



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

EQUIPAMIENTO DEL POZO PROFUNDO DE LA COLONIA LUIS DONALDO COLOSIO

Reporte de experiencia laboral que presenta:

Marín Núñez Castillo

Para Obtener el Título de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Asesor:

INGENIERO ELECTRICISTA

IGNACIO FRANCO TORRES

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis el Ing. Ignacio Franco Torres por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de este reporte de experiencia laboral, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A mis compañeros de generación y otros que me han motivado a seguir con el proceso de titulación a pesar del tiempo que ha pasado.

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo.

Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado.

Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

Con amor, admiración y respeto.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y en especial a mi facultad de Ingeniería eléctrica, maestros y directivos que aportaron en mí los conocimientos necesarios para mi formación.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mi esposa e hijos por darme el impulso necesario a mi vida de una manera tan especial, que me han ayudado a salir adelante y ser un mejor ser humano.

A mis padres y hermanos Juan Núñez Alvares y Petra Castillo Zúñiga e hijas, por su apoyo incondicional que me acompañaron todos los años de mi vida.

ÍNDICE

Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Resumen	ix
Palabras Clave	x
Abstract.....	xi
Keywords	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tablas	xiv
Glosario de Términos.....	xv
Capitulo 1.- Introducción.....	1
1.1.- Antecedentes Académicos.....	1
1.2.- Antecedentes Laborales	1
1.3.- Trabajo Actual	1
Capitulo 2.- Proyecto de Diseño, Equipamiento y construcción de Equipamiento de Bombeo	2
2.1.- Objetivo del Proyecto	2
2.2.- Generalidades de la Localidad	2
2.2.1.- Nombre de la Localidad, Municipio y Estado.....	2
2.2.2.- Tipo de Proyecto.....	2
2.2.3.- Categoría Política de la Localidad.....	2
2.2.4.- Ubicación Física y Geográfica.	2
2.2.5.- Datos Estadísticas de la Población y Población Actual Estimada	3
2.2.6.- Vías de Comunicación.....	3

2.2.7.- Clima, Vientos, Temperaturas y Lluvias.....	4
2.2.8.- Construcción Geológica.....	5
2.2.9.- Orografía.....	5
2.2.10.- Hidrografía.....	5
2.2.11.- Aspectos Económicos de la Población.....	6
2.2.12.- Servicios Públicos Existentes.....	6
2.3.- Memoria Descriptiva de la Localidad	7
2.3.1.- Estudios de Campo Realizados.....	7
2.3.2.- Localización y Trazo.....	7
2.3.3.- Levantamiento de Cruceros.....	7
2.3.4.- Elaboración de Planos.....	7
2.3.5.- Periodo Económico del Proyecto.....	8
2.3.6.- Tipo de Captación.....	8
2.3.7.- Potabilización.....	8
2.3.8.- Línea de Conducción.....	8
2.3.9.- Regulación.....	8
2.3.10.- Línea de Alimentación.....	8
2.3.11.- Red de Distribución.....	9
2.3.12.- Toma Domiciliaria.....	9
2.4.- Memoria de Cálculo.....	9
2.4.1.- Población y Proyecto.....	9
2.4.2.- Método Aritmético.....	10
2.4.3.- Método Geométrico.....	10
2.4.4.- Dotación.....	13
2.4.5.- Calculo de los Gastos.....	13

2.4.5.1.- Colonia Luis Donaldo Colosio Y Huertas Zamoranas.....	14
2.4.5.1.1.- Gasto Medio Diario.....	14
2.4.5.1.2.- Gasto Máximo diario	14
2.4.5.1.3.- Gasto Máximo Horario.....	15
2.4.5.1.4.- Caudal de Bombeo.....	15
2.4.5.2.- Colonia Primero de Mayo	16
2.4.5.2.1.- Gasto Medio Diario.....	16
2.4.5.2.2.- Gasto Máximo diario	17
2.4.5.2.3.- Gasto Máximo Horario.....	17
2.4.5.2.4.- Caudal de Bombeo.....	18
2.4.6.- Tipo de Captación.....	18
2.4.7.- Línea de Conducción.	18
2.4.7.1.- Colonia Luis Donaldo Colosio.....	18
2.4.7.1.1.- Calculo del diámetro	19
2.4.7.1.1.1.- Primer Propuesta.	19
2.4.7.1.1.1.1.- Diámetro	19
2.4.7.1.1.1.2.- Carga dinámica total	19
2.4.7.1.1.1.3.- Variación del Coeficiente de Fricción con la Edad de la Tubería	21
2.4.7.1.1.1.4.- Potencia de la Bomba.	22
2.4.7.1.1.2.- Segunda propuesta:	24
2.4.7.1.1.2.1.- Diámetro	24
2.4.7.1.1.2.2.- Carga dinámica total	25
2.4.7.1.1.2.3.- Variación del Coeficiente de Fricción con la Edad de la Tubería	27
2.4.7.1.1.2.4.- Potencia de la Bomba.	28
2.4.7.1.2.- Análisis del diámetro económico:.....	29
2.4.7.1.2.1.- Primer propuesta	30
2.4.7.1.2.1.1.- El costo del suministro de la tubería y su colocación	30
2.4.7.1.2.1.2.- Costo total del Equipo de bombeo	30

2.4.7.1.2.1.3.- Costo Anual de Operación (Energía consumida)	31
2.4.7.1.2.1.4.- Costo anual de mantenimiento.	31
2.4.7.1.2.1.5.- Costo integrado.....	32
2.4.7.1.2.2.- Segunda propuesta	32
2.4.7.1.2.2.1.- El costo del suministro de la tubería y su colocación.	32
2.4.7.1.2.2.2.- Costo total del Equipo de bombeo	32
2.4.7.1.2.2.3.- Costo Anual de Operación (Energía consumida)	33
2.4.7.1.2.2.4.- Costo anual de mantenimiento.	33
2.4.7.1.2.2.5.- Costo integrado.....	34
2.4.7.1.3.- Golpe de Ariete.	34
2.4.7.1.3.1.- Tiempo de cierre de la válvula y tiempo de parada de bombas.....	35
2.4.7.1.3.2.- Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete.	36
2.4.7.1.3.2.1.- Cierre lento.	36
2.4.7.1.3.2.2.- Cierre rápido.	37
2.4.7.2.- Colonia Primero de Mayo	38
2.4.7.2.1.- Calculo del diámetro	38
2.4.7.2.1.1.- Primer Propuesta.	38
2.4.7.2.1.1.1.- Carga dinámica total	39
2.4.7.2.1.1.2.- Potencia de la Bomba.	42
2.4.7.2.1.2.- Segunda propuesta	44
2.4.7.2.1.2.1.- Carga dinámica total	44
2.4.7.2.1.2.2.- Potencia de la Bomba.	48
2.4.7.2.2.- Análisis económico del diámetro.....	50
2.4.7.2.2.1.- Primer propuesta	50
2.4.7.2.2.1.1.- Costo Anual de Operación (Energía consumida),	51
2.4.7.2.2.1.2.- Costo anual de mantenimiento.	52
2.4.7.2.2.1.3.- Costo integrado.....	52
2.4.7.2.2.2.- Segunda propuesta	52
2.4.7.2.2.2.1- El costo del suministro de la tubería y su colocación.	52
2.4.7.2.2.2.2.- Costo total del Equipo de bombeo.	53

