

**ELABORACIÓN DE AUDITORÍA ENERGÉTICA EN 34  
ESTACIONES DE BOMBEO Y REBOMBEO: EL VENADO, SAN  
FERNANDO, LA RETAMA, HACIENDA LAS PALMAS, LA PERA  
1, LA PERA 2, SAN JOSÉ HUILOTEAPAN, PIEDRA GRANDE 1,  
PIEDRA GRANDE 2, LA ENRAMADA, LA FEDERAL  
BUROCRÁTICA, TECAMACHALCO, LOMAS DEL SOL, FUENTE  
DE LA ESCONDIDA, SAN CARLOS, SANTIAGUITO, ZABATLA,  
LOMAS COUNTRY, EL TREJO, SAN CRISTÓBAL, EL OBRAJE,  
SAN RAMÓN, PARADISE, ZACAMULPA PALMAS, ARCOIRIS,  
MANANTIAL SAN JACINTO, SAN JUDAS, EL ROBLE, LOMA  
DEL CARMEN, SAN CARLOS I, EL ROBLE I, VISTA REAL,  
PALMAS HILLS Y AVIVIA**

**Huixquilucan, Estado de México**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA**

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2. OBJETIVO GENERAL</b> .....	3
<b>3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR</b> .....	4
3.1. Recopilación y análisis de información .....	5
3.2. Recorrido de campo.....	5
3.3 Inspección, medición de parámetros y trabajos de campo.....	6
3.4 Diagnóstico del funcionamiento actual de los sistemas.....	8
3.5 Desarrollo de alternativas de proyectos conceptuales para el mejoramiento de eficiencia energética del organismo .....	10
3.6 Elaboración de informe final.....	10

### **1. INTRODUCCIÓN**

El Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento de Aguas Residuales del Municipios de Huixquilucan, México, tiene el propósito de lograr un uso racional de la energía, teniendo en cuenta su positiva influencia sobre la competitividad económica, la protección de los recursos no renovables, la disminución de los costos de provisión de los servicios energéticos y la mitigación de los problemas ambientales asociados a la producción, transporte, distribución y consumo de energético; así como a la reducción de costos operativos del organismo operador para lograr la sostenibilidad operativa y financiera, disminuyendo los costos e incrementando los ingresos.

Para ello es indispensable optimizar el uso de energía, disminuir fallas inesperadas y reducir los consumos de energía eléctrica necesarios para el funcionamiento de los equipos de bombeo que integran su red de agua potable y alcantarillado. En este sentido, se requiere que los equipos funcionen en su punto óptimo, evitando consumos o cargos asociados al factor de potencia o uso inadecuado de los equipos y sistemas; además de determinar cuáles equipos han cumplido con su vida útil y requieren rehabilitación o reemplazo.

Para ello, se determina necesario realizar un estudio de eficiencia energética, donde se analice la situación actual y se propongan soluciones prácticas, económicas y de implementación a corto plazo, para mejorar las condiciones de operación ligadas a la óptima distribución de agua dentro del municipio, aprovechando la infraestructura existente y por ende reduciendo los consumos energéticos de los equipos de bombeo de agua potable y residual.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio de auditoría electromecánica del sistema de aguas de Huixquilucan, Estado de México, para analizar el actual aprovechamiento energético en el servicio y proponer soluciones para el mejoramiento de la operación, coadyuvando a reducir el consumo de energía eléctrica y con ello los costos operativos; impulsando la sostenibilidad operativa y financiera.

1. Eficiencia energética: se evaluará la factibilidad técnica y económica de medidas de reducción de consumo y costo energético, las condiciones de los equipos y sistemas y su operación, determinando aquellos que requieran modificar su operación, rehabilitación o sustitución derivado de que no operen en su punto óptimo.
2. Eficiencia hidráulica: especificar los cambios de operación para mejorar la distribución del caudal conforme al uso óptimo de los equipos existentes o de la alternativa que se proponga como solución.

### 3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR

El sistema de aguas de Huixquilucan, se abastece de agua potable de agua en bloque y agua proveniente del subsuelo a través de pozos y las dispone a través de dos plantas de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, el municipio se caracteriza por tener una topografía accidentada que genera la necesidad de utilizar estaciones de bombeo para distribuir el agua a los usuarios.

