la siguiente expresión:

$$T = \pm 4\sqrt{K}$$

Donde:

T: Tolerancia Altimétrica, en milímetros

K: Distancia de Desarrollo de la Nivelación en un solo Sentido, en Kilómetros

Para realizar los levantamientos planimétricos existen diferentes métodos (punto central, radiaciones, u otros) se utilizará el que más se adapte a nuestras necesidades. Tomando como base los vértices de la poligonal de apoyo implementada, durante los levantamientos se deberán ubicar estructuras tales como paramentos, infraestructura hidráulica de agua potable y drenaje, infraestructura urbana, arboles etc. Como ya se mencionó se realizara el levantamiento de planimetría y así también como de altimetría, con objeto de contar con información topográfica propia del predio, así como de las zonas aledañas al sitio, para proyectar los distintos elementos que conforman la planta, las descargas de los equipos de bombeo, y prever los espacios necesarios para maniobras por trabajos de construcción, operación y mantenimiento de la estación, y de los trabajos de desazolve de la laguna que se realizan de manera periódica.

Tomando como base la poligonal de apoyo que se proyecto, se localizarán y proyectarán secciones transversales, para poder localizar estas secciones nos apoyaremos de varillas. El equipo a utilizar será estación total y estadales convencionales.



Cálculo y Elaboración de Planos

Una vez concluidos los trabajos de campo, se realizaron los trabajos de gabinete, consistentes en el cálculo de tolerancias, errores angulares, precisiones lineales, coordenadas, y finalmente el planteamiento gráfico de la planimetría y altimetría existente.

Los planos topográficos contienen la información siguiente:

- Planteamiento de la Poligonal de Apoyo para la Referencia en el Cálculo de Coordenadas,
- Numeración de Vértices,
- Coordenadas,
- Orientación Magnética,
- Planimetría de la Zona Específica,
- Croquis de Localización,
- Escala,
- Simbología y
- Notas.

Es importante mencionar que los cálculos topográficos necesarios para la elaboración de los planos, se realizarán con ayuda de software especializado. Así también para poder dibujar los planos se podrá apoyar uno en este tipo de software. De acuerdo a escalas convenidas.

Como resultado de esta actividad, se entregan planos de Planta y Secciones Transversales, en los que se representa la planimetría e infraestructura existente en el área levantada topográficamente.

A continuación se presenta un **levantamiento topográfico de la Planta de bombeo “Casa Colorada”** con Estación Total.



Trabajos Topográficos.

Recorridos de campo.

Se realizaron recorridos de campo en la zona de estudio con la finalidad de delimitar el área por levantar, además de identificar los vértices de apoyo, bancos de nivel y obras que por su aportación pudiera interferir en el proyecto de la Planta de Bombeo “ Casa Colorada”.

Trazo de la poligonal de apoyo.

El levantamiento de la poligonal de apoyo se realizó partiendo del sistema de coordenadas de puntos conocidos ubicados en levantamientos anteriores en la zona ex lago de Texcoco.

Específicamente los trabajos topográficos se ligaran a la poligonal de apoyo del levantamiento topográfico realizado en Junio de 1995 por la empresa Sistemas de Ingeniería Civil S.A. de C. V. Partiendo de las coordenadas de los vértices:

V-26	V-28
X=98,497.712	X=98,544.474
Y=54,554.289	Y=54,688.633

Dichos datos se obtuvieron del plano “Levantamiento Topográfico con Configuración de Curvas de Nivel a cada 0.25 m....”

Las actividades relacionadas con esta actividad se realizaron mediante el uso de Teodolito Electrónico Wild T-1610 con aproximación angular de un segundo y distanciometro Electrónico Wild DI-2002, con lo cual se garantiza un alcance de por lo menos un kilometro en la toma de lecturas.

Levantamiento planimétrico

A partir de la poligonal de apoyo se obtuvo la planimetría general del área en estudio, así como las estructuras e instalaciones en la zona de influencia de la Planta de Bombeo. Dentro de esta planimetría se ubico la poligonal correspondiente así como los vértices que la conforman ubicados en campo por mojoneras y/o varillas de referencia. El método utilizado para la obtención de la planimetría del Proyecto “Casa Colorada” fue el taquimétrico.



Cálculo de los Trabajos de Nivelación.



TOPOGRAFIA
 COMPENSACION DE POLIGONAL DE APOYO
 PLANTA DE BOMBEO CASA COLORADA

EST.	P.V.	DIST.	RUMBOS	PROYECCIONES SIN CORREGIR				CORRECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS				DISTANCIA
				E +	W-	N+	S-	X	Y	E+	W-	N+	S-	CORREGIDA
26	28	142.25	N 19° 11' 30" E	46.7617		134.3443		0.0000	0.00000	46.7617		134.3443		142.25
28	1	104.476	N 65° 49' 28" E	95.3129		42.7865		-0.0003	0.00061	95.3132		42.7859		104.4757
1	2	161.26	S 00° 56' 29" E	2.6494			161.2382	0.0000	0.00229	2.6494			161.2405	161.2600
2	3	110.784	S 26° 53' 23" W		50.1048		98.8059	-0.0002	0.00141		50.1046		98.8073	110.7838
3	4	97.047	S 19° 15' 29" E	32.0084			91.6165	-0.0001	0.00130	32.0085			91.6178	97.0469
4	5	183.588	S 61° 17' 24" W		161.0181		88.1914	-0.0005	0.00125		161.0176		88.1927	183.5875
5	6	101.695	N 15° 54' 44" W		27.8811	97.7983		-0.0001	0.00139		27.8810	97.7969		101.6949
6	26	176.297	N 20° 41' 02" E	62.2702		164.9335		-0.0002	0.00235	62.2704		164.9312		176.2968
		1077.397		239.0026	239.0040	439.8626	439.8520	-0.0014	0.0106	239.0032	239.0032	439.8583	439.8583	1077.3980

ERROR X= -0.0014

ERROR Y= 0.0106

ERROR LINEAL= 0.0107

Kx= -3.24642E-06

KY= 1.42211E-05

PRECISION= 100766





TOPOGRAFIA
 PLANTA DE BOMBEO CASA COLORADA
 SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO

									EJE										
									CADANAMIENTO										
									ELEVACION	LADO DERECHO									
DIST		100	71.3	51.8	38.5	23.6	6	0+000	30.27	32.04	36.59	38.12	63.7	65.57	67.29	79.33	DIST		
ELEV		30.143	30.291	30.089	30.381	30.687	30.44	2230.409	30.379	30.709	30.858	30.468	30.302	30.763	30.337	30.275	ELEV		
DIST									150	147.32	139.76	139	131.87	116.66	113.68	80.76	DIST		
ELEV									29.732	29.407	29.38	29.789	31.081	30.417	29.618	29.649	ELEV		
DIST	100	95.4	87.2	62.8	40.3	29.2	3.5	0+020	25.89	32.42	62.39	81.42	84.38	116.4	119.32	139.81	DIST		
ELEV	30.786	30.283	30.792	30.165	30.827	30.281	30.071	2230.378	30.738	30.541	30.267	30.492	29.435	29.377	30.628	30.577	ELEV		
DIST															150	142.15	DIST		
ELEV															29.502	29.63	ELEV		
DIST	89	86.7	69.9	47.4	41	31	4.7	0+040	17.34	21.79	23.18	47.69	71.52	71.88	75.07	87.92	DIST		
ELEV	30.156	30.198	30.369	30.104	30.227	30.478	30.073	2230.386	30.655	30.901	30.507	30.384	30.369	30.885	30.233	30.028	ELEV		
DIST	92.1	100											150	125.81	124.69	89.35	DIST		
ELEV	30.178	30.271											29.545	30.275	29.457	29.409	ELEV		
DIST		100	92	69.3	45	25.8	0.1	0+060	45.99	79.45	81.35	82.75	96.53	97.62	135.3	137.21	DIST		
ELEV		30.396	30.456	30.307	30.403	30.314	30.419	2230.348	30.338	30.385	30.728	30.218	30.035	29.404	29.253	30.334	ELEV		
DIST																150	DIST		
ELEV																30.286	ELEV		
DIST		100	95.8	87	66.8	47.6	0.6	0+080	51	88.67	90.99	92.5	104.93	106	146.36	147.55	DIST		
ELEV		30.297	30.492	30.157	30.483	30.214	30.367	2230.276	30.356	30.37	30.696	30.145	30.077	29.423	29.146	30.208	ELEV		
DIST																150	DIST		
ELEV																30.356	ELEV		





**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



CO Nikon RAW data format V2.00
 CO Dist Units: Metres
 CO Angle Units: Degrees
 CO Zero azimuth
 CO Zero VA: Zenith
 CO Coord Order: NEZ
 CO HA Raw data: Azimuth
 CO Sea Level Adjustment: Off
 CO Scale Adjustment: Off
 CO Scale Factor: 1.00000000
 CO C & R Adjustment: On
 CO C & R Coefficient: 0.1320
 CO RAYMUNDO
 CO Description:
 CO Client:
 CO Comments:
 CO Downloaded 24 - Sep - 2007 12:12:36
 CO Software: Pre-install version: 1.10
 CO Instrument: Nikon DTM-332
 CO Tilt Correction: VA: OFF HA: OFF
 CO RAYMUNDO <JOB> Created 19-Sep-2007 10:35:25
 CO S/N:020985

MP	1000		1000.0000	1000.0000	2237.2221	VERTICE	
CO Temp:20C Press:780HPa Prism:0 19-Sep-2007 10:38:09							
ST	1000		0		1.5440	0.00000	0.00000
F1	0	1.6000	0.0000	0.0000	95.37570	10:38:09	
SS	1001	1.6000	70.2500	136.17110	90.22110	10:40:42	MURO
SS	1002	1.6000	70.3800	135.31370	89.35060	10:41:02	MURO
SS	1003	2.6000	102.3600	159.56050	90.22510	10:41:52	PARAMENTO
SS	1004	1.6000	63.9100	161.39500	91.29140	10:43:04	PARAMENTO
SS	1005	1.6000	74.4900	125.57500	90.04210	10:43:48	CAMINO
SS	1006	1.6000	75.0500	124.54470	90.05230	10:44:01	CAMINO
SS	1007	1.6000	67.4900	168.09450	91.35470	10:44:21	PARAMENTO
SS	1008	2.6000	62.0100	165.55140	92.27430	10:45:37	TUBO
SS	1009	2.6000	60.9500	168.06240	92.36470	10:46:30	TUBO
SS	1010	2.6000	53.5000	169.07130	92.45360	10:47:04	TUBO
SS	1011	2.6000	51.8900	168.37340	93.00140	10:47:35	TUBO
SS	1012	1.6000	58.7800	142.38010	90.12130	10:48:00	CAMINO
SS	1013	1.6000	58.7600	144.10430	90.11270	10:48:20	CAMINO
SS	1014	1.6000	60.8100	170.41450	91.41580	10:48:45	TUBO
SS	1015	1.6000	76.3400	145.38320	90.07440	10:49:14	PARAMENTO
SS	1016	1.6000	57.5500	154.27300	91.26080	10:50:03	PARAMENTO
SS	1017	1.6000	57.7900	136.58050	90.21240	10:50:58	MURO



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



SS	1018	1.6000	57.7500	136.01250	89.35400	10:51:15	MURO
SS	1019	1.6000	33.5500	196.57360	93.13470	10:53:16	TUBO
SS	1020	1.6000	23.7900	145.05560	90.00150	10:53:34	CAMINO
SS	1021	1.6000	23.9000	141.53110	90.02290	10:53:51	CAMINO
SS	1022	1.6000	24.2700	133.58100	90.17410	10:54:16	MURO
SS	1023	1.6000	24.5500	131.47140	88.33540	10:54:33	MURO
SS	1024	1.6000	28.4300	215.36000	94.17190	10:54:57	PARAMENTO
SS	1025	1.6000	27.4200	215.06150	95.05520	10:55:19	GUARNICIÓN
SS	1026	1.6000	28.5700	222.24070	94.00470	10:55:46	PARAMENTO
SS	1027	1.6000	28.1600	227.28470	94.33540	10:56:09	PARAMENTO
SS	1028	1.6000	26.0800	226.51140	95.20320	10:56:26	GUARNICION
SS	1029	1.6000	22.5700	238.03020	96.13230	10:57:02	POZO
SS	1030	1.6000	28.0500	250.50040	94.46320	10:58:19	PARAMENTO
SS	1031	2.0000	29.1300	249.54400	93.45340	10:59:02	PARAMENTO
SS	1032	1.6000	26.5800	248.29320	95.10590	10:59:39	GUARNICIÓN
SS	1033	1.6000	28.1900	258.33290	94.58350	11:00:03	GUARNICIÓN
SS	1034	1.6000	41.7900	330.36580	90.28200	11:00:57	MURO
SS	1035	1.6000	41.8900	331.54100	89.06340	11:01:18	MURO
SS	1036	1.6000	41.4500	328.59280	90.34110	11:01:49	CAMINO
SS	1037	1.6000	41.7000	327.12490	90.32530	11:02:04	CAMINO
SS	1038	2.6000	25.4300	273.37020	95.58390	11:02:41	TUBO

CO HT changed at PT= 1038 Old HT= 1.600m

CO OLD= 1038 X974.760 Y1001.600 Z97.300

SS	1039	2.6000	28.1700	275.52140	96.01330	11:03:26	TUBO
SS	1040	2.6000	28.9100	277.28070	96.01300	11:03:50	TUBO
SS	1041	2.6000	29.9700	279.30240	95.51330	11:04:19	TUBO
SS	1042	2.6000	31.0800	284.08010	94.48560	11:05:23	TUBO
SS	1043	1.6000	49.6700	324.07060	90.15460	11:05:59	PARAMENTO
SS	1044	1.6000	49.6200	326.28260	90.31280	11:06:21	CAMINO
SS	1045	1.6000	49.5400	328.03240	90.34100	11:06:31	CAMINO
SS	1046	1.6000	49.5300	329.22390	90.26390	11:06:48	MURO
SS	1047	1.6000	49.6100	330.26440	89.11210	11:07:18	MURO
SS	1048	1.6000	51.4000	324.10510	90.08040	11:09:38	PARAMENTO
SS	2000	1.6000	142.9200	316.11480	90.38240	11:18:49	VÉRTICE

CO Temp:20C Press:780hPa Prism:0 19-Sep-2007 11:32:11

ST	2000		1000		1.5140	136.1148	136.11470
F1	1000	1.6000	0.0000	0.00000	89.18170	11:32:11	
SS	2001	1.6000	93.6200	133.08310	89.05360	11:33:26	PARAMENTO
SS	2002	1.6000	91.9600	132.53540	89.01400	11:33:49	PARAMENTO
SS	2003	1.6000	92.0200	133.45180	89.13110	11:34:21	TUBO
SS	2004	1.6000	92.9500	147.45140	90.36000	11:35:04	POZO
SS	2005	1.6000	92.7100	148.07040	90.35230	11:35:21	PARAMENTO
SS	2006	1.6000	94.8200	135.17480	90.26430	11:37:10	TUBO



GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO



SS	2007	1.6000	40.3700	152.29400	90.19370	11:37:56	PARAMENTO
SS	2008	1.6000	16.7400	164.02590	90.28300	11:39:03	PARAMENTO
SS	2009	2.6000	46.9700	128.12100	90.13230	11:39:43	CAP
SS	2010	1.6000	10.4800	169.36000	90.31290	11:40:50	TAPA
SS	2011	1.6000	10.7400	172.12380	90.33370	11:41:17	TAPA
SS	2012	1.6000	5.4800	199.28470	89.24430	11:41:45	TAPA
SS	2013	1.6000	5.9200	202.00230	89.00450	11:42:11	TAPA
SS	2014	1.6000	4.3500	212.36260	88.26440	11:43:01	ARBOL
SS	2015	1.6000	4.7600	222.26320	88.01180	11:43:31	TAPA
SS	2016	1.6000	5.2500	224.11390	87.47180	11:43:52	TAPA
SS	2017	1.6000	7.0900	283.53100	88.23100	11:44:26	TAPA
SS	2018	1.6000	7.4800	280.30040	88.18570	11:44:43	TAPA
SS	2019	1.6000	7.2000	284.26190	88.21060	11:44:56	TAPA
SS	2020	1.6000	12.8200	302.34190	89.25080	11:45:24	TAPA
SS	2021	1.6000	13.0200	300.27280	89.12470	11:45:42	TAPA
SS	2022	1.6000	7.5600	281.11020	88.05240	11:46:03	TAPA
SS	2023	1.6000	15.8800	304.13240	90.24290	11:46:38	PARAMENTO
SS	2024	1.6000	21.3600	309.38570	90.12560	11:47:04	PARAMENTO
SS	2025	1.6000	49.9000	115.49030	88.09490	11:47:44	MURO
SS	2026	1.6000	50.4300	114.53010	87.19020	11:47:56	MURO
SS	2027	1.6000	41.0400	116.00040	87.25590	11:48:30	CAMINO
SS	2028	1.6000	42.1000	114.16350	87.40070	11:48:48	CAMINO
SS	2029	1.6000	5.3200	332.5311	88.25270	11:49:24	POZO
SS	2030	1.6000	13.1900	327.1126	89.05240	11:49:59	POZO
SS	2031	1.6000	44.9400	348.3723	87.51160	11:50:50	CAMINO
SS	2032	1.6000	45.8000	350.16380	87.55450	11:51:03	CAMINO
SS	2033	1.6000	47.0500	353.05370	88.03520	11:51:26	MURO
SS	2034	1.6000	46.9500	354.35390	87.01590	11:51:52	MURO
SS	2035	0.0750	41.5400	316.55310	91.42360	11:52:39	PARAMENTO
SS	2036	0.0750	41.2700	320.54580	91.43300	11:53:10	PARAMENTO
SS	2037	1.6000	41.2000	325.32050	89.33320	11:53:41	PARAMENTO
SS	2038	1.6000	41.0600	326.03220	89.37050	11:54:08	ÁRBOL
SS	2039	1.6000	65.1800	332.37150	89.53540	11:54:41	POZO
SS	2040	1.6000	30.8800	317.32590	89.43560	11:55:10	ÁRBOL
SS	2041	1.6000	26.8900	316.21220	89.20200	11:55:29	ÁRBOL
SS	2042	1.6000	58.7000	341.31570	88.18060	11:56:03	POSTELYF
SS	2043	1.6000	108.3800	329.01100	90.08510	11:58:25	POZO
SS	2044	1.6000	110.2900	331.19580	90.04560	11:59:01	MURO
SS	2045	1.6000	110.7200	331.16540	90.00130	11:59:17	MURO
SS	2046	1.6000	106.0000	331.40150	90.05560	11:59:34	MURO
SS	2047	1.6000	105.1300	331.45320	89.54530	11:59:51	MURO
SS	2048	1.6000	19.3300	353.44210	89.54530	12:03:27	POZO
SS	2049	1.6000	46.4400	317.52140	89.38470	12:04:41	PARAMENTO



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



SS	2050	1.6000	44.6000	319.27570	89.45190	12:05:16	PARAMENTO
SS	2051	2.5500	43.6400	321.04400	88.30560	12:06:31	PARAMENTO
SS	2052	2.6000	44.3100	322.42350	88.31340	12:06:43	PARAMENTO
SS	2053	2.6000	46.0100	321.33030	88.32320	12:07:40	PARAMENTO
SS	2054	2.6000	46.8100	323.12030	88.32320	12:08:04	PARAMENTO
SS	2055	2.6000	43.5300	324.41220	88.31350	12:08:35	PARAMENTO
SS	2056	2.6000	44.6100	324.53280	88.31350	12:08:56	PARAMENTO
SS	2057	2.6000	44.8600	323.33220	88.32540	12:09:17	PARAMENTO
SS	2058	2.6000	46.0500	325.14360	32.28000	12:09:36	PARAMENTO
SS	3000	1.6000	171.3900	328.33070	89.23000	12:17:02	VÉRTICE

CO Temp: 20C Press: 780 hPa Prism: 019-sep 2007 12:2923

ST	3000		2000		1.4010	148.33080	148.33080
F1	2000	1.6000	0.0000	0.00000	90.56480	12:29:23	
SS	3001	1.6000	88.7100	148.31080	91.01180	12:31:16	POZO
SS	3002	1.6000	74.2600	118.33070	90.01490	12:38:13	CAMINO
SS	3003	1.6000	73.4800	119.41310	90.07430	12:38:42	CAMINO
SS	3004	1.6000	61.7000	137.31440	89.58220	12:39:25	CAMINO
SS	3005	1.6000	61.4400	138.48400	89.55210	12:39:40	CAMINO
SS	3006	1.6000	44.8700	133.28580	89.47480	12:40:14	MURO
SS	3007	1.6000	47.3700	154.52540	92.05160	12:40:34	PARAMENTO
SS	3008	1.6000	44.9000	132.12570	88.56400	12:40:58	MURO
SS	3009	1.6000	48.1800	159.20000	92.22210	12:41:28	PARAMENTO
SS	3010	1.6000	38.8800	163.27460	93.08260	12:41:51	PARAMENTO
SS	3011	1.6000	43.0500	140.31390	89.36380	12:42:17	TUBO
SS	3012	1.6000	24.0800	173.15440	94.37090	12:42:43	POSTE DE TELMEX
SS	3013	1.6000	24.9900	175.59080	94.28470	12:43:04	PARAMENTO
SS	3014	1.6000	25.7800	179.41540	95.16250	12:43:24	PARAMENTO
SS	3015	1.6000	25.7700	185.28220	96.05240	12:43:49	GUARNICIÓN
SS	3016	1.6000	26.6600	191.11300	96.01140	12:44:21	POZO
SS	3017	1.6000	26.8100	185.31540	95.54530	12:44:44	COLADERA
SS	3018	1.6000	25.4000	201.26240	95.56350	12:45:06	POZO
SS	3019	1.6000	21.1400	202.38190	96.48180	12:45:27	GUARNICIÓN
SS	3020	1.6000	18.6800	206.38000	97.37010	12:45:45	GUARNICIÓN
SS	3021	1.6000	3.1700	108.21420	87.06340	12:46:18	TUBO
SS	3022	1.6000	3.4200	96.06110	88.27270	12:46:47	CAMINO
SS	3023	1.6000	4.8100	80.17150	88.37300	12:47:06	CAMINO
SS	3024	1.6000	7.2000	72.06220	89.21030	12:47:35	MURO
SS	3025	1.6000	8.1000	67.43140	84.28250	12:47:55	MURO
SS	3026	1.6000	75.0900	189.35070	92.10320	12:48:32	POZO
SS	3027	1.6000	48.1100	186.56500	94.14500	12:49:34	GUARNICIÓN
SS	3028	1.6000	43.1400	183.14020	95.21100	12:49:56	PARAMENTO
SS	3029	1.6000	83.9300	201.19420	91.59310	12:51:03	POZO



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



SS	3030	1.6000	80.6000	204.11170	92.08580	12:51:20	GUARNICIÓN
SS	3031	1.6000	77.2000	207.34290	92.07290	12:51:41	PARAMENTO
SS	3032	1.6000	181.6700	195.58400	90.55100	12:52:43	CAP
SS	3033	1.6000	179.1900	194.06560	90.51170	12:53:10	CAP
SS	3034	1.6000	172.3600	191.57450	90.44480	12:54:29	REGISTRO
SS	3035	1.6000	34.7400	221.18490	94.30370	12:55:07	POZO
SS	3036	1.6000	36.1200	227.31070	94.26090	12:55:30	GUARNICION
SS	3037	1.6000	38.2300	231.22460	94.02130	12:55:51	PARAMENTO
SS	3038	1.6000	128.9500	189.05440	91.12590	12:56:53	POZO
SS	3039	1.6000	130.0100	188.01180	91.11050	12:57:36	GUARNICION
SS	3040	1.6000	129.1100	191.19590	91.10570	12:57:54	POZO
SS	3041	1.6000	28.6200	256.24220	95.41240	12:58:18	POZO
SS	3042	1.6000	30.7200	260.02010	95.36320	12:58:39	COLADERA
SS	3043	1.6000	34.1100	260.22540	94.39330	12:59:05	PARAMENTO
SS	3044	1.6000	26.4000	247.14260	95.53020	12:59:47	GUARNICIÓN
SS	3045	1.6000	11.7900	236.34490	101.36260	13:01:13	GUARNICIÓN
SS	3046	1.6000	11.0300	255.39280	102.30180	13:01:31	GUARNICIÓN
SS	3047	1.6000	24.1000	223.28040	96.11010	13:02:23	POZO
SS	3048	1.6000	18.5900	162.27060	96.24380	13:02:47	POZO
SS	3049	1.6000	20.1600	161.14490	95.52260	13:03:02	POZO
SS	3050	1.6000	17.8000	159.59020	95.55470	13:03:43	TUBO
SS	3051	1.6000	16.9200	301.35140	97.17510	13:05:00	GUARNICIÓN
SS	3052	1.6000	30.7400	287.42280	95.01360	13:05:21	POZO
SS	3053	1.6000	31.6200	286.09300	94.45480	13:05:39	GUARNICIÓN
SS	3054	1.6000	32.2000	286.39040	94.47330	13:06:02	GUARNICIÓN
SS	3055	1.6000	38.4300	287.15010	94.20350	13:06:27	POZO
SS	3056	1.6000	35.5600	278.16020	94.48020	13:06:52	GUARNICION
SS	3057	1.6000	41.0200	279.18070	94.01100	13:07:16	PARAMENTO
SS	3058	1.6000	32.1200	317.41200	93.39440	13:07:33	GUARNICIÓN
SS	3059	1.6000	46.3800	320.04410	92.32180	13:08:09	GUARNICIÓN
SS	3060	2.0000	52.6000	302.00040	93.22170	13:08:31	TUBO

CO HT changed at PT = 3060 Old HT = 1.600 m

CO OLD = 3060X767.140 Y1277.180 Z96.820

SS	3061	2.6000	88.0900	321.32430	90.07160	13:09:53	GUARNICIÓN
SS	3062	2.0000	81.1400	305.56020	91.59220	13:10:26	POZO
SS	3063	1.6000	82.0300	304.46100	92.20160	13:11:01	GUARNICIÓN

CO HT changed at PT = 3060 Old HT = 2.000 m

CO OLD = 3063X744.340 Y1296.090 Z96.170

SS	3064	1.6000	81.4000	302.07010	92.21240	13:11:44	PARAMENTO
SS	3065	1.6000	58.8400	305.53080	92.27130	13:12:13	GUARNICIÓN
SS	3066	1.6000	45.5800	300.41430	93.11220	13:13:46	GUARNICIÓN
SS	3067	1.6000	97.7200	150.24120	90.53170	13:15:29	MALLA



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



SS	3068	2.6000	10.2100	246.42190	102.32100	13:15:58	TUBO
SS	3069	1.6000	73.8000	151.09030	91.14520	13:18:01	POSTETELMEX
SS	3070	1.6000	74.5500	151.31420	91.17530	13:18:30	PARAMENTO
SS	3071	3.6000	75.0100	153.20510	89.40270	13:19:23	PARAMENTO
SS	4000	1.6000	130.5500	322.58170	89.56250	13:23:53	VÉRTICE
ST	4000		3000		1.3990	142.58120	142.58130
F1	3000	1.6000	0.0000	0.00000	90.13070	14:47:17	
SS	4001	1.6000	51.7400	144.13210	89.56230	14:48:35	POSTELYF
SS	4002	1.6000	51.7800	141.46430	89.45470	14:48:59	CAMINO
SS	4003	1.6000	52.1200	140.04360	89.46480	14:49:12	CAMINO
SS	4004	1.6000	29.3700	132.42030	89.57380	14:49:58	MURO
SS	4005	1.6000	29.7200	130.55250	88.19550	14:50:21	MURO
SS	4006	2.0000	62.1900	56.01260	92.27190	14:51:09	BNSACM
SS	4007	1.6000	22.8400	129.52140	90.14260	14:51:32	MURO
SS	4008	1.6000	23.1300	127.44390	88.03360	14:51:53	MURO
SS	4009	1.6000	29.3500	139.03110	89.48320	14:52:43	CAMINO
SS	4010	1.6000	29.3200	142.06260	89.47330	14:52:56	CAMINO
SS	4011	1.6000	37.0600	352.16020	90.11300	14:53:40	CAMINO
SS	4012	1.6000	38.2800	353.48560	90.09540	14:53:55	CAMINO
SS	4013	1.6000	4.6300	81.08180	88.42050	14:54:15	MURO
SS	4014	1.6000	5.3200	73.58410	81.09410	14:54:33	MURO
SS	4015	1.6000	3.8000	311.55350	88.08310	14:55:21	CAMINO
SS	4016	1.6000	4.4800	287.22200	89.47430	14:55:42	GUARNICIÓN
SS	4017	1.6000	20.0100	261.13270	89.11210	14:56:36	GUARNICIÓN
SS	4018	1.6000	49.1700	302.30120	89.41510	14:57:57	CAP
SS	4019	1.5000	69.0600	295.00050	91.09010	15:00:02	CAP
SS	4020	2.5000	41.2000	271.18000	91.25410	15:02:36	POZO
SS	4021	3.0000	27.2800	214.43100	93.26310	15:04:11	POZO
SS	4022	3.0000	18.3500	220.07490	92.36430	15:04:43	GUARNICION
SS	4023	3.5000	21.5400	252.17150	92.51260	15:05:39	POZO
SS	4024	3.8000	21.7700	245.41090	91.40210	15:08:15	POZO
SS	4025	3.0000	29.1500	215.28480	93.45570	15:09:04	GUARNICIÓN
SS	4026	2.5000	32.4400	216.24350	93.35530	15:09:48	PARAMENTO
CO Temp: 20C Press: 780 hPa Prism: 024-sep 2007 09:40:14							
ST	1000		1027		1.4970	227.28470	227.29000
F1	1027	1.6000	0.0000	0.00000	97.13290	09:40:14	
SS	4027	1.6000	47.8400	149.45080	91.23130	09:42:01	TALUD
SS	4028	1.6000	47.9400	147.23340	90.16070	09:42:23	TALUD
SS	4029	1.6000	31.4600	147.52590	90.23130	09:43:08	TALUD
SS	4030	1.6000	34.8600	150.59440	92.06540	09:43:55	TALUD
SS	4031	1.6000	11.8100	155.57100	90.40090	09:44:52	TALUD