2.4.7.2.2.2.3- Costo Anual de Operación (Energía consumida),	53
2.4.7.2.2.2.4- Costo anual de mantenimiento.	54
2.4.7.2.2.2.5- Costo integrado.....	54
2.4.7.2.2.2.6- Golpe de Ariete.	54
2.4.7.2.2.2.7- Tiempo de cierre de la válvula y tiempo de parada de bombas.	55
2.4.7.2.2.2.8- Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete.	56
2.4.7.2.2.2.9- Gasto Total.....	58
2.4.7.2.2.2.10- Potencia de la Bomba.	64
2.4.8.- Capacidad del transformador.....	66
2.4.9.- Regulación.....	67
2.4.10.- Línea de Alimentación.	69
2.4.11.- Red de Distribución.	69
2.4.12.- Tomas Domiciliarias.....	69
2.5.- Memoria del Proyecto.....	69
2.5.1.- Introducción	69
2.5.2.- Derivación y Equipamiento Eléctrico.....	69
2.5.3.- Equipamiento del Pozo.	69
2.5.4.- Tren de Piezas Especiales.	69
2.6.- Cálculo de las Cantidades de Obra.	70
2.7.- Presupuesto.....	76
2.7.1.- Resumen.....	83
2.8.- Planos Topográficos.....	83
2.9.- Planos del Proyecto.....	85
Capitulo 3.- Conclusiones y Recomendaciones.....	90
3.1.- Conclusiones	90
3.2.- Recomendaciones	90
Bibliografía	91

RESUMEN

Las funciones de un egresado de la facultad de ingeniería eléctrica de la UMSNH; que cuenta con una empresa “Suministro Ingeniería y Servicio” enfocado al ramo de la construcción de obras electromecánicas.

Este reporte está enfocado principalmente al diseño, proyecto y construcción para equipamiento de pozo profundo y cárcamo de rebombeo para la Colonia Luis Donaldo Colosio y 3 más, en la localidad de Zamora Mich.

Consta de una construcción de obra electromecánica para la extracción de agua potable que alimentara las colonias Luis Donaldo Colosio y otras; así como la línea de conducción y tanque regulatorios para las colonias antes mencionadas.

Los intereses económicos y la calidad de nuestra empresa están al cuidado en todo momento de la calidad, precios unitarios y proyectos estipulados.

Además de pretenderse dar a conocer la importancia y profesionalismo con el perfil del ingeniero electricista dentro del diseño, planeación y ejecución del proyecto.

En el reporte del proyecto se anexan desarrollo de diseño, calculo, tablas y formulas electromecánicas con las cuales se desarrolló el proyecto para su planeación y ejecución, por lo tanto teniendo como resultado las aprobaciones correspondientes y satisfacción de acuerdo a las demandas del cliente.

Para la elaboración de este proyecto fue necesario el siguiente proceso:

Elaboración topográfica de altimétrica y planimetría, diseño y construcción de equipo de bombeo para pozo profundo con las características mencionadas en proyecto, diseño y construcción de líneas de conducción, tanques regulatorios, equipamiento electromecánico, y equipamiento eléctrico. Todo en base a resultados proporcionados por el aforo y otros.

También se hace mención del desarrollo para cálculo de línea de conducción equipos electromecánicos y eléctricos.

Después de concluir el proceso de construcción se realizó la tramitología para la autorización ante CFE y la UVISS de acuerdo a los resultados arrojados en el estudio anterior.

PALABRAS CLAVE

Constructor de obra electromecánica y civil. (Empresa Suministro Ingeniería y Servicio), diseño, proyecto y construcción ejecutivo bajo las normas mexicanas oficiales del CEAC.

ABSTRACT

The duties of a graduate of the faculty of electrical engineering UMSNH; a company that has "Supply and Service Engineering" focused on the construction industry of electromechanical works.

This report is focused mainly on design, project and construction equipment and sump deep well booster for Colonia Luis Donaldo Colosio and 3 more in the town of Zamora Mich.

It consists of a construction of electromechanical works for the extraction of drinking water to feed the colony Luis Donaldo Colosio and others; and driveline and regulatory tank for the above colonies.

Economic interests and the quality of our company is to care at all times the quality, unit prices and stipulated projects.

It is claimed in addition to raising awareness of the importance and professionalism with the profile of electrical engineering in the design, planning and project implementation.

In the development project report design, calculation, tables and electromechanical formulas with which the project planning and execution are appended developed, thus resulting in the corresponding approvals and satisfaction according to customer demands.

For the development of this project required the following process:

Altimetric topographic drafting and surveying, design and construction of pumping equipment for deep well with the features mentioned in project design and construction of pipelines, regulatory tanks, electromechanical equipment, and electrical equipment. All based on results provided by the capacity and others.

Development mention is also made to calculate pipeline electromechanical and electrical equipment.

After completing the process of building the red tape required for authorization from CFE and UVISS according to the results obtained in the previous study.

KEYWORDS

Builder electromechanical and civil works. (Supply Engineering and Service Company) , design, executive project and construction under official Mexican standards of CEAC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1.- Localización del Área del Proyecto	3
Figura 2. 2.- Bomba 40 hp, 4"	24
Figura 2. 3.- Bomba 40 hp, 6"	29
Figura 2. 4.- Coeficiente K, L	36
Figura 2. 5.- Bomba de 20 hp	43
Figura 2. 6.- Bomba 15 hp.	49
Figura 2. 7.- Bomba de 40 hp.	65
Figura 2. 8.- Planos Topográficos del Proyecto	84
Figura 2. 9.- Plano Topográfico de la Línea de Conducción.....	86
Figura 2. 10.- Línea de Conducción	87
Figura 2. 11.- Cárcamo de Bombeo.....	88
Figura 2. 12.- Diagrama Eléctrico.....	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1.- Crecimiento poblacional	4
Tabla 2. 2.- Climatología de Zamora Mich. Fuente: The Weather Channel	4
Tabla 2. 3.- Fuente: CGSNEGI. Carta Hidrológico Aguas Superficiales, 1:250 000.....	6
Tabla 2. 4.- Población y viviendas del área del proyecto. Fuente: INEGI.....	9
Tabla 2. 5.- Área aprovechable por colonia.....	12
Tabla 2. 6.- Col. Luis Donaldo Colosio.....	13
Tabla 2. 7.- Tabla de consumos según normas de la CNA.	13
Tabla 2. 8.- Valores del Coeficiente K según Mendiluce.....	56
Tabla 2. 9.- Valor de F para distintos horarios de bombeo.....	68

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bomba sumergible.	Es una bomba que tiene un impulsor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.
Línea de conducción hidráulica.	Tubería con capacidad suficiente para transportar un determinado caudal, desde la obra de toma hasta el tanque de distribución. Las líneas de conducción pueden funcionar por gravedad o por bombeo.
Línea Eléctrica.	es un conductor en donde se transporte una gama de electrones mejor conocido como electricidad que viaje en un conductor o conductores para llegar a un determinado punto o fin y poder alimentar algún equipo
Tanque de almacenamiento.	Son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar y/o preservar líquidos o gases a presión ambiente, por lo que en ciertos medios técnicos se les da el calificativo de Tanques de Almacenamiento Atmosféricos .
Tanque regulatorio.	Los tanques reguladores o de almacenamiento en sistemas de abastecimiento de agua tienen como funciones: Atender las variaciones del consumo de agua, almacenando ésta en los periodos en los cuales el suministro de agua al tanque es mayor que el consumo, y, suministrar parte del caudal almacenando, en los periodos en los cuales el consumo es mayor que el suministro, para suplir así la deficiencia.
Red de distribución.	Es el conjunto de todos los centros distribución , almacenes y rutas

de transporte entre ellos.

Subestación Eléctrica.

Es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura **eléctrica**, para facilitar la transmisión y distribución de la energía **eléctrica**. Su equipo principal es el transformador.