En este sentido, cuenta con las siguientes estaciones de bombeo y rebombeo:

<b>Nombre</b>	<b>Tipo (Rebombeo/Pozo)</b>	<b>Numero de Equipos</b>
Av Club De Golf Lomas Count	Rebombeo	6
Rebombeo El Venado	Rebombeo	2
Jerecuaro Esq San Fernando	Rebombeo	3
Paseo San Francisco San Judas	Rebombeo	2
Lomas Anahuac	Rebombeo	
Santiago Yancuitalpan	Rebombeo	2
Arcoiris Sn San Jacinto (El Tamo)	Rebombeo	2
Ebano	Rebombeo	2
Cam A La Colonia El Laurel	Rebombeo	2
Garza El Obraje	Rebombeo	1
Loma del Carmen	Rebombeo	2
Cam Sn Cristobal Sn Jose	Rebombeo	1
Rebombeo El Venado San Franco	Rebombeo	1
Camino Dos Rios San Ramon (Las Tinajas)	Rebombeo	4
Chirimu Rebombeo San Fco	Rebombeo	1
Llano Grande	Rebombeo	1
Presa Capulin	Rebombeo	
Santa Cruz Bombeo Central Theshe	Rebombeo	1
El Laurel Piedra Grande	Rebombeo	
Oficinas Trejo	Rebombeo	
Estn De Bombeo San Jacinto (Río Borracho)	Rebombeo	1
Av Del Pueblo Y Sria Fed Bur	Rebombeo	2
Av De Los Bosques	Rebombeo	4
Las Palmas Esq Pirules Zacamulpa	Rebombeo	4
La Pera Huiloteapa Carcamo 1	Rebombeo	1
Hacienda De La Antigua	Rebombeo	2
Pozo Los Trillizos (El Roble)	Rebombeo	1
Cam 2 Rios Huiloteapa Pera 2	Rebombeo	
Carr Huixq- Río Hondo Trejo	Rebombeo	2
Santa Cruz Bombeo Xigiro	Rebombeo	2
Juarez Jardín De La Cultura	Rebombeo	
Av Tepozanes Sn	Rebombeo	1
Las Palmas Esq Pirules Zacamulpa	Rebombeo	Verificar si está repetido
Loma Del Carmen	Rebombeo	Verificar si está repetido
La Joya 1 Organismo	Rebombeo	
Palo Solo	Rebombeo	2
Belisario Dominguez #6 Santiaguito	Rebombeo	2
Lomas Del Sol	Rebombeo	4
Pozo El Pedregal	Pozo	1
La Glorieta	Rebombeo	1

<b>Nombre</b>	<b>Tipo (Rebombeo/Pozo)</b>	<b>Numero de Equipos</b>
Paraje Mony	Rebombeo	
La Joya 2 Rene	Rebombeo	
San Jose Huiloteapan	Rebombeo	1
Blvd Interlom Paseo Delas Palmas	Rebombeo	2
Carcamo Pedregal	Rebombeo	
Fuente De Hermes	Rebombeo	3
Golondrinas	Rebombeo	1
Fte Pescador Esq Fte Huerta	Rebombeo	
Oficinas Minas	Rebombeo	
Bosque De La Luz (San Pedro)	Rebombeo	
La Pera Huiloteapa Carcamo 2	Rebombeo	1

### 3.1. Recopilación y análisis de información

Para fines de desarrollo del proyecto la empresa consultora recopilará, analizará y evaluará la información disponible en dependencias federales, estatales y municipales: información que apoyan los objetivos del mejoramiento de eficiencia energética del organismo, así como información electromecánica de estaciones de bombeo e infraestructuras pertenecientes al organismo, información hidrológica e hidráulica y demás información útil para el estudio, la cual incluirá entre otros:

- a) Lista de sistemas de consumo de energía, procesos y/o equipos;
- b) Características detalladas de los usos de la energía dentro del alcance del estudio
- c) Datos de rendimiento de energía histórico y actuales;
- d) Cuadro tarifario actual de energías;
- e) Diagrama digital de la red electromecánica del servicio de agua potable;
- f) Diagrama hidráulico de agua en bloque (Flujo promedio diario);
- g) Facturas y costos de energía eléctrica;
- h) Diagramas unifilares de las estaciones de bombeo;
- i) Servicios existentes, etc.

Es fundamental recopilar y analizar toda la información contenida en recibos de energía eléctrica y revisar la congruencia con los datos que se observen en campo.