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
LEVATAMIENTO TOPOGRÁFICO**



SS	4032	1.6000	12.9600	156.15510	96.17020	09:45:28	TALUD
SS	4033	1.6000	5.3300	294.35550	90.58390	09:46:32	TALUD
SS	4034	1.6000	6.6000	271.36190	103.30490	09:46:50	TALUD
SS	4035	2.0000	28.5000	317.35340	89.48280	09:47:57	TALUD
SS	4036	2.0000	28.6500	313.24240	92.22360	09:48:34	TALUD
SS	4037	2.6000	45.0500	320.47260	89.12340	09:49:40	TALUD
SS	4038	2.6000	39.7200	317.01260	90.43110	09:50:22	TALUD
SS	5000	1.6000	142.1100	319.16450	90.38590	09:53:49	VERTICE

CO Temp: 20C Press: 780 hPa Prism: 019-sep 2007 12:2923

ST	5000		1000		1.4590	139.16320	139.16500
F1	1000	1.6000	0.0000	0.00000	89.16220	10:02:40 a.m.	
SS	5001	1.6000	79.0800	137.20080	88.50370	10:04:03 a.m.	TALUD
SS	5002	1.6000	78.9200	139.29310	90.08580	10:04:32 a.m.	TALUD
SS	5003	1.6000	59.5500	134.18500	88.18220	10:05:26 a.m.	TALUD
SS	5004	1.6000	58.0900	137.21490	90.02570	10:06:10 a.m.	TALUD
SS	5005	1.6000	36.5900	130.42140	87.21450	10:07:00 a.m.	TALUD
SS	5006	1.6000	36.0600	135.34140	89.42180	10:07:31 a.m.	TALUD
SS	5007	1.6000	17.6600	115.40210	84.48050	10:07:38 a.m.	TALUD
SS	5008	1.6000	16.3100	122.52220	89.13410	10:07:57 a.m.	TALUD
SS	5009	1.6000	9.5400	39.35140	81.02570	10:08:17 a.m.	TALUD
SS	5010	1.6000	7.7300	36.34540	85.31090	10:08:38 a.m.	TALUD
SS	5011	1.6000	18.2000	354.12060	85.04220	10:09:02 a.m.	TALUD
SS	5012	1.6000	17.1300	344.59160	87.56590	10:09:22 a.m.	TALUD
SS	5013	1.6000	35.5000	338.44590	87.20110	10:09:47 a.m.	TALUD
SS	5014	1.6000	35.1300	335.28580	89.09440	10:10:08 a.m.	TALUD
SS	5015	1.6000	54.3100	333.39070	88.10270	10:10:28 a.m.	TALUD
SS	5016	1.6000	54.1100	331.15300	89.26470	10:10:52 a.m.	TALUD
SS	5017	2.0000	75.1500	328.12000	89.30020	10:11:59 a.m.	TALUD
SS	5018	0.0750	78.6100	330.13170	89.50090	10:12:32 a.m.	TALUD
SS	5019	2.6000	93.2700	327.20010	89.12200	10:13:00 a.m.	TALUD
SS	5020	2.6000	93.7700	328.44070	88.25110	10:13:23 a.m.	TALUD
SS	5021	1.6000	125.5800	327.33100	89.07140	10:13:46 a.m.	TALUD
SS	5022	2.6000	124.0100	326.16500	89.30070	10:14:22 a.m.	TALUD
SS	5023	2.2000	142.9600	326.45460	89.05340	10:14:49 a.m.	TALUD
SS	5024	2.6000	142.9300	325.33090	89.36570	10:15:18 a.m.	TALUD
SS	5025	1.6000	160.5100	326.29020	89.20210	10:15:41 a.m.	TALUD
SS	5026	2.6000	161.2600	325.25390	89.28100	10:16:16 a.m.	TALUD
SS	5027	1.6000	44.1700	321.22140	89.47450	10:21:37 a.m.	POZO



ANEXO III AFORO



AFORO

El aforo tiene por objetivo determinar el caudal para que, con base a este, se determine la planta. Para que el aforo sea confiable, el método y el tipo de medición deberán ser los que mejor se adapten a las características del agua y la configuración física del lugar.

Las medidas para realizar el aforo no son simples números exactos, la medida tiene un rango de aproximación real, esto es debido a errores humanos y también a defectos de los aparatos ya sea este por su desgaste y también a la variabilidad física del propio fenómeno que se está midiendo. Debido a ello, se han establecido ciertos indicadores o parámetros para saber cuándo una medición está bien realizada, tiene la calidad adecuada y es confiable. Así, surge el concepto de Exactitud en la Medición (Accuracy en inglés), Precisión y Error.

Como se mencionó anteriormente es muy frecuente tener errores, lo cual se tienen que evitar; a continuación mencionaremos los errores más frecuentes que pueden ocurrir y también las medidas preventivas para evitar dichos errores.

- ✗ **Error Espurio:** Este es causado por accidentes, por fallas humanas es por falta de cuidado o incapacidad física en el momento de realizar la medición, ya sea por mala ubicación de los aparatos, selección equivocada de los valores de referencia y sentido de la vista deficiente, etc.
- ✓ **Medidas Preventivas:** El error espurio es fácil de detectar porque es un valor muy alejado de los que se espera encontrar. Cuando el error accidental aparece una o dos veces en un experimento no se considera grave. Este error se disminuye haciendo las pruebas con mucho cuidado y responsabilidad, desechando lecturas dudosas o mal tomadas, lo cual se logra con supervisión y buen entrenamiento.
- ✗ **Error Sistemático:** Es ocasionado cuando los instrumentos están mal calibrados, es decir que no están ajustados a un patrón conocido.
- ✓ **Medidas Preventivas:** Se disminuye seleccionando y calibrando apropiadamente los equipos de medición y revisándolos periódicamente, sobre todo si no se han utilizado, o si se instalaron hace tiempo.



- ✘ **Error Aleatorio:** Este error esta relacionado con la dispersión de las mediciones inherentes al fenómeno físico. Con esto queremos decir que aparte de errores humanos y de equipo, también se deben tomar en cuenta las condiciones físicas del lugar.
- ✓ **Medidas Preventivas:** Este error se puede reducir repitiendo varias veces la misma prueba en condiciones iguales del sitio.

Métodos para aforar

Existen diferentes métodos para poder realizar este tipo de mediciones, el método a elegir dependerá de qué tipo de caudal en el que se valla a realizar, si es cerrado o abierto.

Para la realización del aforo en campo es recomendable tomar la sección más recta en donde el agua corra más libre y no quede estancada; debe alejarse de zonas rápidas y cambio de direcciones.

Los métodos conocidos para realizar el aforo son los siguientes:

Sección – Velocidad

Este método realiza la medición de velocidad con molinete, con base en la ecuación de continuidad, requiere determinar un número suficiente de velocidades puntuales para calcular la velocidad promedio en la corriente.

El molinete es un instrumento que permite medir la velocidad de una corriente en cualquier punto a la profundidad que se desee, si la corriente es poco profunda se instala en una varilla y cuando la corriente es profunda se monta en una sonda.

El molinete consta de un anemómetro del tipo de copas que giran sobre un eje vertical, las revoluciones por minuto contabilizadas por el aforador se confrontan con la tabla de calibración del equipo, para así establecer la velocidad de la corriente en el punto registrado. Su funcionamiento es como a continuación se menciona:

La corriente de agua ejerce un empuje sobre el rodete y hace que gire, el numero de vueltas por unidad de tiempo es directamente proporcional a la velocidad de la corriente, conforme aumenta la velocidad del agua aumenta el numero de revoluciones del molinete. Debido a la forma de contar las revoluciones de la propela o rueda de copas, los molinetes pueden ser de dos tipos: Mecánico (Sistema de engranes), Eléctrico (Circuito Eléctrico).



- *Molinete Mecánico*: Este cuenta con un armazón o marco en el cual se fija el resto de los elementos que lo constituyen (propela, ruedas dentadas graduadas y el dispositivo elevador).
- *Molinete Eléctrico*: Este tipo de molinete se fabrica en dos tamaños, el pigmeo o enano utilizado para bajas velocidades y corrientes chicas, y el grande usado para altas velocidades y grandes corrientes. Las partes que lo constituyen son: la rueda de copas, horquilla, caja de contactos, cruceta, timón, Sonda flexible, audífonos, pilas)

Cabe mencionar, que cuando la presencia de sólidos flotantes es abundante no es recomendable el uso de molinete, esto se debe a que los sólidos flotantes pueden interferir con el giro del rodete.

Vertedor

Los vertedores son probablemente las estructuras de aforo más usadas en la medición del volumen de agua que circula en un canal. Es una abertura en una de las estructuras hidráulicas, por la cual el agua fluye. Éste dispositivo se puede localizar en un canal abierto, a un lado de un tanque, en un embalse, o en alguna otra estructura similar. La superficie o el filo sobre la cual el agua fluye se denomina cresta; el tirante de agua sobre la cresta, producida por la descarga, es la carga sobre el vertedor (H). Los vertedores se clasifican de acuerdo a la forma de la abertura, existen vertedores rectangulares, triangulares, trapezoidales (cipolletti), y parabólicos; siendo los más comunes los dos primeros.

■ Vertedores rectangulares

Éstos se clasifican en rectangulares con contracción y sin contracción, si el ancho del canal aguas arriba es mayor que la longitud del vertedor se denomina vertedor con contracción. Si el ancho del canal es igual a la longitud del vertedor es vertedor sin contracción.

■ Vertedores triangulares

Estos son con la abertura en “V”, y tienen la ventaja sobre los rectangulares que funcionan muy bien con flujos de agua muy pequeños. El ángulo de vértice es usualmente entre 10° y 90° y muy rara vez mayores a 90°.



Escuadra

Este método se utiliza cuando las descargas se realizan a traves de tubos horizontales hacia los cuerpos de agua. Por lo cual puede haber dos condiciones: la primera de ellas es cuando el tubo descarga lleno y la segunda cuando el tubo descarga parcialmente lleno, en ambos casos se mide una distancia horizontal (L) y una vertical (Y). la componente horizontal se mide desde la cúspide del interior del tubo hasta el punto de intersección con la componente vertical, la cual se mide a partir de este punto hasta donde el chorro cae en forma vertical.

A continuación se da un ejemplo de Aforo por el método de Sección – Velocidad (molinete) de Rio Verde en Guadalajara.

El procedimiento de aforo consiste en dividir la corriente en un número de subsecciones transversales perpendiculares a la corriente, que sean representativas de las variaciones de la profundidad y/o de la velocidad de la corriente. El ancho de estas secciones es variable, usualmente es entre 0.6 y 3.0 metros, dependiendo del ancho total de la corriente.

La determinación de la velocidad media en la columna de agua se realiza como sigue:

- Se mide la profundidad total del agua mediante un sondeo con cable o estadal.
- Se levanta el molinete a un 60% de la profundidad y se mide la velocidad accionando el cronometro en un impulso del molinete y parándolo en otro impulso, aproximadamente 45 segundos después.
- El número de impulsos contados y el tiempo de recorrido o de medición permite el cálculo de la velocidad a partir de la curva de calibración del molinete.
- El caudal total se obtiene al multiplicar el área transversal de la corriente por la velocidad promedio. El número de puntos en que se debe medir la velocidad se limita a aquellos que se puedan realizar en un tiempo razonable, especialmente si el nivel está cambiando rápidamente, puesto que la medición se debe completar con un cambio mínimo en el nivel.

La medición de la velocidad con molinete se efectúa de dos formas: aforo suspendido y aforo por vadeo. En el primer caso, el molinete se introduce al río desde una estructura, usualmente un puente; cuando el ancho de la sección mojada es angosto, el tirante hidráulico y la velocidad de la corriente son bajas, el aforo se efectuaba por vadeo, ingresando el aforador al cauce del río para seccionar la corriente y efectuar la medición de velocidad.



ANEXO IV REPORTE FOTOGRAFICO



Fotografía 1

Aspecto de los trabajos de exploración geotécnica en el área de proyecto. Vista de noroeste a suroeste desde el embalse



Fotografía 2

Aspecto de los trabajos de Exploración geotécnica en el área de proyecto, vista de sureste a noroeste desde el bordo oriente



Fotografía 3

Aspecto General de Exploración con Tubo Shelby para Análisis de Muestras del Terreno, Vista de Norte a Sur desde el Bordo Oriente



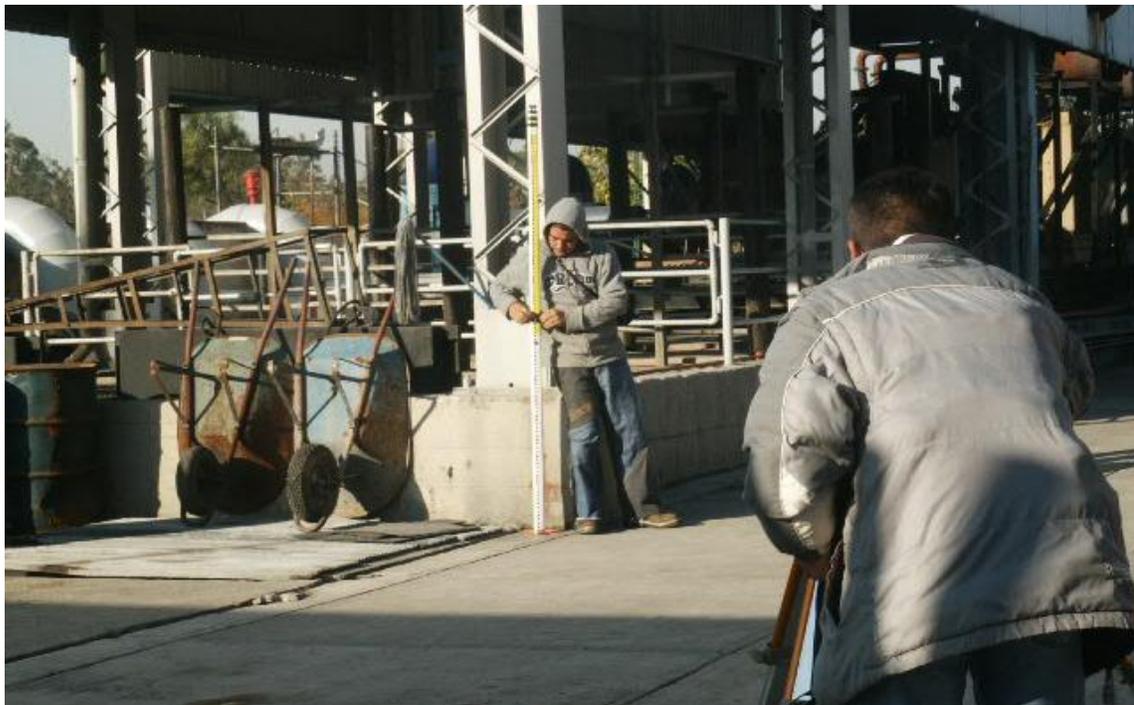
Fotografía 4

Aspecto de trabajos con tubo Shelby para obtención de muestras a ser estudiadas en laboratorio.