CAPITULO 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES ACADÉMICOS

Primaria: 1866- 1972, Escuela Dr. Miguel Silva, Nahuatzen, Mich.

Secundaria: 1975-1977- Esc. Fed. Gral. Lázaro Cárdenas del Municipio de Nahuatzen, Mich.

Bachillerato: 1978-1980, Colegio de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán.

Licenciatura: 1980-1985- Escuela de Ing. Eléctrica (UMSNH), Morelia, Mich.

1.2.- ANTECEDENTES LABORALES

Trabajos: 1985-1990: Comisión Federal de Electricidad, División Sureste en P.H. peñitas Chiapas; Puesto: Superintendente de Área "A", puesta en servicio de unidades no 1, 2, y 3. de la planta hidroeléctrica de P.H. peñitas Chiapas.

1990-1992. Comisión Federal de Electricidad, División Sureste en P.H. Mal paso, Chiapas

Puesto: Superintendente de Mantenimiento de Compuertas de Vertedores de la Planta, CH. Malpaso, Chis.

1992-2008. Proyectos, Suministro y Construcción de obras en el IMSS, gobierno del estado de Michoacán y gobierno de estado de México y Guanajuato.

1.3.- TRABAJO ACTUAL

Constructor particular, realizando trabajos para varios gobiernos municipales y varias dependencias del gobierno estatal, así como a particulares, bajo el nombre de la empresa Suministro, Ingeniería y Servicio.

CAPITULO 2.- PROYECTO DE DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE BOMBEO

2.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es el diseño, proyecto y construcción para la extracción de agua potable del pozo profundo de la colonia Luis Donaldo Colosio y almacenamiento de la misma así como distribución a las diferentes colonias.

2.2.- GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD

2.2.1.- NOMBRE DE LA LOCALIDAD, MUNICIPIO Y ESTADO.

Colonia Luis Donaldo Colosio Murrieta

2.2.2.- TIPO DE PROYECTO.

Equipamiento del pozo profundo de agua potable.

2.2.3.- CATEGORÍA POLÍTICA DE LA LOCALIDAD.

Esta localidad es una colonia de la ciudad de Zamora.

2.2.4.- UBICACIÓN FÍSICA Y GEOGRÁFICA.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la colonia Luis Donaldo Colosio, localizada en la parte sureste de la ciudad de Zamora, en las coordenadas geográficas 19° 58' 29.29" latitud Norte y 102° 15' 06.31" longitud Oeste a una altura de 1 mil 6 30 metros sobre el nivel medio del mar.

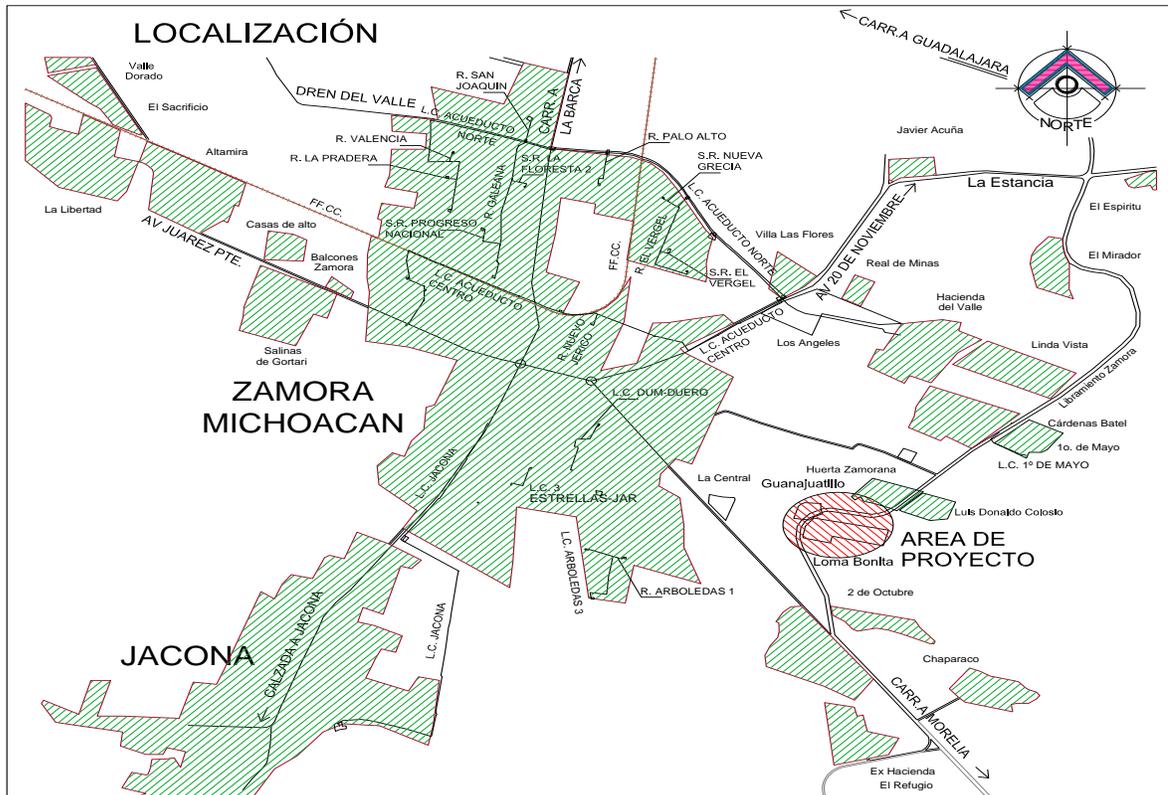


Figura 2.1.- Localización del Área del Proyecto

2.2.5.- DATOS ESTADÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA.

Con este proyecto se pretende beneficiar a las Colonias, Luis Donaldo Colosio Murrieta, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo.

De conformidad con el Censo de Población y vivienda del 2010 en estas localidades existen 1 mil 100 habitantes, alojados en 270 viviendas. De las viviendas existentes únicamente el 29 por ciento cuentan con drenaje sanitario y el 98 por ciento cuenta con el servicio de energía eléctrica.

En estas localidades la población ha ido creciendo a un ritmo de 91 habitantes por año, como se observa en la tabla siguiente:

2.2.6.- VÍAS DE COMUNICACIÓN.

El área del proyecto se encuentra comunicada con el resto del municipio por medio del libramiento de Zamora que comunica a esta ciudad con los municipios de Ecuandureo, Tangancicuaro y Jacóna.

Tabla 2. 1.- Crecimiento poblacional

LOCALIDAD	2000		2010	
	VIV.	HAB	VIV.	HAB
Luis Donaldo	12	48	60	270
Huertas Zamoranas	8	40	53	223
Primero de Mayo	16	102	157	607
Total	36	190	270	1100

2.2.7.- CLIMA, VIENTOS, TEMPERATURAS Y LLUVIAS.

De acuerdo a la clasificación de koeppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana, el clima de esta región se considera por su altitud un clima templado con lluvias en verano.

Tabla 2. 2.- Climatología de Zamora Mich. Fuente: The Weather Channel

Temperatura (°C) y Precipitación (mm)													
Mes	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima promedio	25	26	29	31	32	30	27	27	27	27	27	25	27
Mínima promedio	8	9	11	13	16	17	16	16	16	14	11	8	12
Promedio (2009)	16,5	17,5	20	22	24	23,5	21,5	21,5	21,5	20,5	19	16,5	20,3
Precipitación promedio (mm)	4,7	1,6	1,1	1,9	8,4	34,5	60,6	66,3	53,5	14,4	3,4	1,3	251,2

En Zamora las temperaturas medias al año varían de los 6 a los 39.2 °C, así que estamos hablando de una media anual de 22.6 °C, y cuenta con una precipitación pluvial anual promedio de 1,000 mm. Los meses en que se concentra la precipitación son los correspondientes al verano, la vegetación natural a la que se asocian es de bosques de pino y de pino-encino.