El estudio de la eficiencia energética en el organismo de agua potable y alcantarillado del municipio, se recopilará, analizará y evaluará la información existente y necesaria.

### **Medición y Pago**

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones en virtud de los presentes términos.

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### 3.2. Recorrido de campo

Al inicio de los trabajos se realizará recorridos de campo para conjuntar y evaluar la información necesaria relativa a los sistemas electromecánicos que permitan emitir un diagnóstico previo del estatus del sistema.

Lo anterior permitirá establecer el programa de trabajo para la visita de inspección y medición de parámetros, eléctricos e hidráulicos. Entre los aspectos que se deberán realizar son los siguientes:

- Los puntos de conexión e instalación de los equipos de medición, para prever necesidades adicionales de herramientas para su correcta instalación;
- Revisión preliminar de aspectos a tomar en cuenta para la inspección de las instalaciones;
- Revisión preliminar de la operación del sistema de agua potable, abastecimiento, tanques rebombes, horarios de trabajo de equipos, puntos de llegada y de entrega de agua y demás aspectos relacionados con la operación del sistema de agua potable, y
- Levantamiento de ubicación georreferenciada de las estructuras de los sitios sujetos a evaluación para realizar un plan de trabajo.

Se deberá entregar reporte de cada visita, incluyendo la descripción de los acuerdos, acompañada del reporte fotográfico correspondiente, también se incluirá información documental, tanto en formatos electrónicos como en papel, necesaria para el comienzo de los trabajos del estudio energético.

### **Medición y Pago**

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones.

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### [3.3 Inspección, medición de parámetros y trabajos de campo](#)

A partir de los datos de la visita preliminar (si el consultor así lo determina, conforme programa de trabajo que presente y autorice la Dirección de Operaciones, podrá realizar estas actividades de forma paralela) el consultor preparará el programa de trabajo para la visita de inspección y la medición de parámetros con el fin de recolectar información complementaria para el estudio energético.

El levantamiento de información, inspección de instalaciones y campaña de medición en campo, es una tarea fundamental para recabar la información complementaria necesaria para el estudio de eficiencia energética de un sistema de bombeo.

En las visitas de campo de los sitios a evaluar se llevarán a cabo las siguientes tareas y actividades, que aun cuando se describen en forma separada, se realizarán en paralelo en el sitio de evaluación que se enumeran a continuación:

- Inspección de instalaciones eléctricas;

- Inspección de sistema de puesta a tierra;
- Inspección del estado físico de las instalaciones y equipos electromecánicos;
- Levantamiento de datos de los equipos de bombeo y sistema eléctrico;
- Medición de parámetros eléctricos e hidráulicos, y
- Mediciones complementarias.

El levantamiento de datos en los equipos (Bomba, motor y Equipos eléctricos) es el aseguramiento de que la información proporcionada por el Organismo de Agua a la empresa consultora, sea la más actualizada. Con los recorridos de campo se cotejan y ratifican los datos esenciales de cada uno de los equipos.

Principalmente la empresa consultora debe recabar en un esquema ordenado de acuerdo con el flujo de transformación de la energía la siguiente información:

- Datos sobre el sistema eléctrico: Transformador, interruptor general, protección térmica, arrancador, calibre de conductores, banco de capacitores.
- Datos del motor: Datos nominales de Placa.
- Datos de la Bomba: Datos nominales de placa de la bomba, tipo de bomba y características.

Se deberá entregar un documento presentando los datos de los equipos de bombeo, incluyendo observaciones especiales con un reporte fotográfico correspondiente, tanto en formatos electrónicos como en papel.

Para realizar el diagnóstico de las instalaciones electromecánicas en los sistemas de agua, es indispensable la medición de parámetros tanto hidráulicos como eléctricos, con base en estas mediciones, la empresa consultora la empresa deberá determinar lo siguiente:

- El consumo energético
- Le eficiencia electromecánica del conjunto bomba motor
- Las curvas de comportamiento carga-gasto-eficiencia del equipo de bombeo.

Principalmente los parámetros eléctricos que la empresa deberá medir en las estaciones de bombeo son los siguiente:

- a) Tensión eléctrica;
- b) Corriente eléctrica;
- c) Factor de Potencia;
- d) Potencia real o activa, y
- e) Potencia reactiva.