Fotografía 1

Aspecto general de los trabajos de trazo de poligonal de apoyo sobre el bordo oriente de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



Fotografía 2

Aspecto general de los trabajos de trazo de nivelación a partir del banco nivel oficial, localizado en las instalaciones de la planta de bombeo existente



Fotografía 3
Banco de nivel oficial P(S05-E07)02.



Fotografía 4
Aspecto general de los trabajos de nivelación sobre el bordo oriente de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



Fotografía 5

Aspecto de trabajos de nivelación sobre el bordo oriente de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



Fotografía 6

Aspecto de los trabajos de levantamiento de zona de proyecto en embalse de la Laguna Mayor de Iztapalapa. Vista de trabajos sobre el bordo.



Fotografía 7

Aspecto general de los trabajos de levantamiento de zona de proyecto en el embalse de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



Fotografía 8

Aspecto general de los trabajos de levantamiento de bordos de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



Fotografía 1

Aspecto general de la zona de proyecto de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, vista de noroeste a sureste desde el bordo norte



Fotografía 2

Aspecto general de la zona de proyecto de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, vista de oriente a poniente desde el bordo oriente



Fotografía 3

Aspecto general de la zona de proyecto de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, vista de sureste a noroeste desde el borde oriente



Fotografía 4

Aspecto general de vialidades aguas arriba de la zona de descarga del colector de proyecto a la nueva Planta de Bombeo Laguna Mayor, vista hacia la calle S. Baringueto Andrade



Fotografía 5

Aspecto del talud interior del bordo visto desde el embalse



Fotografía 6

Aspecto general del bordo de la laguna mayor en la colindancia norte de la planta de bombeo existente, vista de oriente a poniente



Fotografía 7

Aspecto general del borde oriente y estructura de control, vista desde el borde de la colindancia norte de la planta de bombeo existente



Fotografía 8

Aspecto general del borde oriente de la Laguna Mayor, vista desde la zona de descarga de la planta de bombeo existente



Fotografía 9

Aspecto general del bordo oriente de la Laguna Mayor, vista de norte a sur



Fotografía 10

Aspecto general de la zona de descarga de la planta de bombeo existente, vista desde el bordo oriente



Fotografía 11
Estructura de descarga de la planta de bombeo existente



Fotografía 12
Aspecto general del bordo sur, vista desde el bordo oriente



Fotografía 13

Aspecto general del bordo sur, vista de sureste a noroeste desde la corona del bordo



Fotografía 14

Aspecto general del bordo sur en inmediaciones de zona de transferencia y
tratamiento de azolve, vista de sureste a noroeste



ANEXO V CATÁLOGO DE CONCEPTOS



CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Una vez concluidos los proyectos (hidráulico, mecánico y eléctrico), se realizará el catálogo de conceptos de cada una de las partidas que se deben llevar a cabo; en esta parte, el ingeniero a cargo dará una descripción a detalle de cada una de ellas. Dentro de esta descripción se mencionan características de la partida, herramienta o maquinaria a utilizar, mano de obra, unidad y cantidad.

El catálogo de conceptos es fundamental ya que de él depende un adecuado presupuesto que permita realizar correctamente la construcción de sus instalaciones y así poder garantizar el buen funcionamiento de la Planta de Bombeo. Para que pueda tener la entera confianza de que el catálogo de conceptos sea adecuado debe cumplir con ciertos lineamientos y normas ya establecidas.

A continuación se presenta un ejemplo de catalogo de conceptos del Proyecto Ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor así como Levantamiento Topográfico de la Laguna Mayor de Iztapalapa. Realizado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.



CATALOGO DE CONCEPTOS
LUMBRERA DE REJILLAS

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA**

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
-----	---------------------------------------	--------	----------

LUMBRERA DE REJILLAS

- | | | |
|----------|---|--|
| 1 | <p>TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO
El precio unitario incluye: Trazo general del terreno y ubicación de la lumbrera, todos los materiales puestos en el lugar de obra, desperdicios, materiales de consumo; toda la mano de obra, equipo, herramienta, suministro y colocación de señalamiento de protección de obra y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.</p> | M2 |
| 2 | <p>MEJORAMIENTO DE TERRENO (TEZONTLE) EN ZONA DESPLANTE Y LUMBRERA DE REJILLAS
El precio unitario incluye: (Para el suministro y colocación de tezontle en greña de 6" tamaño máximo y 2" de tamaño mínimo), suministro de todos los materiales puestos en obra, desperdicios, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas necesarias para los trabajos de excavación del terreno, extracción y carga del material producto de las excavaciones en camiones, acarreos hasta el primer km, suministro y colocación de señalamiento para protección de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.</p> | m3 |
| 3 | <p>EXCAVACIÓN DE BORDO EXISTENTE PARA DESPLANTE CON MAQUINARIA EN MATERIAL SATURADO ZONA "A", CLASE I
El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra con sus mermas y desperdicios , mano de obra , maquinaria , equipo y herramientas necesarias para los trabajos de excavación , elaboración y recirculación de lodos bentoníticos , según especificaciones , extracción y carga en camiones del material producto de la excavación , suministro de agua potable en la cantidad requerida para los trabajos de excavación de la zanja y el núcleo, suministro de energía eléctrica para los equipos así como para la iluminación del área de campamento y en general , todo lo necesario para dejar terminada la excavación de la zanja y el núcleo hasta la profundidad la excavación de la zanja y el núcleo hasta la profundidad de proyecto y a entera satisfacción del SACM.</p> <p>Flete de maquinaria</p> <p>Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 0.0 m a 2.0 m</p> <p>Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 2.01 m a 4.0 m</p> <p>Excavación manual</p> | <p>FLETE</p> <p>M³</p> <p>M³</p> <p>M³</p> |



4 CARGA Y ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DEL BORDO HACIA EL BANCO DE TIRO ASIGNADO POR LA DEPENDENCIA

El precio unitario incluye : Toda la mano de obra, maquinaria, equipo, herramienta y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

- a) Primer kilometro m3
- b) Kilómetros subsecuentes (5) m3-km

5 EXCAVACIÓN DE ZANJA PERIMETRAL Y NÚCLEO DE LA LUMBRERA, CON MAQUINARIA EN MATERIAL SATURADO ZONA "A", CLASE I., ADEMADA CON LODO BENTONÍTICO DE UNA DENSIDAD MÍNIMA DE 1.05 t/m³

El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra con sus mermas y desperdicios , mano de obra , maquinaria , equipo y herramientas necesarias para los trabajos de excavación , elaboración y recirculación de lodos bentoníticos , según especificaciones , extracción y carga en camiones del material producto de la excavación , suministro de agua potable en la cantidad requerida para los trabajos de excavación de la zanja y el núcleo, suministro de todas las instalaciones para almacenamiento del agua potable para la hidratación de bentonita, las pérdidas de lodo bentonítico que se presenten durante o posterior en las diferentes etapas de construcción de la lumbrera , mismas que deberán ser repuestas por el contratista de la misma calidad y cantidad para restablecer los niveles de lodo bentonítico conforme lo indica el proyecto, sin que esto sea motivo de reclamo alguno para la dependencia , suministro de energía eléctrica para los equipos así como para la iluminación del área de campamento y en general , todo lo necesario para dejar terminada la excavación de la zanja y el núcleo hasta la profundidad de proyecto y a entera satisfacción del SACM.

- Lodo bentonítico M³
- Equipo de bombeo HORA
- Flete de maquinaria FLETE
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 0.0 m a 2.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 2.01 m a 4.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 4.01 m a 6.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 6.01 m a 8.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 8.01 m a 10.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 10.01 m a 12.0 m M³
- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 12.01 m a 14.0 m M³
- Excavación manual M³

LUMBRERA DE REJILLAS

6 CARGA Y ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE LA ZANJA Y NUCLEO DE LUMBRERA DE REJILLAS HACIA EL BANCO DE TIRO ASIGNADO POR LA DEPENDENCIA

El precio unitario incluye :Toda la mano de obra, maquinaria, equipo , herramienta y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

- a) Primer kilometro m3
- b) Kilómetros subsecuentes (5) m3-km

7 CONSTRUCCIÓN DE FOSA DE LODOS

El precio unitario incluye :Toda la mano de obra, maquinaria, equipo , herramienta y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

- Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 0.0 m a 2.0 m M³



8 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$

El precio unitario incluye :

Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación concreto hidráulico $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ revenimiento de 14 más menos 5cm y un peso volumétrico de 2,100 kg/m^3 elaborado con cemento tipo V , cimbra de contacto en cara interior y exterior y cimbra deslizante en interior de muros de lumbrera. Colado de anillos, losas de fondo primaria y definitiva brocales, paredes del revestimiento definitivo, tabletas y trabes para tapa de la lumbrera, y todo lo necesario para su fabricación, mano de obra, equipo, pruebas de resistencia, suministro de energía eléctrica para todos los equipos, iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos que la contratista considere necesarios adicionales a los indicados en el proyecto que garanticen todas las maniobras desde su fabricación colocación y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

Cimbra de contacto

M^2

Concreto hidráulico $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ Tipo CPP 30R RS

M^3

9 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$

El precio unitario incluye :

Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación concreto hidráulico $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ revenimiento de 14 más menos 5cm y un peso volumétrico de 2,100 kg/m^3 elaborado con cemento tipo V , cimbra de contacto en cara interior y exterior y cimbra deslizante en interior de muros de lumbrera. Colado de anillos, losas de fondo primaria y definitiva brocales, paredes del revestimiento definitivo, tabletas y trabes para tapa de la lumbrera, y todo lo necesario para su fabricación, mano de obra, equipo, pruebas de resistencia, suministro de energía eléctrica para todos los equipos, iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos que la contratista considere necesarios adicionales a los indicados en el proyecto que garanticen todas las maniobras desde su fabricación colocación y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

Cimbra de contacto

M^2

Concreto hidráulico $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$

M^3

10 SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, GRADO DURO $F'Y=4200 \text{ KG/CM}^2$, EN LOS DIÁMETROS MARCADOS EN EL PROYECTO

El precio unitario incluye : Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación acero de refuerzo grado duro $f_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en los diámetros marcados en el proyecto, para brocales exterior e interior, en refuerzo de huecos de lumbrera, en anillos, en recubrimiento definitivo(paredes), en tabletas para la tapa de la lumbrera, en muro de protección(alrededor de la lumbrera), mensula, losa de cubierta de la lumbrera y las conexiones especiales entre segmentos de anillos y todo lo necesario para su fabricación y montaje , mano de obra , maquinaria , equipo , herramienta , desperdicios , cortes ,habilitado ,ensamblado, maniobras, acarreo, suministro de energía eléctrica para todos los equipos , iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos a los que el contratista considere necesarios adicionales indicados en el proyecto , que garanticen todas las maniobras desde su fabricación , colocación en lumbrera, así como el ensamble uno con otro y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

Acero de refuerzo del Nº 3 (3/8 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 4 (1/2 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 5 (5/8 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 6 (6/8 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 8 (1 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 10 (1 1/4 ") de diámetro.

kg

Acero de refuerzo del Nº 12 (1 1/2 ") de diámetro.

kg

11 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA ESTRELLA DE FONDO DE LA LUMBRERA, VIGUETAS IR 305 X 38.70 KG/M Y PLACAS CON UN ESPESOR DE 10 Y 13 MM



LUMBRERA DE REJILLAS

- 12 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA BROCAL INTERIOR CON PLACA DE ESPESOR 13MM**
El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra , con sus mermas y desperdicios , materiales de consumo, equipo, maquinaria, herramienta, mano de obra , bajada todos los cortes necesarios aplicación de soldadura, fijación , nivelación , plomeo , ensambles , ajustes , maniobras , aplicación de una capa anticorrosiva y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. kg
- 13 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA GUÍAS DE LOS ANILLOS CON VIGAS IR**
El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra , con sus mermas y desperdicios , materiales de consumo, equipo, maquinaria, herramienta, mano de obra , bajada todos los cortes necesarios aplicación de soldadura, fijación, nivelación, plomeo, ensambles, ajustes, maniobras, aplicación de una capa anticorrosiva y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. kg
- 14 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE RELLENO FLUIDO, PARA RELLENAR EL ESPACIO ANULAR ENTRE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y LOS ANILLOS**
El precio unitario incluye: Inyección de mortero de cemento-bentonita para rellenar el espacio anular entre las paredes exteriores de los anillos y las paredes de la excavación. Se usara mortero elaborado con una parte de cemento portland Tipo I, de 1.25 a 2.5 partes de cal hidratada, 0.25 partes de bentonita, con un kilogramo de fibras sintéticas por metro cúbico de mezcla, para dar una resistencia a la compresión de 25kg/cm². Para el inyectado se empleara tubería tremie o algún otro espacio anular y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. m³
- 15 SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE REJILLA IRVING**
El precio unitario incluye :Suministro de todos los materiales puestos en obra con sus desperdicios, mano de obra, equipo, dos mallas retendedoras de acero inoxidable(24cuadros por in²) marco estructural de acero LI 32x5mm y rejilla de carga tipo irving 32x5mm o similar, que estará unida a la lumbrera I y todo lo necesario para su correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. m²
- 16 CONFORMACIÓN DE BORDO CON MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES**
El precio unitario incluye: mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, material producto de las excavaciones graduado y compactado al 95 %, de acuerdo a los niveles indicados en proyecto, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción de SACM. M³
- 17 LIMPIEZA FINAL**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, eliminación de los materiales sólidos o pulverulentos del lugar de la obra, suministro y utilización de agua, carga y transporte de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. M²



CATALOGO DE CONCEPTOS
CARCAMO DE BOMBEO

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA**

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
-----	---------------------------------------	--------	----------