En Zamora los vientos dominantes circulan en dirección noreste-suroeste a una velocidad promedio de 13 kilómetros por hora.

2.2.8.- CONSTRUCCIÓN GEOLÓGICA.

El área del proyecto, se localiza sobre rocas del Basalto Brecha Volcánica. El basalto, presenta una morfología de cerros cuya superficie es irregular, debido a que ha sido erosionada la cubierta del material alterado por el intemperismo. Una de las principales características de esta unidad es la de estar constituida por derrames de color gris oscuro e interpresa a café oscuro, los minerales que se observan son plagioclasa, olivino, piroxenos y anfíboles. La Ígnea Extrusiva Acida, está constituida por rocas riolíticas, riodacitas y dacitas; estas rocas contienen cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa sódica.

2.2.9.- OROGRAFÍA.

La ciudad de Zamora, se localiza en la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, formando parte de la Subprovincia de Chapala. Esta subprovincia se caracteriza por los afallamientos asociados con manifestaciones volcánicas y grabens (áreas hundidas entre sistemas de fallas), que son muy comunes en diversas partes de la provincia, pero principalmente en esta región en la que alcanzan una magnitud y una espectacularidad única.

El proyecto se encuentra ubicado al pie del cerro la Beatilla en un área que presenta pendientes con una inclinación entre el 8 y el 20 por ciento.

2.2.10.- HIDROGRAFÍA.

La localidad de Chaparaco se localiza en la porción centro occidente de la cuenca "C" de la Región Hidrológica "Río Lerma-Chapala" en el Distrito de Riego Zamora (Drg1), abastecido por aguas del Río Duero, en su Valle se localizan, la presa derivadora Chaparaco alimentada por el Río Chavinda y algunas obras menores.

En el área del proyecto no existen cuerpos o corrientes de agua que pudieran ser afectadas por este proyecto, aunque a una distancia relativamente corta circula el canal Santiaguillo que destaca por su importancia para el riego de esta zona.

Tabla 2. 3.- Fuente: CGSNEGI. Carta Hidrológico Aguas Superficiales, 1:250 000.

REGIONES, CUENCAS Y SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS					
REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA	
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
RH12	Lerma-Santiago	C	Lerma-Chapala	D	R. Angulo-Briseñas
				c	Río Duero

La hidrológica subterránea aunque muy bien aprovechada en esta zona tiene todavía cobertura para seguir manteniendo vigente las tierras de riego. El área del proyecto se encuentra en una región hidrológica sin veda.

2.2.11.- ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN.

La población ocupada en la ciudad de Zamora, asciende a la cantidad de 45 mil 291 habitantes, de los cuales 3 mil 714 se ocupan en actividades del sector primario, 10 mil 637 en el sector industrial y 29 mil 889 se dedican a los servicios, la diferencia se encuentra en actividades que no están completamente definidas.

Porcentualmente nos da una estructura del 8 por ciento en el sector primario, 23 por ciento en el secundario y 66 por ciento en los servicios, cifras que muestran claramente el gran desarrollo en esta ciudad que rebasa con mucho el nivel del estado, con una estructura del 36 por ciento de la población económicamente activa ocupados en el sector primario, 24 por ciento en el secundario y 36 por ciento en los servicios.

Lo anterior, considerando que en el sector industrial y en el de los servicios se generan mayores ingresos que en el sector agrícola, ganadero y ejidal. Lo anterior a pesar de que la región del proyecto se extiende en un valle bastante rico en tierras de riego.

2.2.12.- SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES.

El censo de población y vivienda del 2 mil 10 indica que en el área del proyecto existen 270 viviendas habitadas en promedio por 4.07 personas. En las colonias Luis Donaldo Colosio, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo las viviendas vienen creciendo al ritmo de 23 por año.

De acuerdo con el referido conteo, de las viviendas registradas en estas localidades el 47 por ciento tienen piso de tierra, el 29 por ciento tienen drenaje conectado a la calle, el 98 por ciento disponen de energía eléctrica y únicamente el 1.5 por ciento cuentan con agua entubada en la vivienda.

En estas colonias las vialidades son de tierra y únicamente cuentan con el servicio de la energía eléctrica y alumbrado.

2.3.- MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA LOCALIDAD

2.3.1.- ESTUDIOS DE CAMPO REALIZADOS.

El trabajo de campo para este proyecto consistió en el levantamiento topográfico, la ubicación del sitio del proyecto, el reconocimiento físico del área del proyecto y el levantamiento de la superficie aprovechable para determinar el número de viviendas del proyecto.

Los trabajos de topografía correspondientes, se realizaron con una estación total a razón de poligonales abiertas, por el método de flexiones como lo indican los términos de referencia de la C.N.A. para la elaboración de los estudios y proyectos en comunidades rurales.

En el plano topográfico mostrado al final del documento, se observan no solamente las elevaciones del terreno, sino que también las instalaciones más sobresalientes.

2.3.2.- LOCALIZACIÓN Y TRAZO.

Una vez localizado el sitio del pozo y para los tanques de regulación, se procedió al levantamiento topográfico con la estación total, iniciando los trabajos, en el nivel ubicado en el punto de mayor elevación (banco de nivel). El levantamiento se realizó, configurando la ubicación de las estaciones de avance en las poligonales, mediante ángulos dobles y triples, medidos desde la estación original. Procedimiento equivalente a ubicar sobre el terreno puntos alineados en dos direcciones cuya intersección precise la localización de los puntos de inflexión (P.I.).

Conviene destacar la necesidad en este proyecto de mantener de manera permanente y por el mismo método la liga con la ubicación del tanque.

2.3.3.- LEVANTAMIENTO DE CRUCEROS.

A continuación con el programa topográfico se procedió a levantar todos los puntos de radiación que eran visibles desde la estación, levantando un muestreo de datos en cada cruce en el cual además del centro de cruce se levantaron puntos en cada esquina para obtener mayor aproximación en el momento de aplicar el programa de nivelación.

2.3.4.- ELABORACIÓN DE PLANOS.

Pensando en la necesidad de elaborar los planos, se contó con el auxilio de una computadora portátil para descargar la información capturada con la estación total en campo. Conviene anotar que los datos que entregan las libretas de campo son solo coordenadas, de cambio de estación y de orientación de respaldo en los cuales entregan datos de comprobación de distancias por los números de puntos que el operador anota en la libreta de campo como punto ocupado y el punto de orientación y realiza el desglose de ángulos medidos promedio entre estos dos puntos.

Esta información quedó relacionada en un programa CAD para dibujar en un solo plano y de acuerdo a las especificaciones de la C.N.A., la planta a escala 1:3,000 y 1:1,000 incluyendo el cuadro de construcción, orientación, escala y croquis de localización.

2.3.5.- PERIODO ECONÓMICO DEL PROYECTO.

El periodo económico del proyecto es de 15 años.

2.3.6.- TIPO DE CAPTACIÓN.

La fuente para el suministro del agua será por medio de pozo profundo. Este pozo tiene una profundidad de 150 metros y un diámetro de ademe de 12 pulgadas.

Se anexa copia del aforo del pozo.

2.3.7.- POTABILIZACIÓN.

El sistema de potabilización será por medio de cloro, para tratar 22 litros por segundo de agua.

2.3.8.- LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

Con este proyecto se pretende el equipamiento del pozo profundo y la proyección de la línea de Conducción.

2.3.9.- REGULACIÓN.

No existen tanques de regulación

2.3.10.- LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.