La empresa consultora deberá utilizar un analizador de circuitos eléctricos, que además de permitir la medición de parámetros por fases, integra dichas mediciones para obtener directamente los valores trifásicos, almacena en memoria información para obtener tendencia y medir otros parámetros eléctricos que son importantes para evaluar la calidad de la energía utilizada en el equipo.

Principalmente los parámetros hidráulicos que la empresa deberá medir en las estaciones de bombeo son los siguientes:

- Medición de caudal a la descarga de la bomba.
- Medición de presión, en la succión y a la descarga según aplique.
- Medición de nivel dinámico de succión
- Medición de niveles a centros de manómetros y longitudes de tuberías de succión y descarga según el caso.

La medición de caudales se realizará mediante la utilización de un medidor portátil de tipo ultrasónico, por la alta exactitud que ofrece y versatilidad de su uso. Para la medición de presiones se utilizarán manómetros digitales o analógicos con su previa certificación de calibración.

De acuerdo con el plan de medición, la empresa consultora debe tomar un calendario de informes mismo que sirve para presentar los resultados del estudio energético, la empresa consultora debe:

- Asegurarse que los requisitos del estudio energético estén de acuerdo con el organismo y hayan sido cumplidos, incluyendo métodos acordados y formatos de presentación del informe.
- Identificar las medidas pertinentes hechas durante el estudio energético.
- Identificar si la base para el análisis son cálculos, simulaciones o estimaciones.
- Un resumen de los análisis que detallan las estimaciones, suposiciones e incertidumbre.
- En su caso, indicar los límites de presión para los ahorros y los costos.

Se deberá entregar un documento por cada medición que se elabore para cada estación mostrando las mediciones eléctricas e hidráulicas en un formato aprobado por la Dirección de Operaciones, incluyendo observaciones correspondientes a las mediciones con su respectivo reporte fotográfico correspondiente, en formatos electrónicos como en papel.

Además de las fichas de información y las fotografías, se deberá de integrar un SIG con la localización de cada elemento o estación que componga al sistema y diagramas unifilares por estación de bombeo; así como planos que permitan comprender el funcionamiento actual del sistema: es decir, el levantamiento de todos los componentes.

Se deberá entregar reporte de cada visita, incluyendo la descripción de los acuerdos, acompañada del reporte fotográfico correspondiente, también se incluirá información documental, tanto en formatos electrónicos como en papel, necesaria para el comienzo de los trabajos del estudio energético.

### **Medición y Pago**

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### 3.4 Diagnóstico del funcionamiento actual de los sistemas

Con la información recopilada se elaborará un diagnóstico integral que describa el funcionamiento y situación actual de los sistemas electromecánicos; incluyendo sus



características técnicas, su estatus de funcionamiento, las condiciones de su operación y los horarios en que se operan tanto individualmente como de forma conjunta.

Los principales resultados del diagnóstico a analizar es el siguiente:

1. Consumo Energético
2. Pérdidas de energía a lo largo de las componentes de los sistemas de bombeo.
3. Balance energético
  - a) Alto índice de pérdidas de energía en las bombas por baja eficiencia al no operar en punto óptimo
  - b) Alto índice de pérdidas por fugas de agua en la red
4. Análisis de pérdidas en los componentes de los conjuntos bomba-motor
5. Análisis del esquema tarifario de energía eléctrica.
6. Análisis de los horarios de operación de equipos de bombeo.
7. Índice de consumo energético del sistema de agua potable
8. Índice del costo Energético
9. Inspección física de las instalaciones, sistemas puesta a tierra y equipo electromecánico.
10. Identificación de los equipos que requieren rehabilitación y/o sustitución
11. Identificación de los equipos que no operan conforme a su funcionamiento óptimo o adecuado
12. Diagnóstico integral de operación del sistema

Se deberá entregar un documento del estado actual de la eficiencia energética del organismo de agua del municipio tanto en formatos electrónicos como en papel.

Asimismo, se observarán también los siguientes aspectos:

- Seguridad para el personal que opera y controla las instalaciones;
- La seguridad de las instalaciones tomando en cuenta que generalmente esto influye en forma determinante en la continuidad del servicio, afectando por lo tanto en la eficiencia energética, y
- El estado físico, deterioro y elementos faltantes de todos los componentes eléctricos del sistema de puesta a tierra y equipos electromecánico.