CARCAMO DE BOMBEO

1	<p>TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO El precio unitario incluye: Trazo general del terreno y ubicación del carcamo todos los materiales puestos en el lugar de obra, desperdicios, materiales de consumo; toda la mano de obra, equipo, herramienta, suministro y colocación de señalamiento de protección de obra y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.</p>	m2	
2	<p>MEJORAMIENTO DE TERRENO (TEZONTLE) El precio unitario incluye: (Para el suministro y colocación de tezontle en greña de 6" tamaño máximo y 2" de tamaño mínimo), suministro de todos los materiales puestos en obra, desperdicios, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas necesarias para los trabajos de excavación del terreno, extracción y carga del material producto de las excavaciones en camiones, acarreo hasta el primer km, suministro y colocación de señalamiento para protección de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.</p>	m3	
3	<p>EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA PANTALLA Y NÚCLEO DE LA LUMBRERA, CON MAQUINARIA EN MATERIAL SATURADO ZONA "A", CLASE I., ADEMADA CON LODO BENTONÍTICO DE UNA DENSIDAD MÍNIMA DE 1.05 t/m³ El precio unitario incluye: Suministro de todos los materiales puestos en obra con sus mermas y desperdicios, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas necesarias para los trabajos de excavación, elaboración y recirculación de lodos bentoníticos, según especificaciones, extracción y carga en camiones del material producto de la excavación, suministro de agua potable en la cantidad requerida para los trabajos de excavación de la zanja y el núcleo, suministro de todas las instalaciones para almacenamiento del agua potable para la hidratación de bentonita, las pérdidas de lodo bentonítico que se presenten durante o posterior en las diferentes etapas de construcción de la lumbrera, mismas que deberán ser repuestas por el contratista de la misma calidad y cantidad para restablecer los niveles de lodo bentonítico conforme lo indica el proyecto, sin que esto sea motivo de reclamo alguno para la dependencia, suministro de energía eléctrica para los equipos así como para la iluminación del área de campamento y en general, todo lo necesario para dejar terminada la excavación de la zanja y el núcleo hasta la profundidad de proyecto y a entera satisfacción del SACM.</p>	M ³ HORA FLETE	
	<p>Lodo bentonítico Equipo de bombeo Flete de maquinaria</p>		



4 CARGA Y ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES AL BANCO DE TIRO ASIGNADO POR LA DEPENDENCIA

El precio unitario incluye : Toda la mano de obra , materiales , maquinaria , equipo , herramienta y en general , todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

- a) Primer kilometro
- b) Kilómetros subsecuentes (5)

m3
m3-km

5 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'C= 350 kg/cm² TIPO CPP 30R RS

El precio unitario incluye :

Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación concreto hidráulico f'c= 350 kg/cm² revenimiento de 14 más menos 5cm y un peso volumétrico de 2,100 kg/m³ elaborado con cemento tipo V , cimbra de contacto en cara interior y exterior y cimbra deslizante en interior de muros de lumbrera.

Colado de anillos, losas de fondo primaria y definitiva brocales, paredes del revestimiento definitivo, tabletas y trabes para tapa de la lumbrera, y todo lo necesario para su fabricación, mano de obra, equipo, pruebas de resistencia, suministro de energía eléctrica para todos los equipos, iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos que la contratista considere necesarios adicionales a los indicados en el proyecto que garanticen todas las maniobras desde su fabricación colocación y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

Cimbra de contacto

Concreto hidráulico f'c= 350 kg/cm²

M²
M³

CARCAMO DE BOMBEO

6 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'C= 250 kg/cm²

El precio unitario incluye :

Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación concreto hidráulico f'c= 250 kg/cm² revenimiento de 14 más menos 5cm y un peso volumétrico de 2,100 kg/m³ elaborado con cemento tipo V , cimbra de contacto en cara interior y exterior y cimbra deslizante en interior de muros de lumbrera.

Colado de anillos, losas de fondo primaria y definitiva brocales, paredes del revestimiento definitivo, tabletas y trabes para tapa de la lumbrera, y todo lo necesario para su fabricación, mano de obra, equipo, pruebas de resistencia, suministro de energía eléctrica para todos los equipos, iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos que la contratista considere necesarios adicionales a los indicados en el proyecto que garanticen todas las maniobras desde su fabricación colocación y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

Cimbra de contacto

Concreto hidráulico f'c= 250 kg/cm²

M²
M³



7 SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO GRADO DURO F_Y=4200 KG/CM², EN LOS DIÁMETROS MARCADOS EN EL PROYECTO

El precio unitario incluye : Todos los materiales puestos en el lugar de fabricación acero de refuerzo grado duro $f_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en los diámetros marcados en el proyecto, para brocales exterior e interior, en refuerzo de huecos de lumbrera, en anillos, en recubrimiento definitivo(paredes), en tabletas para la tapa de la lumbrera, en muro de protección(alrededor de la lumbrera), mensula, losa de cubierta de la lumbrera y las conexiones especiales entre segmentos de anillos y todo lo necesario para su fabricación y montaje , mano de obra , maquinaria , equipo , herramienta , desperdicios , cortes ,habilitado ,ensamblado, maniobras, acarreo, suministro de energía eléctrica para todos los equipos , iluminación del área de campamento , así como la inclusión de elementos a los que el contratista considere necesarios adicionales indicados en el proyecto , que garanticen todas las maniobras desde su fabricación , colocación en lumbrera, así como el ensamble uno con otro y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

- Acero de refuerzo del Nº 2 (2/8 ") de diámetro. kg
- Acero de refuerzo del Nº 3 (3/8 ") de diámetro. kg
- Acero de refuerzo del Nº 4 (1/2 ") de diámetro. kg
- Acero de refuerzo del Nº 5 (5/8 ") de diámetro. kg
- Acero de refuerzo del Nº 6 (3/4 ") de diámetro. kg
- Acero de refuerzo del Nº 8 (1 ") de diámetro. kg

8 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA ESTRELLA DE FONDO DE LA LUMBRERA, VIGUETAS IR 305 X 38.70 KG/M Y PLACAS CON UN ESPESOR DE 10 Y 13 MM

El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra , con sus mermas y desperdicios , materiales de consumo, equipo, maquinaria, herramienta, mano de obra , bajada todos los cortes necesarios aplicación de soldadura, fijación , nivelación , plomeo , ensambles , ajustes , maniobras , aplicación de una capa anticorrosiva y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

kg

9 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA BROCAL INTERIOR CON PLACA DE ESPESOR 13MM

El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra , con sus mermas y desperdicios , materiales de consumo, equipo, maquinaria, herramienta, mano de obra , bajada todos los cortes necesarios aplicación de soldadura, fijación , nivelación , plomeo , ensambles , ajustes , maniobras , aplicación de una capa anticorrosiva y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

kg

10 SUMINISTRO, FABRICACIÓN, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL A-36 PARA GUÍAS DE LOS ANILLOS CON VIGAS IR

El precio unitario incluye : Suministro de todos los materiales puestos en obra , con sus mermas y desperdicios , materiales de consumo, equipo, maquinaria, herramienta, mano de obra , bajada todos los cortes necesarios aplicación de soldadura, fijación , nivelación , plomeo , ensambles , ajustes , maniobras , aplicación de una capa anticorrosiva y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM.

kg



- CARCAMO DE BOMBEO**
- 11 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE RELLENO FLUIDO, PARA RELLENAR EL ESPACIO ANULAR ENTRE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y LOS ANILLOS**
El precio unitario incluye: Inyección de mortero de cemento-bentonita para rellenar el espacio anular entre las paredes exteriores de los anillos y las paredes de la excavación. Se usará mortero elaborado con una parte de cemento portland Tipo I, de 1.25 a 2.5 partes de cal hidratada, 0.25 partes de bentonita, con un kilogramo de fibras sintéticas por metro cúbico de mezcla, para dar una resistencia a la compresión de 25kg/cm². Para el inyectado se necesita para la correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. m3
- 12 SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE REJILLA IRVING**
El precio unitario incluye: Suministro de todos los materiales puestos en obra con sus desperdicios, mano de obra, equipo, dos mallas retenedoras de acero inoxidable (24 cuadros por in²) marco estructural de acero LI 32x5mm y rejilla de carga tipo Irving 32x5mm o similar, que estará unida a la lumbrera y todo lo necesario para su correcta ejecución de esta actividad y a entera satisfacción del SACM. m2
- 13 LIMPIEZA FINAL**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, eliminación de los materiales sólidos o pulverulentos del lugar de la obra, suministro y utilización de agua, carga y transporte de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. M²



CATALOGO DE CONCEPTOS
SERVICIOS AUXILIARES

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA**

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
SERVICIOS AUXILIARES			
1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO El precio unitario incluye: Arreglo geométrico general, todo el equipo puesto en el lugar de obra con sus desperdicios, materiales de consumo, toda la mano de obra, herramienta, y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.	M ²	
2	EXCAVACIÓN PARA DESPLANTE DE SERVICIOS AUXILIARES El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, equipo suministro de energía eléctrica para los equipos a emplear, así como la iluminación del área de la excavación, hasta la profundidad y a los niveles establecidos en proyecto y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del Equipo de bombeo Excavación manual	HORA M ³	
3	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN, LOSAS, CASTILLOS, TRABES, CONTRATRABES Y DALAS El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, habilitado y colocación de varilla de acero, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Varilla de acero No.2.5 Varilla de acero No.3 Varilla de acero No.4	TON TON TON	
4	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'c= 200 kg/cm² TIPO CPO 30R PARA CIMENTACIÓN, LOSAS Y CASTILLOS El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, cimbra de contacto, maquinaria, cargas, descargas, acarreos, equipo para bombeo de concreto, dosificación, mezclado, colado, vibrado y curado del concreto, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Cimbra de contacto Concreto hidráulico f'c= 200 kg/cm ² tipo CPO 30R	M ² M ³	
5	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BLOCK PARA CONFORMACIÓN DE MUROS PARA SERVICIOS AUXILIARES El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, block de 15 x 20 x 40 cm, descargas, acarreos, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Block Mortero	M ² M ³	



GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
CATÁLOGO DE CONCEPTOS



- 6 HERRERIA PARA CONFORMACIÓN DE VENTANA Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de láminas metálicas de 4.8 mm de espesor, con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, máquina para soldar, soldadura, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Kg
- 7 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANCELERÍA PARA VENTANA Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de perfiles metálicos(solerías) con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Kg
- 8 RELLENOS CON MATERIAL GRADUADO Y COMPACTADO AL 95% DE SU PVMS EN ZONAS DE OQUEDADES Y NIVELACIÓN DEL TERRENO**
El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, material producto de las excavaciones, equipo y herramienta necesaria para los trabajos de compactación, carga y descarga del material, acarrees hasta 20 m y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Tepetate M³
- 9 ACABADOS EN INTERIOR DE HABITACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, , descargas, acarrees, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Mortero fino M³
- 10 ACARREOS PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, material de la excavación, maniobras de carga y descarga de los materiales desde el lugar de trabajo hasta el banco de tiro propuesto por la contratista de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Carga manual y acarreo en camión, el primer kilómetro M³
Acarreo en camión, kilómetros subsecuentes M³ - KM
- 11 LIMPIEZA FINAL**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, eliminación de los materiales sólidos o pulverulentos del lugar de la obra, suministro y utilización de agua, carga y transporte de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. M²



CATALOGO DE CONCEPTOS
CENTRO CONTROL DE MOTORES

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA**

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
CENTRO CONTROL DE MOTORES			
1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO El precio unitario incluye: Arreglo geométrico general, todo el equipo puesto en el lugar de obra con sus desperdicios, materiales de consumo, toda la mano de obra, herramienta, y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.	M ²	
2	EXCAVACIÓN PARA DESPLANTE DE CENTRO CONTROL DE MOTORES El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, equipo suministro de energía eléctrica para los equipos a emplear, así como la iluminación del área de la excavación, hasta la profundidad y a los niveles establecidos en proyecto y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del Equipo de bombeo Flete de maquinaria Excavación manual	HORA FLETE M ³	
3	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN, LOSAS, CASTILLOS, TRABES, CONTRATRABES Y DALAS El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, habilitado y colocación de varilla de acero, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Varilla de acero No.2.5 Varilla de acero No.3 Varilla de acero No.4	TON TON TON	
4	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'c= 200 kg/cm² TIPO CPO 30R PARA CIMENTACIÓN, LOSAS Y CASTILLOS El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, cimbra de contacto, maquinaria, cargas, descargas, acarreos, equipo para bombeo de concreto, dosificación, mezclado, colado, vibrado y curado del concreto, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Cimbra de contacto Concreto hidráulico f'c= 200 kg/cm ² tipo CPO 30R	M ² M ³	
5	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BLOCK PARA CONFORMACIÓN DE MUROS PARA CENTRO CONTROL DE MOTORES El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, block de 15 x 20 x 40 cm, descargas, acarreos, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Block Mortero	M ² M ³	



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
CATÁLOGO DE CONCEPTOS**



- 6 HERRERIA PARA CONFORMACIÓN DE VENTANA Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de láminas metálicas de 4.8 mm de espesor, con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, máquina para soldar, soldadura, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Kg
- 7 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANCELERÍA PARA VENTANA Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de perfiles metálicos(solerías) con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Kg
- 8 RELLENOS CON MATERIAL GRADUADO Y COMPACTADO AL 95% DE SU PVMS EN ZONAS DE OQUEDADES Y NIVELACIÓN DE TERRENO**
El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, material producto de las excavaciones, equipo y herramienta necesaria para los trabajos de compactación, carga y descarga del material, acarreo hasta 20 m y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Tepetate M³
- 9 ACABADOS EN INTERIOR DE HABITACIÓN DE CENTRO CONTROL DE MOTORES**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, , descargas, acarreo, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Mortero fino M³
- 10 ACARREOS PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, material de la excavación, maniobras de carga y descarga de los materiales desde el lugar de trabajo hasta el banco de tiro propuesto por la contratista de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Carga manual y acarreo en camión, el primer kilómetro M³
Acarreo en camión, kilómetros subsecuentes M³ - KM
- 11 LIMPIEZA FINAL**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, eliminación de los materiales sólidos o pulverulentos del lugar de la obra, suministro y utilización de agua, carga y transporte de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. M²