Actualmente no existen líneas de alimentación. Este proyecto contempla únicamente el diseño del equipamiento electromecánico del pozo y el cálculo de las líneas de conducción.

2.3.11.- RED DE DISTRIBUCIÓN.

No existe y no se contempla en este proyecto.

2.3.12.- TOMA DOMICILIARIA.

No existen y no se contemplan en este proyecto.

2.4.- MEMORIA DE CÁLCULO

2.4.1.- POBLACIÓN Y PROYECTO.

El proyecto consiste en el equipamiento del pozo profundo de la colonia Luis Donaldo Colosio, el cual abastecerá de agua potable además de esta, a las colonias Primero de Mayo y Huertas Zamoranas.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en estas localidades existen 1, mil 100 habitantes, asignados en 270 viviendas, 234 más que en el año 2 mil.

Tabla 2. 4.- Población y viviendas del área del proyecto. Fuente: INEGI

LOCALIDAD	2000		2010	
	VIV.	HAB	VIV.	HAB
Luis Donaldo	12	48	60	270
Huertas Zamoranas	8	40	53	223
Primero de Mayo	16	102	157	607
Total	36	190	270	1100

Existen diferentes métodos para proyectar la población, en el caso que nos ocupa se tomara en cuenta únicamente el método geométrico y el aritmético, considerando la población que resulte mayor.

2.4.2.- MÉTODO ARITMÉTICO.

Se usa la siguiente ecuación:

- $P_p = P_2 + K_a (T - t_2)$

Dónde:

P_p = Población Proyectada

P_2 = Población actual

K_a = Crecimiento anual de la población

T = Año límite de la proyección

t_2 = Año actual

- $K_a = \frac{P_2 - P_1}{t_1 - t_2}$

Dónde:

P_1 = Población del censo anterior

t_1 = Año del censo anterior

$$K_a = \frac{1,100 - 190}{2010 - 2000}$$

$K_a = 91.00$

$P = 1,100 + 91.00 (2025 - 2010)$

$P = 2,465 \text{ hab.}$

2.4.3.- MÉTODO GEOMÉTRICO.

- $P_p = (1 + i)^n P_a$

Dónde:

P_p = Población Proyectada

i = Tasa de crecimiento intercensal

P_a = Población actual

N = 15 años (periodo proyectado)

$$\bullet \quad i = \sqrt[t]{\frac{P_a}{P_0}} - 1$$

Dónde:

i = Tasa de crecimiento intercensal

P_a = Población Actual

P_0 = Población del Censo Anterior

$$i = \sqrt[10]{\frac{1,100}{190}} - 1$$

$$i = 0.1919$$

$$P = (1 + 0.19)^{15} \times 1100 \text{ hab}$$

$$\mathbf{P_p = 14,948 \text{ hab.}}$$

De lo anterior resulta una población bastante alta para una proyección de 15 años. También tomando en cuenta que de la superficie aprovechable de estas colonias resulta un número de viviendas y habitantes mucho menor al estimado con los métodos anteriores; por lo que determinaremos el número de viviendas y de la población del proyecto con la superficie aprovechable de cada colonia.

De acuerdo con la información de campo obtenida, en el área del proyecto la superficie aprovechable es de:

Tabla 2. 5.- Área aprovechable por colonia.

COLONIA	ÁREA APROVECHABLE (m²)
LUIS DONALDO COLOSIO	47,983.00
HUERTAS ZAMORANAS	72,255.00
PRIMERO DE MAYO	70,203.00
TOTAL	190,441.00 m²

Para estimar el número de viviendas de estas colonias tomaremos en cuenta una superficie por vivienda de 128 metros cuadrados; por lo tanto dividiendo la superficie aprovechable en viviendas entre el número de metros cuadrados por vivienda, tenemos:

- $\text{No. Viv} = 190,441 \text{ m}^2 / 128 \text{ m}^2 / \text{viv} = 1,488 \text{ viv.}$

Este proyecto consiste en el equipamiento del pozo profundo y en las líneas de conducción de las colonias Luis Donald Colosio, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo. La primera abarca a la colonia Luis Donald Colosio y las Huertas Zamoranas y la Segunda a la Primero de mayo.

Para estimar el número de viviendas de las colonias Luis Donald Colosio y las Huertas Zamoranas tomaremos en cuenta una superficie por vivienda de 128 metros cuadrados; por lo tanto dividiendo la superficie aprovechable en viviendas de 120,238 m² entre el número de metros cuadrados por vivienda, tenemos:

- $\text{No. Viv} = 120,238 \text{ m}^2 / 128 \text{ m}^2 / \text{viv} = 939 \text{ viv,}$
- $\text{Pp} = 939 \text{ viviendas} * 4.5 \text{ hab/vivienda}$
- **Pp= 4225 hab**

Para la colonia Primero de Mayo tomaremos en cuenta una superficie por vivienda de 128 metros cuadrados; por lo tanto dividiendo la superficie aprovechable en viviendas de 70,203 m² entre el número de metros cuadrados por vivienda, tenemos:

- $\text{No. Viv} = 70,203 \text{ m}^2 / 128 \text{ m}^2 / \text{viv} = 548 \text{ viv.}$

- $P_p=548 \text{ viviendas} \times 4.5 \text{ hab/vivienda}$
- **$P_p= 2466 \text{ hab}$**

2.4.4.- DOTACIÓN.

La dotación de agua potable se establece en la siguiente tabla de acuerdo al tipo de clima.

Tabla 2. 6.- Col. Luis Donaldo Colosio.

Temperatura media anual	Tipo de clima
Mayor de 22 °C	Cálido
De 18 - 22 °C	Semicalido
De 12 - 17.9 °C	Templado
De 5 - 11.9 °C	Semifrío
Menos de 5 °C	Frio

La normatividad de la CNA, establece que los consumos de obtendrán en base a histogramas de la localidad en estudio que el operador del sistema obtiene en un año, pero que en caso de no existir esta información se pueden adoptar los valores de los consumos domésticos que en la tabla siguiente se presenta.

Tabla 2. 7.- Tabla de consumos según normas de la CNA.

Clima	Consumo por clase socioeconómica		
	Residencial	Media	Popular
Cálido	400	250	185
Semiárido	300	205	150
Templado	250	195	130
Semifrío	250	195	100
Frio	200	150	100

Tomando en cuenta que el clima de la ciudad de Zamora es templado, tomaremos una dotación de 200 litros por habitante y por día.

2.4.5.- CALCULO DE LOS GASTOS.

2.4.5.1.- COLONIA LUIS DONALDO COLOSIO Y HUERTAS ZAMORANAS

2.4.5.1.1.- GASTO MEDIO DIARIO

Para calcular el gasto medio diario requerido de agua potable, se consideran 4.5 habitantes por vivienda y una dotación de agua potable de 200 litros por habitante y por día. Este gasto se calcula con la siguiente ecuación:

- $$Q_m = \frac{P_p \times D}{86,400}$$

Dónde:

Q_m = Gasto Medio Diario en lts/seg.

P_p = Población del proyecto

D = Dotación en lts/hab/día (200 lts/hab/día).

86,400 = Segundos que tienen un día

$$Q_m = \frac{4,225 \text{ hab} \times 200 \text{ lts} / \text{hab} / \text{dia}}{86,400}$$

$$Q_m = 9.78 \text{ lts/seg}$$

2.4.5.1.2.- GASTO MÁXIMO DIARIO

El máximo gasto que se considera, pueda presentarse en un día. Este valor determina la capacidad requerida en las tuberías.