Se deberá entregar reporte, incluyendo un listado guía donde se marcarán y se anotarán las condiciones de cada una de las estructuras con sus elementos, adicionando observaciones especiales con un reporte fotográfico correspondiente, tanto en formatos electrónicos como en papel.

### **Medición y Pago**

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones.

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### 3.5 Desarrollo de alternativas de proyectos conceptuales para el mejoramiento de eficiencia energética del organismo

La empresa consultora deberá elaborar los proyectos de mejora a nivel conceptual para el portafolio de acciones prioritarias, derivado del estudio energético en cada una de las infraestructuras que conforman el organismo. Es necesario que los proyectos propuestos sean los que garanticen la mejora de la eficiencia energética estaciones de bombeo.

Se propondrá en un inicio medidas de mitigación para evitar el sobreconsumo de energía eléctrica; priorizando acciones operativas o modificaciones menores que permitan lograr el ahorro. Con base en el análisis se determinará la alternativa más conveniente; es decir, se realizarán estudios para seleccionar si es necesario realizar un conjunto de actividades de rehabilitación o sustitución de equipos con un esquema operativo donde se logre la operación óptima que reduzca el consumo de energía.

Los proyectos de mejora se representarán principalmente en 5 grupos de acuerdo con el bloque de sistema de bombeo a los que aplica como se muestra a continuación:

1. Medidas de mejoras en instalaciones eléctricas, sistemas de puesta a tierra y equipos electromecánicos.
2. Proyectos de ahorro e incremento de eficiencia energética en los sistemas de bombeo en captaciones.
3. Proyectos de ahorro e incremento de eficiencia energética sistemas en sistemas de conducción.
4. Proyectos en ahorro e incremento de eficiencia energética en sistemas de rebombeo en la red de distribución.
5. Proyectos de ahorro en PTARS o sistemas de alcantarillado.

Se incluirán planos a nivel conceptual con características técnicas de los equipos o las modificaciones propuestas y diagramas unifilares, así como esquemas operativos.

Se presentarán las modificaciones necesarias para aumentar el rendimiento, confiabilidad y por ende la eficiencia de los equipos, además el desarrollo del informe que de manera detallada mostrará las consideraciones, especificaciones, costos y ahorros esperados de estos proyectos; lo anterior será evaluando el sistema primero en forma integral.

#### **Medición y Pago**

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones.

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### 3.6 Elaboración de informe final

Una vez concluidos las actividades descritas anteriormente se elaborará el informe final, el Sistema de Aguas a través de la Dirección de Operaciones validará y autorizará los trabajos desarrollados por la empresa consultora, en el cual se incluirán un resumen ejecutivo del estudio que describa en forma breve los aspectos más importantes de las

actividades realizadas y los resultados obtenidos, así como las actividades que enmarcan estos términos de referencia y las conclusiones y recomendaciones generadas.

El informe estará acompañado por planos de proyecto, croquis, esquemas, fotografías, tablas y figuras, de tal forma que permitan una mejor comprensión de los trabajos ejecutados. Asimismo, en forma anexa, se incluirán las memorias de información que sirvieron de apoyo, como son los planos proporcionados por la dependencia, así como la información documental puesta a disposición de la empresa consultora.

Se elaborará el informe en PC, empleando un procesador de textos como Word para Windows, hojas de cálculo en Excel para Windows, AutoCAD y presentaciones en PowerPoint para Windows todos en la versión que la dependencia lo solicite.

### Medición y Pago

Para efectos de pago, se considerará como unidad INFORME, revisado y autorizado por la Dirección de Operaciones.

Entregables (i) informe para dar cumplimiento con la normativa local.

### Catálogo de conceptos.

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio
1.	<a href="#">INTRODUCCIÓN</a>				
2	<a href="#">OBJETIVO GENERAL</a>				
3	<a href="#">DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR</a>				
-	<a href="#">3.1. Recopilación y análisis de información</a>	Informe	1		
-	<a href="#">3.2. Recorrido de campo</a>	Informe	1		
-	<a href="#">3.3 Inspección, medición de parámetros y trabajos de campo en 51 estaciones</a>	Informe	1		
-	<a href="#">3.4 Diagnóstico del funcionamiento actual de los sistemas</a>	Informe	1		
-	<a href="#">3.5 Desarrollo de alternativas de proyectos conceptuales para el mejoramiento de eficiencia energética del organismo</a>	Informe	1		
-	<a href="#">3.6 Elaboración de informe final</a>	Informe	1		