CATALOGO DE CONCEPTOS
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA			
1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO El precio unitario incluye: Arreglo geométrico general, todo el equipo puesto en el lugar de obra con sus desperdicios, materiales de consumo, toda la mano de obra, herramienta, y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Trazo	M ²	
2	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CERCA PERIMETRAL EN LA ZONA DE OBRA El precio unitario incluye: Mano de obra, herramienta, equipo, postes intermedios galvanizados calibre 18 tipo ligero de 42 mm de diámetro, postes esquineros galvanizados, cédula 40 tipo pesado de 60 mm de diámetro, malla ciclónica galvanizada calibre No. 10.5 y abertura 55 x 55 mm, barras inferior y superior, de 42 mm de diámetro, zaguán para malla, puerta de malla, desperdicios, y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Postes intermedios de 2.5 m de largo Postes esquineros de 2.5 m de largo Malla ciclónica Barras inferiores y superiores Zaguán para malla Puerta para malla	PZA PZA M ² M PZA PZA	
3	EXCAVACIÓN PARA DESPLANTE DE BASES PARA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, equipo suministro de energía eléctrica para los equipos así como la iluminación del área de la excavación del pozo hasta la profundidad y a los niveles establecidos en proyecto y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Equipo de bombeo Flete de maquinaria Excavación con almeja, zona "C" clase I, saturado de 0.0 m a 2.0 m Excavación manual	HORA FLETE M ³ M ³	
4	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TEZONTLE Y CONCRETO PARA MEJORAMIENTO DE TERRENO El precio unitario incluye: Suministro de materiales puestos en el lugar de la obra, mano de obra, equipo, herramienta, limpieza de la superficie, cargas, descargas, acarreo hasta 20 m, maquinaria para colocación y compactación de tezontle con un espesor de 0.3 m, firme de concreto f'c= 100kg/cm ² de 0.2m de espesor, cimbra de contacto, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Tezontle Concreto hidráulico f'c= 100 kg/cm ²	M ³ M ³	



CATALOGO DE CONCEPTOS
GENERACIÓN PROPIA

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO LAGUNA MAYOR; ASÍ COMO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LAGUNA MAYOR IZTAPALAPA**

No.	CONCEPTO DE OBRA CIVIL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
GENERACIÓN PROPIA			
1	TRAZO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO El precio unitario incluye: Arreglo geométrico general, todo el equipo puesto en el lugar de obra con sus desperdicios, materiales de consumo, toda la mano de obra, herramienta, y en general, todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.	M ²	
	EXCAVACIÓN PARA DESPLANTE DE GENERACIÓN PROPIA El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, equipo suministro de energía eléctrica para los equipos a emplear, así como la iluminación del área de la excavación, hasta la profundidad y a los niveles establecidos en proyecto y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del Equipo de bombeo Excavación manual	HORA M ³	
4	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN, LOSAS, CASTILLOS, TRABES, CONTRATRABES, DALAS Y MENSULA El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, habilitado y colocación de varilla de acero, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Varilla de acero No.2.5 Varilla de acero No.3 Varilla de acero No.4 Varilla de acero No.6	TON TON TON TON	
5	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO SIMPLE F'c= 250 kg/cm² TIPO CPO 30R PARA CIMENTACIÓN, LOSAS, CASTILLOS, TRABES, CONTRATRABES Y DALAS El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, cimbra de contacto, maquinaria, cargas, descargas, acarreos, equipo para bombeo de concreto, dosificación, mezclado, colado, vibrado y curado del concreto, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Cimbra de contacto Concreto hidráulico f'c= 250 kg/cm ² tipo CPO 30R	M ² M ³	
6	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PERFIL DE ACERO PARA MONTAJE DE GRÚA El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, habilitado y colocación del perfil de acero, materiales puestos en el lugar de la obra, , cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Perfil de acero IR 18"x76"x112.9 kg/m Perfil de acero IR 12"x22"x32.8 kg/m	TON TON	
7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BLOCK O LADRILLO TIPO TABIMAX PARA CONFORMACIÓN DE MUROS PARA GENERACIÓN PROPIA El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, block de 24 x 12 x 12 cm, descargas, acarreos, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM. Block Mortero	M ² M ³	



**GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
CATÁLOGO DE CONCEPTOS**



- 8 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLACA DE ASIENTO PARA MENSULA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, habilitado y colocación de placa de acero, barrenado de la placa, anclas, materiales puestos en el lugar de la obra, , cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Placa de acero de 3/8" de espesor
Anclas de acero de 1/2" de diametro
Grout para nivelacion de placa
- TON
TON
M³
- 9 RELLENOS CON MATERIAL GRADUADO Y COMPACTADO AL 95% DE SU PVMS EN ZONAS DE OQUEDADES Y NIVELACION DE TERRENO**
El precio unitario incluye: Mano de obra, maquinaria, material producto de las excavaciones, equipo y herramienta necesaria para los trabajos de compactación, carga y descarga del material, acarrees hasta 20 m y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Tepetate
- M³
- 10 ACABADOS EN INTERIOR DE HABITACIÓN DE GENERACIÓN PROPIA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, suministro de materiales colocados en el lugar de la obra, mortero, maquinaria, cargas, , descargas, acarrees, equipo para nivelación de los muros, los tiempos de los vehículos utilizados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Mortero fino
- M²
- 11 HERRERIA PARA CONFORMACIÓN DE VENTANA Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de láminas metálicas de 4.8 mm de espesor, con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, máquina para soldar, soldadura, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
- Kg
- 12 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANCELERÍA PARA VENTANAS Y PUERTA**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, maquinaria, suministro, y colocación de perfiles metálicos(soleras) con las dimensiones indicadas en proyecto, tornillería para su fijación, materiales puestos en el lugar de la obra, alambre recocido, cortes, desperdicios, los tiempos de los vehículos empleados y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
- Kg
- 13 ACARREOS PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, material de la excavación, maniobras de carga y descarga de los materiales desde el lugar de trabajo hasta el banco de tiro propuesto por la contratista de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
Carga manual y acarreo en camión, el primer kilómetro
Acarreo en camión, kilómetros subsecuentes
- M³
M³ - KM
- 14 LIMPIEZA FINAL**
El precio unitario incluye: Mano de obra, equipo, herramienta, eliminación de los materiales sólidos o pulverulentos del lugar de la obra, suministro y utilización de agua, carga y transporte de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales, los tiempos de los vehículos empleados, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto a entera satisfacción del SACM.
- M²



ANEXO VI ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alcance

El alcance de estas especificaciones abarca el diseño, manufactura, pruebas de comportamiento funcional en fábrica, transporte, manejo local, instalación, pruebas operativas en campo con carácter definitorio y puesta en servicio de todo el Proyecto Mecánico.

Pruebas de Comportamiento Funcional

Se deben realizar pruebas de comportamiento funcional de unidades de bombeo tanto en fábrica (Velocidad de operación de equipo, determinación de sumergencia antivórtice, medición de vibraciones mecánicas, etc.), como en el sitio de instalación (operación continua del equipo durante un tiempo determinado, reporte de análisis y conclusiones de situación hidráulica funcional de cárcamo – equipo de bombeo, etc.), para garantizar la plena satisfacción de los requerimientos técnico – operativos estipulados en Normas.

Pruebas Operativas

Los procedimientos que se desarrollan en esta prueba, deberán ser en tiempo y forma de común de acuerdo con la dependencia y el proveedor, observando la obligación del fabricante de garantizar el comportamiento eficiente, confiable y un alto índice de continuidad de servicio de los equipos. Para ello, las partes interesadas realizarán una inspección completa de los equipos, antes, durante y después de las pruebas, para verificar el estricto cumplimiento de las especificaciones.

El procedimiento de prueba contempla los siguientes puntos:

- *Fecha, duración y alcance.* Se definirá de común acuerdo entre la dependencia y el fabricante, respetando el contenido de las especificaciones.
- *Personal.* Las pruebas serán efectuadas por personal técnico especializado.
- *Programa.* Previo al inicio de las pruebas de comportamiento funcional de equipos, se deberá disponer del programa debidamente autorizado por la Dependencia.



- *Inspección.* Los equipos serán inspeccionados, antes, durante y después de las pruebas, debiendo disponerse de reporte certificado.
- *Calibración de instrumentos.* En forma simultánea a las actividades del inciso anterior, se calibrarán y ajustarán todos los instrumentos de medición.
- *Pruebas preliminares.* Las pruebas se iniciarán después que se determine que el conjunto de actividades satisface los requerimientos de instalación y de estas especificaciones. Se efectuarán al menos dos ensayos previos para verificar la confiabilidad del desarrollo del programa de pruebas y el adecuado funcionamiento de dispositivos de control y medición.
- *Corrida de prueba oficial.* Los puntos de prueba deberán ser suficientes para establecer la totalidad de la curva-gasto del equipo, en adición a cualquier otra información requerida por estas especificaciones tales como NPSHR, eficiencia, potencia, velocidad de operación, etc. Es necesario que una corrida de prueba se efectúe en punto de diseño.
- *Cálculos preliminares.* Se deberán efectuar suficientes cálculos preliminares, con objeto de determinar que se satisfacen los requerimientos de las especificaciones.
- *Pruebas adicionales.* En caso de requerirse pruebas posteriores a la oficial, deberán realizarse a la brevedad posible, con las mismas personas, dispositivos e instrumentos. Si se presentara algún desperfecto mecánico, eléctrico o diverso, durante el desarrollo de cualquier prueba, ésta deberá volver a efectuarse desde el principio.
- *Ajustes o correcciones por velocidad.* Las pruebas deberán efectuarse empleando el elemento motriz que se instalará definitivamente con el equipo de bombeo.
- *Información.* Se proporcionará número de serie, modelo, tamaño y cualquier otro medio de identificación de bomba y elemento motriz.



- *Dibujo.* Al graficar los resultados de las pruebas deberá tenerse presente que puede ocurrir error en cualquier medición, pero que los puntos establecerán una tendencia definida. A menos que se introduzca un factor externo para provocar algún cambio brusco, se graficará una curva continua suave, no necesariamente a través de cada punto.
- *Reporte.* Deberá presentarse reporte oficial definitivo, de resultados de pruebas, abarcando acuerdos técnicos, inspecciones, personal que intervino, datos de calibración de instrumentos, tabulaciones, descripciones, cálculos, gráficas, etc.

Información que deberá proporcionar el proveedor

Dentro de la información que nos dará el proveedor será:

- ✓ Resultados certificados, avalados por la supervisión, de pruebas de comportamiento funcional de equipos en fábrica y campo.
- ✓ Resultados de actividades de puesta en servicio de equipos, contemplando período mínimo de servicio continuo de 72 horas, incluyendo aspectos hidráulicos de la celda de bombeo.
- ✓ Manuales de instalación, operación y mantenimiento de equipos.
- ✓ Relación codificada de partes.
- ✓ Lote de refacciones y herramientas especiales, con aceptación expresa de la Dependencia.
- ✓ Planos a detalle, geometría, metalurgia, maquinados, huelgos, etc. de equipos suministrados. Complementado por documentación técnica de fabricante original, en aspectos de rodamientos, sellos mecánicos, etc.
- ✓ documento de la Entidad, con la aceptación definitiva de equipos y conclusión de actividades.



Montaje de Equipos

La instalación definitiva de los equipos se realizará en apego a las recomendaciones técnicas del fabricante, respetando las mejores prácticas comerciales. La propuesta del concursante deberá indicar claramente el programa de montaje, en adición al compromiso ineludible de emplear equipos y herramientas adecuadas, personal especializado y en general cualquier aspecto que contemple la característica de la obra. Las facilidades de montaje serán por cuenta y riesgo del contratista.

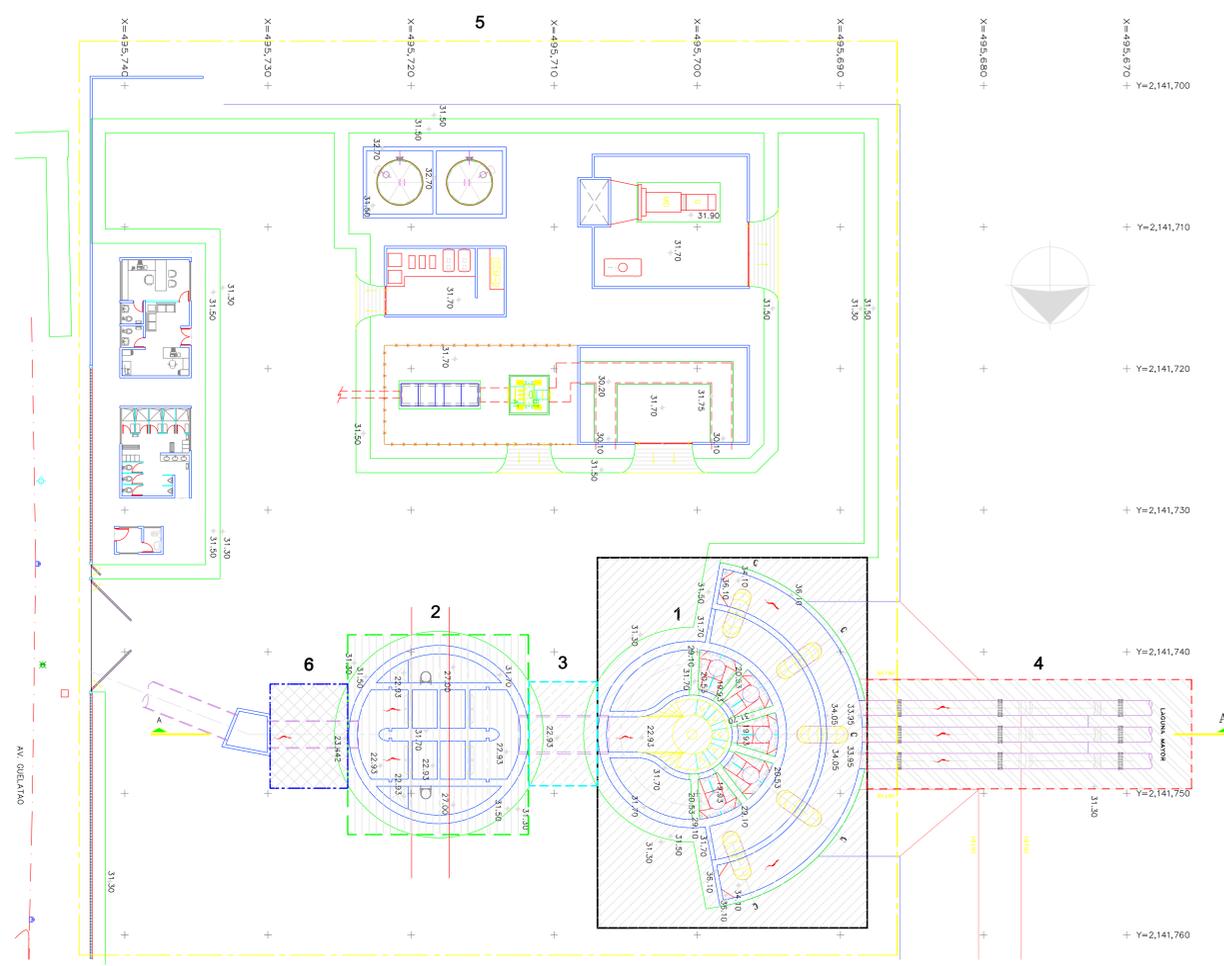
Garantías

Los equipos serán producto de línea, primer uso, diseño acorde a códigos técnicos internacionales, congruentes con el objetivo básico señalado en este documento. Los equipos estarán garantizados por el proveedor contra cualquier circunstancia de ineficiencia funcional, fallas electromecánicas durante operación normal, defectos de diseño y mano de obra, o escasa vida útil, por período mínimo de 12 meses, a contar de la fecha de puesta en servicio.