Para obtener el gasto máximo instantáneo se tiene la relación es la siguiente:

- $Q_{\max d} = C_{vd} \times Q_m$

Dónde:

$Q_{\max d}$ = Gasto máximo diario

C_{vd} = Coeficiente de Variación Diaria (1.2 a 1.5)

$Q_m = \text{Gasto medio diario}$

$Q_{md} = 1.2 \times 9.78 \text{ lts/seg}$

$Q_{\max d} = 11.73 \text{ lts/seg}$

2.4.5.1.3.- GASTO MÁXIMO HORARIO

La relación para obtener el gasto máximo horario es la siguiente:

- $Q_{mh} = C_{vh} \times Q_m$

Dónde:

$Q_{mh} = \text{Gasto máximo horario}$

$C_{vh} = \text{Coeficiente de Variación Horaria (1.5 a 2)}$

$Q_m = \text{Gato medio diario}$

$Q_{mh} = 1.5 \times 9.78 \text{ lts/seg}$

$Q_{mh} = 14.67 \text{ lts/seg}$

2.4.5.1.4.- CAUDAL DE BOMBEO

Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye tanque de regulación posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

- $Q_b = Q_{md} \times \frac{24}{N}$

Dónde:

$Q_b = \text{Caudal de Bombeo en lts/seg}$

Qmd = Gasto máximo diario

24 = Número de Horas del día

N= Nuero de horas de bombeo

$$Qb = 11.73 \text{ lts/seg} \times \frac{24}{24}$$

$$Qb = 11.73 \text{ lts/seg}$$

Lo anterior considerando un tiempo de bombeo de 24 horas.

2.4.5.2.- COLONIA PRIMERO DE MAYO

2.4.5.2.1.- GASTO MEDIO DIARIO

Para calcular el gasto medio diario requerido de agua potable, se consideran 4.5 habitantes por vivienda y una dotación de agua potable de 200 litros por habitante y por día. Este gasto se calcula con la siguiente ecuación:

$$\bullet \quad Qm = \frac{Pp \times D}{86,400}$$

Dónde:

Qm = Gasto Medio Diario en lts/seg.

Pp= Población del proyecto

D= Dotación en lts/hab/día (160 lts/hab/día).

86,400 = Segundos que tienen un día

$$Qm = \frac{2,466 \text{ hab} \times 200 \text{ lts/hab/dia}}{86,400}$$

$$Qm = 5.71 \text{ lts/seg}$$

2.4.5.2.2.- GASTO MÁXIMO DIARIO

El máximo gasto que se considera, pueda presentarse en un día. Este valor determina la capacidad requerida en las tuberías.

Para obtener el gasto máximo instantáneo se tiene la relación es la siguiente:

- $Q_{md} = C_{vd} \times Q_m$

Dónde:

Q_{md} = Gasto máximo diario

C_{vd} = Coeficiente de Variación Diaria (1.2 a 1.5)

Q_m = Gato medio diario

$Q_{md} = 1.2 \times 5.71 \text{ lts/seg}$

$Q_{md} = 6.85 \text{ lts/seg}$

2.4.5.2.3.- GASTO MÁXIMO HORARIO

La relación para obtener el gasto máximo horario es la siguiente:

- $Q_{mh} = C_{vh} \times Q_m$

Dónde:

Q_{mh} = Gasto máximo horario

C_{vh} = Coeficiente de Variación Horaria (1.5 a 2)

Q_m = Gasto medio diario

$Q_{mh} = 1.5 \times 6.85 \text{ lts/seg}$

$Q_{mh} = 10.27 \text{ lts/seg}$

2.4.5.2.4.- CAUDAL DE BOMBEO

Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye tanque de regulación posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Qb = Qmd \times \frac{24}{N}$$

Dónde:

Qb = Caudal de Bombeo en lts/seg

Qmd = Gasto máximo diario

24 = Número de Horas del día

N= Nuero de horas de bombeo

$$Qb = 6.85 \text{ lts / seg} \times \frac{24}{16} = 6.85 * 1.5 = 10.27$$

Qb = 10.27 lts/seg

Lo anterior considerando un tiempo de bombeo de 16 horas.

2.4.6.- TIPO DE CAPTACIÓN.

En este proyecto el tipo de captación de agua es por medio de pozo profundo para extraer por medios mecánicos agua subterránea.

Cabe mencionar que ya se cuenta con el pozo perforado a 150 metros de profundidad y ademado, con un aforo de 22.3 litros por segundo y un nivel dinámico de 91.9 metros.

2.4.7.- LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

2.4.7.1.- COLONIA LUIS DONALDO COLOSIO.

2.4.7.1.1.- CALCULO DEL DIÁMETRO

Una vez obtenido el trazo y el gasto de diseño, un aspecto importante es la determinación del diámetro. Para determinar el diámetro necesario para alimentar la Colonia Luis Donaldo Colosio y la Colonia Huertas Zamoranas, se realizara un análisis de los posibles diámetros de la tubería así como los costos de construcción y operación.

2.4.7.1.1.1.- PRIMER PROPUESTA.

2.4.7.1.1.1.1.- DIÁMETRO

El diámetro para alimentar el caudal necesario en estas colonias se calcula de manera aproximada con la siguiente ecuación:

- $D = K \sqrt{Qb}$

Dónde:

D= Diámetro necesario en mm

K= 29.1346 para una velocidad de 1.50 m/seg

Qb= Gasto de Bombeo en lts/seg.

- $D = 29.1346 \sqrt{11.73 \text{ lts/seg}}$

- **D = 99.78 mm**

Se propone un diámetro de 101 mm o 4 pulgadas.

2.4.7.1.1.1.2.- CARGA DINÁMICA TOTAL

- $CDT = h + h_f + h_t + h_d$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Pérdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura dinámica

- $$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

f = Coeficiente de “fricción”, adimensional

L = Longitud de la tubería (330.31 metros)

D = Diámetro interno del tubo (101 mm)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m /s²)

v = Velocidad media

- $$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4(0.01173) \frac{m^3}{s}}{3.1416} 0.101^2$$

- **v = 1.46 m/s**

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción “f” se usa la fórmula:

- $$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Dónde:

f = Coeficientes de “fricción”, (adimensional)

ϵ = Rugosidad, en mm

Re = Numero de Reynolds, (adimensional)

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por:

$$\bullet \quad R_e = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1.46 * 0.101}{1 \times 10^{-6}} = 147460$$

Dónde:

v = Velocidad media en el conducto en $\frac{cm}{s}$

D = Diámetro interno del tubo, en *cm*

ν = Viscosidad cinemática del agua, en $\frac{cm^2}{s}$

La viscosidad cinemática **v** varia con la temperatura; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

2.4.7.1.1.1.3.- VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN CON LA EDAD DE LA TUBERÍA

Como se trata de tubería de nueva a instalar no se tiene el problema de aumento en la rugosidad o incrustación de la tubería, por la acumulación de protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de la tubería.