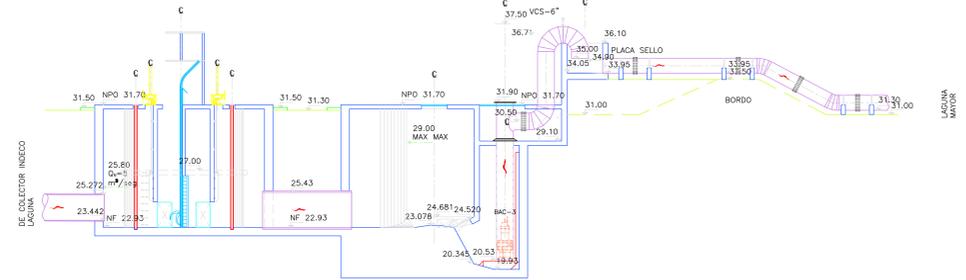
Estas especificaciones son generales para todo el proyecto ejecutivo, cabe mencionar que puede haber variaciones dependiendo de los equipos y los proveedores.



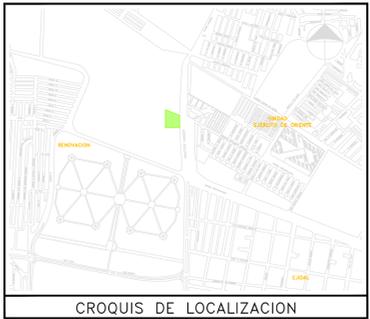
ANEXO VII PLANOS



PLANTA DE SECUENCIAS
NIV. M ESC. 1:2



SECCION A-A'
NIV. M ESC. 1:2



CROQUIS DE LOCALIZACION

ESTRUCTURAS

- 1.- CARCAMO DE BOMBEO.
- 2.- ESTRUCTURA DE REJILLAS.
- 3.- ESTRUCTURA DE INTERCONEXION (TUBO HINCADO).
- 4.- BORDO Y ESTRUCTURA DE DESCARGA.
- 5.- ESTRUCTURA DE APOYO.
- 6.- ESTRUCTURA DE LLAMADA.

NOTA.

ESTE PLANO FUE SOLICITADO AL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO CON FINES DIDACTICOS, PARA LA REALIZACION DE LA TESIS "GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS"

FUENTE:

Proyecto Ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, así como Levantamiento Topográfico de la Laguna Mayor de Iztapalapa.

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE ORGANISMO RESPONSABLE	
DIRECCION TECNICA ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA DE BOMBEO	SUBDIRECCION DE PROYECTOS ESTAPALAPA, DISTRITO FEDERAL JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL Lic. Marcelo Luis Echeverri Cossentino
ESCALA: 1 : 75 PLANO: 01 No. DE ARCHIVO: FECHA: DICIEMBRE 2007 REV.	DIRECTOR GENERAL Ing. Ramiro Aguirre Ulises SUBDIRECTOR DE PROYECTOS Ing. Mauricio J. Hernández García
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Lic. Martha Delgado Parilla DIRECTOR TECNICO M. en C. Carlos Espinosa González	DIRECTOR GENERAL Ing. Ramiro Aguirre Ulises SUBDIRECTOR DE PROYECTOS Ing. Mauricio J. Hernández García

inesproc s.a. de c.v. CALLE 1857 #26 COL. EL PARQUE C. P. 15960 TEL.: 57-68-60-02 NO. DE CONTRATO: 06-CP-03-10-0417-1-07	PROYECTO: Ing. Emiliano Pérez Cortés DIBUJO: Arq. David Lago De la Riva	REVISOR: Ing. Tomás Christian Pallo P. APROBADO: Ing. Guillermo Leal Bbez Ing. Rubén Padillo Martínez	S. A. C. M. REVISOR: Ing. Nicolás Fernández Sández JEFE DE LA U. D. DE PROYECTOS DE PLANTAS DE BOMBEO
--	--	---	---

No. DE ARCHIVO	TITULO
	PLANOS COMPLEMENTARIOS

00	FEB-08	EXPEDICION DE PLANO			
REV.	FECHA	MODIFICACIONES	MODIFICO	REVISO	APROBO

CODOS, DISEÑO AWWA

A) DIAMETRO NOMINAL	1067 mm (42")Ø/1219 mm (48")Ø
B) NORMA DE DISEÑO	AWWA, C208
C) FABRICACION	EN TALLER
D) MATERIAL	ASTM A 283
E) ANGULO 48"Ø/42"Ø	90°/45°
F) EXTREMOS	BISELADOS(Segun norma ASTM A53-B)
G) PRESION DE DISEÑO	30.00 M.C.A.
H) RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO	EN APEGO A ESPECIFICACIONES TECNICAS POR SEPARADO
I) MATERIAL	ASTM-A283 B
J) RADIO DE CURVATURA	DE ACUERDO A AWWA C208
K) INSPECCION DE CORDONES DE SOLDADURA	LIQUIDOS PENETRANTES

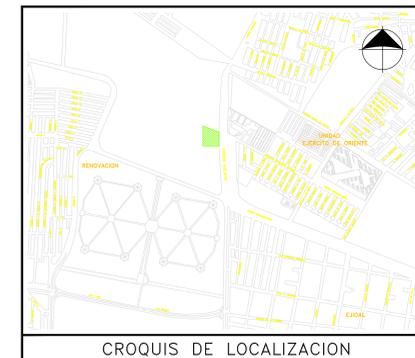
DATOS PRINCIPALES DE BOMBA-MOTOR

BOMBA:

TIPO	CENTRIFUGA VERTICAL, INATASCABLE, MOTOR SUMERGIBLE
CAUDAL	1.25 ³ m /seg.
NUMERO DE EQUIPOS	CINCO, OPERACION CUATRO MAS UNO
OPERACION	SIMULTANEA Y ALTERNANDA
CARGA DE SELECCION	12.14 M.C.A.
VELOCIDAD	590 RPM
DESCARGA	A TANQUE DE CARGA
COLUMNA	DE ACERO AL CARBON ASTM A-283"Ø" 1219 mmØ Y 9.5 mm. DE ESPESOR
LUBRICACION	GRASA-ACEITE
EXTREMO DE LA DESCARGA	BRIDADO
LONGITUD TOTAL DESDE EL NPO HASTA LA PARTE BAJA DE LA SUCCION	VER PERFIL HIDRAULICO
TIPO DE MONTAJE	VERTICAL, INSTALACION EN LATA CONTENCIÓN DE CONTENCIÓN.
OPERACION	CONTINUA
ACCIONAMIENTO	MOTOR ELECTRICO VERTICAL DE 300 H.P F.S. 1.00, 590 RPM, TIPO SUMERGIBLE
PROT. ANTICORROSIVA	EN APEGO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO.
REQUERIMIENTOS TECNICOS ESPECIFICOS.	LOS SEÑALADOS EN LA ESPECIFICACION DEL PROYECTO
PESO DE MOTOR-BOMBA	5500 Kg (APROXIMADO)

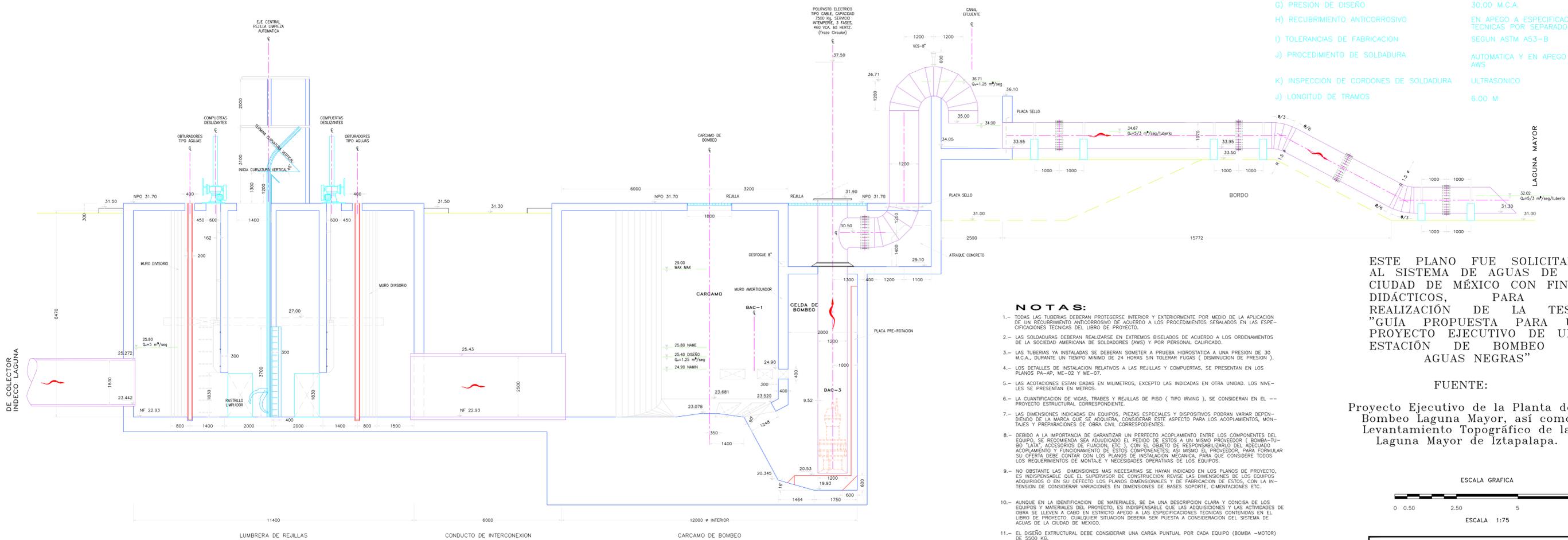
MOTOR:

TIPO	VERTICAL, JAULA DE ARDILLA (TIPO SUMERGIBLE)
CAPACIDAD	300 HP
CLASE DE INMERSION	10.0 MCA
FACTOR DE SERVICIO (F.S)	1.10
VELOCIDAD SINCRONA	590 RPM
TENSION	4160 V.C.A
CODIGO DE ARRANQUE	"F"
AISLAMIENTO	"F"
ENCLAUSTRAMIENTO	HERMETICO PARA OPERAR SUMERGIDO
ACCESORIOS	CABLE DE ALIMENTACION ELECTRICA, ELEMENTOS DE PROTECCION.
MONTAJE	EN FONDO DE LATA DE CONTENCIÓN
ENFRIAMIENTO	AGUA
DESPLAZAMIENTO	DE ACUERDO A NEMA
SENTIDO DE GIRO	DE ACUERDO A EQUIPO DE BOMBEO
EQUIPO ADICIONAL	LO SEÑALADO EN LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO
PROT. ANTICORROSIVA	EN APEGO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO
REQUERIMIENTOS TECNICOS ESPECIFICOS	LOS ESTABLECIDOS EN LA ESPECIFICACION DEL PROYECTO



TUBERIA DE DESCARGA A TANQUE DE CARGA

A) DIAMETRO NOMINAL	1219 mm (48")Ø
B) ESPESOR DE PARED	9.5 mm
C) COSTURA	LONGITUDINAL RECTA O EN ESPIRAL
D) MATERIAL	ASTM A53 B
E) NORMA DE DISEÑO	ASTM A53-B/ASTM-A211
F) EXTREMOS	BISELADOS
G) PRESION DE DISEÑO	30.00 M.C.A.
H) RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO	EN APEGO A ESPECIFICACIONES TECNICAS POR SEPARADO
I) TOLERANCIAS DE FABRICACION	SEGUN ASTM A53-B
J) PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	AUTOMATICA Y EN APEGO AL CODIGO AWS
K) INSPECCION DE CORDONES DE SOLDADURA	ULTRASONICO
L) LONGITUD DE TRAMOS	6.00 M



- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS TUBERIAS DEBERAN PROTEGERSE INTERIOR Y EXTERIORMENTE POR MEDIO DE LA APLICACION DE UN RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS SEÑALADOS EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL LIBRO DE PROYECTO.
 - 2.- LAS SOLDADURAS DEBERAN REALIZARSE EN EXTREMOS BISELADOS DE ACUERDO A LOS ORDENAMIENTOS DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADORES (AWS) Y POR PERSONAL CALIFICADO.
 - 3.- LAS TUBERIAS YA INSTALADAS SE DEBERAN SOMETER A PRUEBA HIDROSTATICA A UNA PRESION DE 30 M.C.A. DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE 24 HORAS SIN TOLERAR FUGAS (DISMINUCION DE PRESION).
 - 4.- LOS DETALLES DE INSTALACION RELATIVOS A LAS REJILLAS Y COMPUERTAS, SE PRESENTAN EN LOS PLANOS PA-AP, ME-02 Y ME-07.
 - 5.- LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD. LOS NIVELES SE PRESENTAN EN METROS.
 - 6.- LA CUANTIFICACION DE VIGAS, TRABES Y REJILLAS DE PISO (TIPO IRVING), SE CONSIDERAN EN EL -- PROYECTO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE.
 - 7.- LAS DIMENSIONES INDICADAS EN EQUIPOS, PIEZAS ESPECIALES Y DISPOSITIVOS PODRAN VARIAR DEPENDIENDO DE LA MARCA QUE SE ADQUIERA, CONSIDERAR ESTE ASPECTO PARA LOS ACOPLAMIENTOS, MONTAJES Y PREPARACIONES DE OBRA CIVIL CORRESPONDIENTES.
 - 8.- DEBIDO A LA IMPORTANCIA DE GARANTIZAR UN PERFECTO ACOPLAMIENTO ENTRE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO, SE RECOMIENDA SEA ADQUIRIDO EL PEDIDO DE ESTOS A UN MISMO PROVEEDOR (BOMBA-TUBO "LATA", ACCESORIOS DE FIJACION, ETC), CON EL OBJETO DE RESPONSABILIZARLO DEL ADECUADO ACOPLAMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE ESTOS COMPONENTES. ASI MISMO EL PROVEEDOR, PARA FORMULAR SU OFERTA DEBE CONTAR CON LOS PLANOS DE INSTALACION MECANICA PARA QUE CONSIDERE TODOS LOS REQUERIMIENTOS DE MONTAJE Y NECESIDADES OPERATIVAS DE LOS EQUIPOS.
 - 9.- NO OBTANTE LAS DIMENSIONES MAS NECESARIAS SE HAYAN INDICADO EN LOS PLANOS DE PROYECTO, ES INDISPENSABLE QUE EL SUPERVISOR DE CONSTRUCCION REUSE LAS DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS ADQUIRIDOS O EN SU DEFECTO LOS PLANOS DIMENSIONALES Y DE FABRICACION DE ESTOS, CON LA INTENCION DE CONSIDERAR VARIACIONES EN DIMENSIONES DE BASES SOPORTE, CIMENTACIONES, ETC.
 - 10.- AUNQUE EN LA IDENTIFICACION DE MATERIALES, SE DA UNA DESCRIPCION CLARA Y CONCISA DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES DEL PROYECTO, ES INDISPENSABLE QUE LAS ADQUISICIONES Y LAS ACTIVIDADES DE OBRA SE LLEVEN A CABO EN ESTRICTO APEGO A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS CONTENIDAS EN EL LIBRO DE PROYECTO. CUALQUIER SITUACION DEBERA SER PUESTA A CONSIDERACION DEL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO.
 - 11.- EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEBE CONSIDERAR UNA CARGA PUNTUAL POR CADA EQUIPO (BOMBA -MOTOR) DE 5500 KG.
 - 12.- EL DISEÑO Y PRUEBAS EN FABRICA DE TODA LA TUBERIA, SERA EN APEGO A LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA ASTM A53, VERSION VIGENTE.
 - 13.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS: PB-AP-ME-01, PB-AP-ME-02, PB-AP-ME-03, PB-AP-ME-04, PB-AP-ME-05 Y PB-AP-07

ESTE PLANO FUE SOLICITADO AL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO CON FINES DIDÁCTICOS, PARA LA REALIZACIÓN DE LA TESIS "GUÍA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS"

FUENTE:

Proyecto Ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, así como Levantamiento Topográfico de la Laguna Mayor de Iztapalapa.