Considerando lo anterior, las pérdidas primarias serán de:

$$\bullet \quad hf_1 = 0.009 \frac{330.31 \text{ m}}{0.101 \text{ m}} \frac{(1.46 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)}$$
$$\bullet \quad hf_1 = 3.19 \text{ metros}$$

Las pérdidas secundarias se pueden estimar en un 10 por ciento de las primarias

- $hf2 = 0.1 \times hf1$
- $hf2 = 0.1 \times 3.19 \text{ m} = 0.32 \text{ m}$

Para un total de pérdidas en la línea de alimentación de:

- $hf = hf1 + hf2$
- $hf = 3.19 \text{ m} + 0.32 \text{ m} = 3.51 \text{ m}$

Finalmente la carga dinámica total será de

- $CDT = h + hf + ht + hd$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

hf = Perdidas

ht = Altura del Tanque de Regulación

hd = Altura dinámica

- $CD = 40.93 \text{ m} + 3.51 \text{ m} + 3.00 \text{ m} + 91.90 \text{ m}$
- $CDT = 139.34 \text{ m}$

2.4.7.1.1.1.4.- POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor para extraer el agua del pozo al cárcamo de bombeo, se obtiene con la siguiente fórmula:

- $Pb = \frac{Qb \times Hb}{76\eta}$

Dónde:

P_b = Potencia de la Bomba y del Motor (HP)

Q_b = Caudal de Bombeo en lts/seg

H_b = Altura manométrica total en m

η = Eficiencia del sistema de bombeo

De acuerdo con la gráfica de eficiencia del motor para una carga de 139.34 metros de carga dinámica y un gasto de bombeo de 11.73 litros por segundo, tenemos una bomba de 40 HP y una eficiencia del motor del 65 por ciento o 0.65.

- Q bombeo (en Lpm) = $11.73 \times 60 = 703.8$ Lpm

En donde:

- Lpm = litros por minuto
- CDT (en pies) = $139.34 / 0.3048 = 457.15$ pies

Estos valores servirán para entrar en la curva de operación del fabricante de bombas, en este caso sugerimos usar las de la marca Grundfos, que tienen buen prestigio y son de alta eficiencia.

Para comprobar la potencia del motor tenemos:

- $P_b = (11.73 \text{ lts/seg})(139.34 \text{ m}) / 76 * 0.65 = 33.09$
- **$P_b = 32.83$ HP**

Se considera una bomba con una potencia de 40 HP, con un diámetro de descarga de 4 pulgadas.

SERIE KOR20 (6")

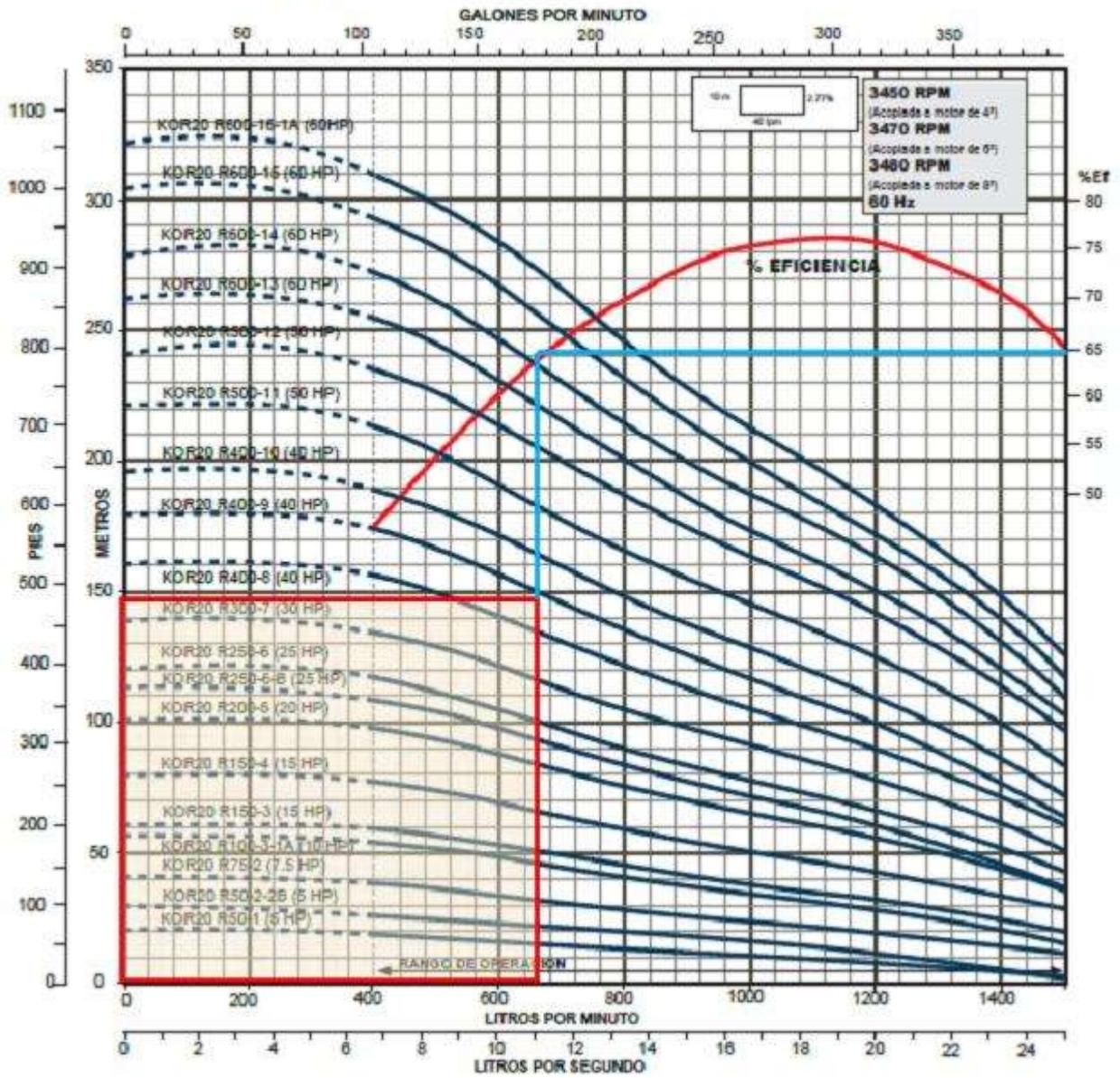


Figura 2. 2.- Bomba 40 hp, 4".

2.4.7.1.1.2.- SEGUNDA PROPUESTA:

2.4.7.1.1.2.1.- DIÁMETRO

El diámetro para alimentar el caudal necesario en estas colonias se calcula de manera aproximada con la siguiente ecuación:

- $D = K\sqrt{Qb}$

Dónde:

D= Diámetro necesario en mm

K= 35.6825 para una velocidad de 1.00 m/seg

Qb= Gasto de Bombeo en lts/seg.

- $D = 35.6825\sqrt{11.73 \text{ lts/seg}}$
- **D = 122.21 mm**

Se propone un diámetro de 152 mm (6 pulgadas).

2.4.7.1.1.2.2.- CARGA DINÁMICA TOTAL

- **CD = h + h_f + h_t + h_d**

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura Dinámica de succión

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

L = Longitud de la tubería (330.31 metros)

D = Diámetro interno del tubo (152 mm)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m /s²)

v = Velocidad media

- $v = 4 Q / 3.1416 \times D^2$
- $v = 4 (0.01173 \text{ m}^3/\text{s}) / 3.1416 \times (0.1522)^2$
- **$v = 0.64 \text{ m/s}$**

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción " f " se usa la fórmula:

$$\bullet \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Dónde:

- f = Coeficientes de "fricción", (adimensional)
- ε = Rugosidad, en mm
- Re = Numero de Reynolds, (adimensional)
- D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por:

$$\bullet \quad Re = \frac{vD}{\nu} = (0.64)(0.152) / 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 97280$$

Dónde:

v = Velocidad media en el conducto en cm /s

D = Diámetro interno del tubo, en cm

ν = Viscosidad cinemática del agua, en cm² /s

La viscosidad cinemática ν varía con la temperatura; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

2.4.7.1.1.2.3.- VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN CON LA EDAD DE LA TUBERÍA

Como se trata de tubería de nueva a instalar no se tiene el problema de aumento en la rugosidad o incrustación de la tubería, por la acumulación de protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de la tubería.