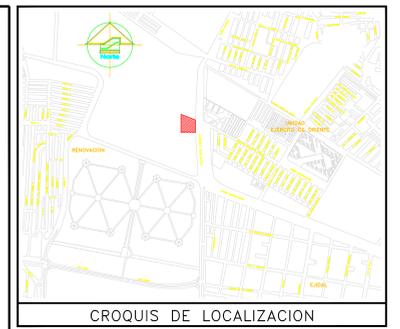
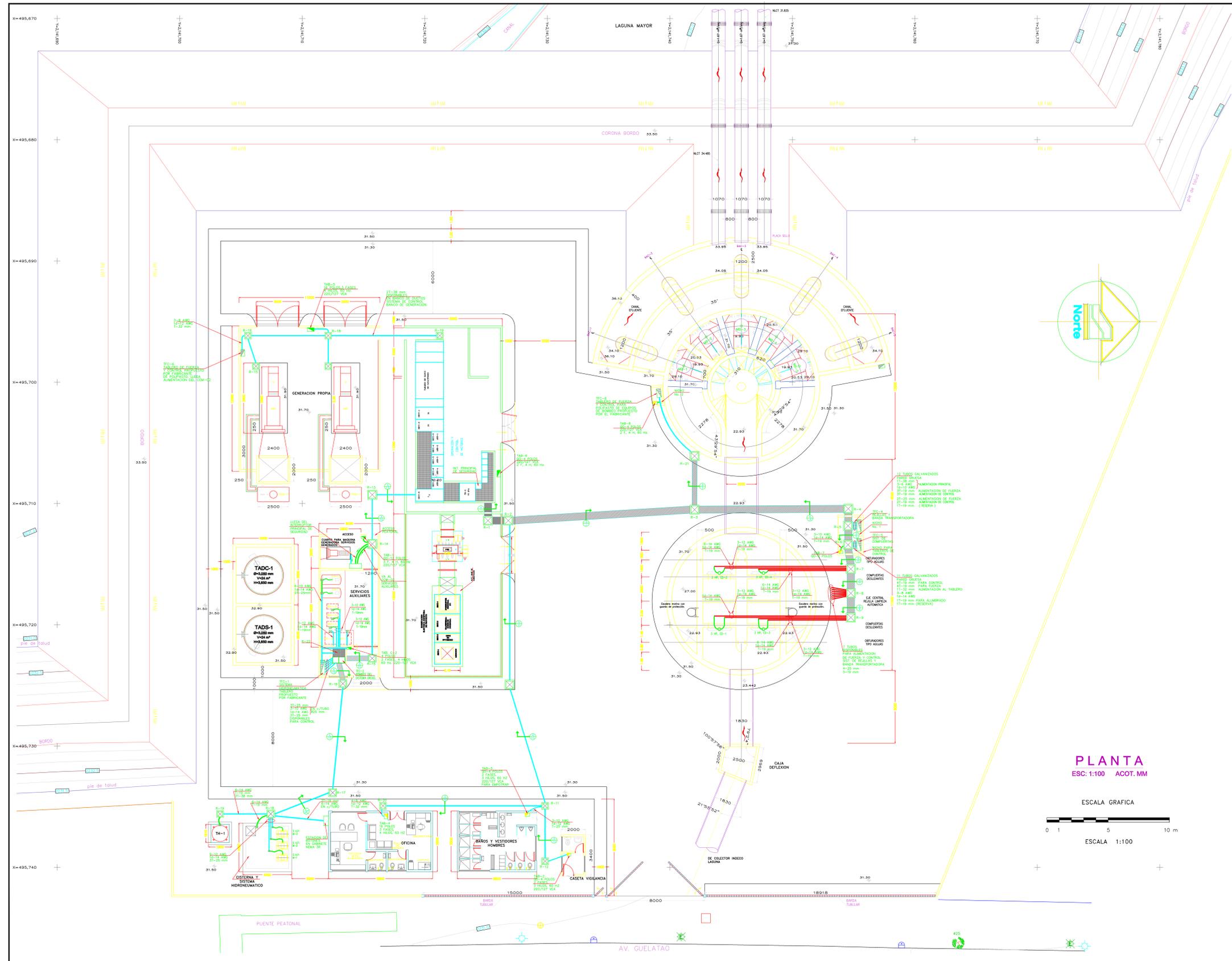
PERFIL HIDRAULICO
ESC: 1:75 ACOT. MM

inesproc s.a. de c.v.		S. A. C. M.	
CALLE 1857 #26 COL. EL PARQUE C. P. 15960 TEL.: 57-68-60-02	PROYECTO: Ing. Emiliano Pérez Cortés	REVISO: Ing. Tomás Christian Peña P.	REVISO: Ing. Oscar Gerardo Díaz
Nº. DE CONTRATO: 06-CD-03-10-0417-1-07	DIJÓ: Arq. David Lugo De la Rosa	APROBÓ: Ing. Guillermo Leal Bbez	REVISO: Ing. Rubén Padilla Martínez

No. DE ARCHIVO	TITULO

REV.	FECHA	MODIFICACIONES	MODIFICO	REVISO	APROBO

		Secretaría del Medio Ambiente Sistema de Aguas de la Ciudad de México	
DIRECCION TECNICA		SUBDIRECCION DE PROYECTOS	
PROYECTO MECANICO PERFIL HIDRAULICO		ESCALA: 1:75 PLANO: PB-AP, ME-05 No. DE ARCHIVO: FECHA: REV.	
DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F. JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL Lic. Marcelo Luis Echarri Casaubon			
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Lic. María Dolgado Perillo		DIRECTOR GENERAL Ing. Ramón Aguilar Díaz	
DIRECTOR TECNICO M. en C. Carlos Espinosa González		SUBDIRECTOR DE PROYECTOS Ing. Mauricio J. Hernández García	



- ### NOTAS DE SISTEMA DE REJILLAS Y COMPUERTAS
- EL ARRANQUE DEL MOTOR SE REALIZARA DESDE EL NUDO DE TABLEROS.
 - EN LA COMANDERIA SE INSTALARA INTERRUPTOR DE LIMITE SUPERIOR Y LIMITE INFERIOR.
 - LA DISTRIBUCION DEL ARREDO DE FUERZA SE REALIZARA EN 400 VOLTS TRIFASICO 60 HZ EMPLEANDO CONDUCTORES DE COBRE SUAVE CON AISLAMIENTO DE POLIIMIDA (PVI), EN VCA CAPILAR 75 EN AMBIENTE SECO, TIPO INANAL INSTALADA EN LA MANERA CORRECTA DE POTENCIAL A PARTIR DEL CENTRO DE DISTRIBUCION, SERA DE 30 CM CON RESPECTO AL VOLTAJE NOMINAL.
 - EL SISTEMA INSTALACION Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRICO SE REALIZARA DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS NOM-001-SEDE-95.
 - EL SISTEMA DE TERMINAS SERA CONTINUO Y SERA CONSTITUIDO POR UNA MALLA DE CONDUCTORES DE COBRE UNA FUENTE ANCHA REDONDO SUABES, TERMINADO, CLASE 70, CALIBRE 1.0 Y 1.6 AMS PARA EL APAREJO RECTANGULAR Y EL CABLE DERIVADO INSTALADO A UNA PROFUNDIDAD DE 80 CM, POR DEBAJO DEL NIVEL.
 - LAS PARTES METALICAS DE EQUIPOS SUJETOS A ENERGIZARSE ACIDENTALMENTE DEBERAN CONECTARSE A TIERRA POR LEYENDA, REJILLAS, GUARDERAS, ETC.
 - LAS ENTORNES DE LOS EQUIPOS SON APROXIMADAS Y DEBERAN AJUSTARSE UNA VEZ QUE SE TENDAN LOS PLANOS DE PARQUEO.
 - DEBERA CONTEMPLARSE REALIZACION DE POSESIONAMIENTO DE LAS COMPUERTAS EN TABLERO DE CONTROL ASI COMO LA OPERACION DE COMPUERTA LOCAL DESDE EL NUDO DE TABLEROS.
 - EN LAS CONDICIONES VIEJES PARA LA ALIMENTACION DE FUERZA EN LUMBRERA DE CONTROL DEBERA CONSIDERARSE RECURSIVO DE PVC PARA LAMINAR LA CORROSION.
 - DEBERA CONTEMPLARSE LAS REPARACIONES LAS REPARACIONES REQUERIDAS EN LA OBRAS CIVILES PARA EL MONTAJE DE COMPUERTAS, ACTUADOR ELECTRICO Y ACCESORIOS DE CONTROL, SECTOR DE PROGRAMACION.
 - LOS CABLES UTILIZADOS PARA CONTROL DE ESTACION DE BOTONES LOCALIZADA EN EL PERIMETRO DE LAS COMPUERTAS PARA 600 VCA SE ALOJARA EN TUBO DE FUERZA HASTA EL REGISTRO MAS CERCANO A LA LUMBRERA DE CONTROL.

SIMBOLOGIA

	BANCO DE ZULETOS CONSTITUIDO CON TUBERIA CONDUIT DE PVC AMARRADO EN CONCRETO (1' CM 150 kg/cm ²)
	REGISTRO ELECTRICO (SUBTERRANEO, CONCRETO DE CEMENTO DE LAS DIMENSIONES INDICADAS)
	MOTOR ELECTRICO BOMBA SUMERGIBLE DE LA CAPACIDAD INDICADA
	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE LAS SECCIONES INDICADAS
	TABLERO DE ALIMENTADO DE LA CAPACIDAD INDICADA
	TUBO CONDUIT DE PVC, USO PESADO, DEL DIAMETRO INDICADO (MARRADO EN CONCRETO)
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GRUESA VISIBLE POR FUERA Y PARED
	CONDUCTOR USO RUIDO PARA MOTOR SUMERGIBLE 4500 VCA EN BOMBAS REJILLABLES

DIMENSIONES DE REGISTROS

No. DE REGISTRO	LARGO x ANCHO x PROFUNDIDAD (INTERIORES CM.)
R-1, R-2, R-3, R-4	100 x 100 x 120
R-5	70 x 70 x 80
R-6, R-10	70 x 70 x 100
R-11, R-12, R-13, R-14	70 x 70 x 80
R-15, R-16, R-17, R-18, R-19	40 x 40 x 40
R-20	50 x 50 x 50
R-21, R-22	60 x 60 x 100
R-23, R-24, R-25, R-26, R-27	60 x 60 x 100

NOTA:
ESTE PLANO FUE SOLICITADO AL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO CON FINES DIDACTICOS, PARA LA REALIZACION DE LA TESIS "GUIA PROPUESTA PARA UN PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS"

FUENTE:
Proyecto Ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, así como Levantamiento Topográfico de la Laguna Mayor de Iztapalapa.

PLANTA
ESC: 1:100 ACOOT.MM

ESCALA GRAFICA
0 1 5 10 m

ESCALA 1:100

inesproc s.a. de c.v.
CALLE 1857 #26
COL: EL PARQUE
C. P. 15960
TEL.: 57-68-60-02
NO. DE CONTRATO:
06-CD-03-10-0417-1-07

S. A. C. M.
PROYECTO: Ing. Emiliano Pérez Cortés
REVISOR: Ing. Tomás Christian Peña P.
INGENIERO: Ing. Rubén Padilla Martínez

No. DE ARCHIVO	TITULO
	PLANOS COMPLEMENTARIOS

REV.	FECHA	MODIFICACIONES	MODIFICO	REVISO	APROBO

Ciudad México Secretaría del Medio Ambiente Sistema de Aguas de la Ciudad de México

DIRECCION TECNICA SUBDIRECCION DE PROYECTOS

PROYECTO EJECUTIVO DE LA PLANTA DE BOMBEO DE LA LAGUNA MAYOR ASI COMO EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA LAGUNA MAYOR DE IZTAPALAPA.

PROYECTO ELECTRICO ARREGLO DEL SISTEMA DE FUERZA 460

DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F.

JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
Lic. Marcelo Luis Echarri Castañón

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Lic. María Eugenia Zavala
DIRECCION TECNICA Ing. María Eugenia Zavala

ESCALA: 1 : 100
PLANO: PB-AP, E-5
No. DE ARCHIVO:
FECHA: DICIEMBRE 2007 REV.

DIRECTOR GENERAL Ing. Ramón Aguilar Ortiz
SUBDIRECTOR DE PROYECTOS Ing. Sebastián J. Hernández García

M. en C. Carlos Espinosa González



BIBLIOGRAFÍA

- *Instalaciones Eléctricas
Conceptos Básicos y Diseño
Autor N. Bratu. E. Campero.*

- *Diseño Geométrico e Hidráulico de la Planta de Bombeo de aguas combinadas “Casa Colorada”.
Sistema de Aguas de la Ciudad de México. 1995.*

- *Proyecto de Planta de bombeo de Agua combinadas “San Raymundo”
Sistema de Aguas de la Ciudad de México. 2007*

- *Métodos y Sistemas de Medición de Gasto.
Autor: Ochoa A. L.
Subdirección general de Administración del Agua. CNA.*

- *Centro de Control de Motores.
Subdirección de Ingeniería. PEMEX*

- *Protección de Áreas y Tanques de Almacenamiento de productos Inflamables y Combustibles. PEMEX.*

- *Manual de Diseño Hidráulico de Plantas de Bombeo de Cárcamo Circular
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica*

- *Proyecto Ejecutivo de la Planta de Bombeo Laguna Mayor, así como Levantamiento Topográfico de la Laguna Mayor de Iztapalapa.*