Considerando lo anterior, las pérdidas primarias serán de:

- $h_{f1} = 0.009 \frac{330.31 \text{ m}}{0.152 \text{ m}} \frac{(0.64 \text{ m/s})^2}{2(9.8 \text{ m/s}^2)}$
- $h_{f1} = 0.41$ metros

Las pérdidas secundarias se pueden estimar en un 10 por ciento de las primarias

- $h_{f2} = 0.1 \times 0.41$ metros
- $h_{f2} = 0.041$ metros

Para un total de pérdidas en la línea de alimentación de:

- $h_f = 0.41 + 0.041 = 0.45$ metros

Finalmente la carga dinámica total será de

- $CD = h + h_f + h_t + h_d$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura Dinámica de succión

- $CD = 40.93 \text{ m} + 0.45 \text{ m} + 3.00 \text{ m} + 91.9$
- **CD = 136.28 m**

2.4.7.1.1.2.4.- POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor para extraer el agua del pozo al cárcamo de bombeo, se obtiene con la siguiente fórmula:

- $$Pb = \frac{Qb \times Hb}{76\eta}$$

Dónde:

- Pb = Potencia de la Bomba y del Motor (HP)
- Qb = Caudal de Bombeo en lts/seg
- Hb = Altura manométrica total en m
- η = Eficiencia del sistema de bombeo

De acuerdo con la gráfica de eficiencia del motor para una carga de 136.28 metros de carga dinámica y un gasto de bombeo de 11.73 litros por segundo, tenemos una bomba de 40 HP y una eficiencia del motor del 66 por ciento o 0.66.

Para comprobar la potencia del motor tenemos:

- $P_b = 11.73 * 136.28 / 76 * 0.66 =$
- **$P_b = 31.87 \text{ HP}$**

Se considera una bomba con una potencia de 40 HP, con un diámetro de descarga de 6 pulgadas.

SERIE KOR20 (6")

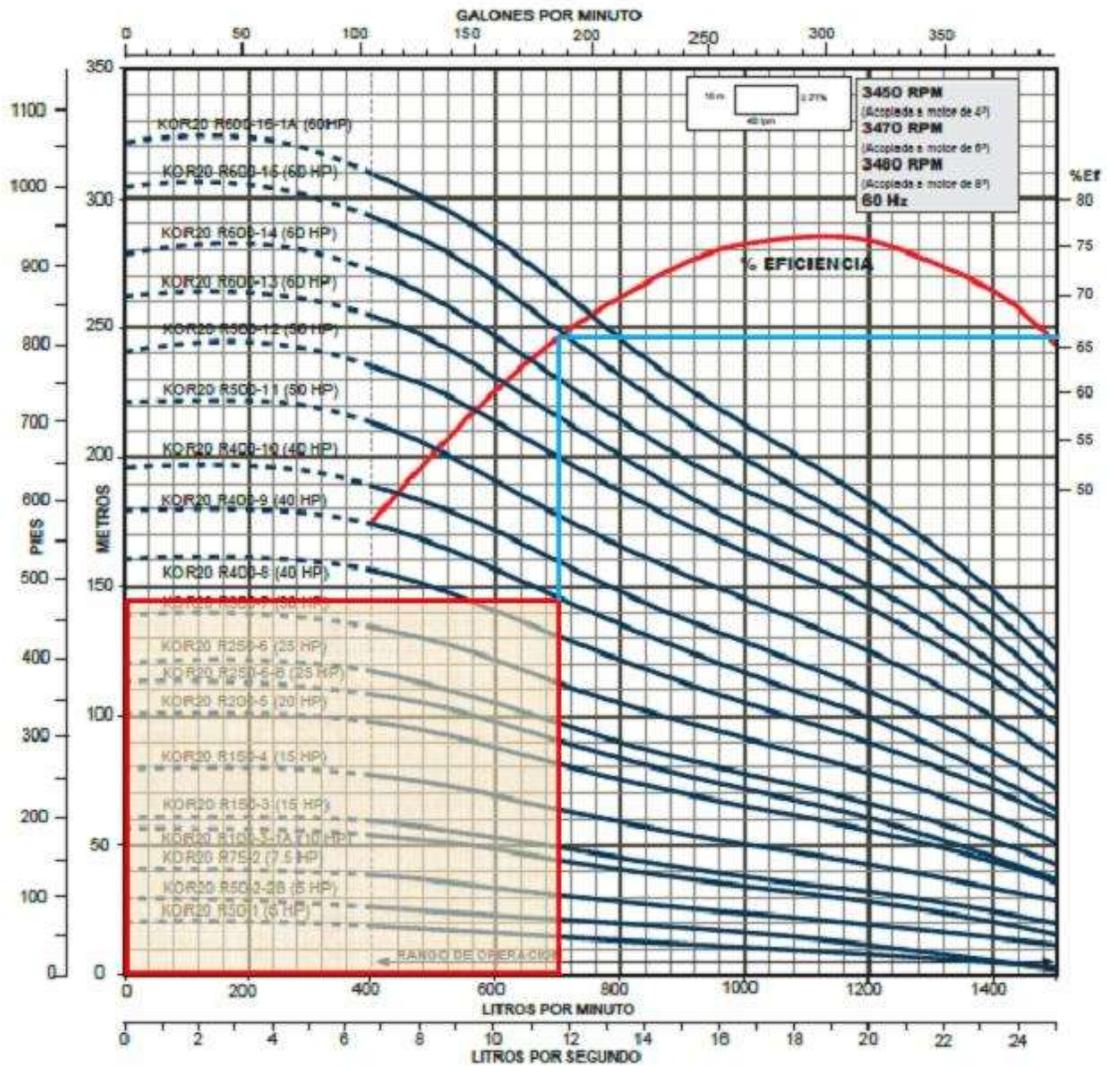


Figura 2. 3.- Bomba 40 hp, 6".

2.4.7.1.2- ANÁLISIS DEL DIÁMETRO ECONÓMICO:

Conforme el diámetro seleccionado sea menor, disminuye el costo de la tubería, su colocación y el costo de la energía, pero se incrementan las pérdidas de carga. Ocurrirá lo contrario si se incrementa el diámetro. Por lo anterior, se requiere determinar el diámetro que haga mínima la suma de los costos de inversión inicial y de operación.

2.4.7.1.2.1.- PRIMER PROPUESTA

Tomando en cuenta un diámetro de descarga y conducción de 6 pulgadas

2.4.7.1.2.1.1.- EL COSTO DEL SUMINISTRO DE LA TUBERÍA Y SU COLOCACIÓN

Se obtiene de la siguiente manera:

- $C_T = C_1 L$

Donde:

C_T = Costo de la tubería (Suministro y colocación).

C_1 = Costo de Suministro e Instalación por unidad de diámetro y longitud.

L = Longitud de la conducción (331 m).

- $C_T = 467 \text{ \$/m} \times 331 \text{ m}$
- $C_T = 154,706 \text{ pesos}$

2.4.7.1.2.1.2.- COSTO TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO

Adquisición, transporte, instalación y prueba mecánica e hidráulica, se calcula de la siguiente manera

- $C_{TEB} = CEB \times P_i$

Dónde:

C_{TEB} = Costo Total del equipo de bombeo

CEB = Costo del equipo y su instalación por unidad de potencia

Pi = Potencia Instalada en HP.

- $CTEB = 18,000 \text{ pesos} \times 40$
- $CTEB = 720,000 \text{ pesos}$

El costo anual de la energía de operación por bombeo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

2.4.7.1.2.1.3.- COSTO ANUAL DE OPERACIÓN (ENERGÍA CONSUMIDA)

Se calcula de acuerdo a la potencia instalada y al costo de energía por (kW-hr/año).

- $CAO = 52 \times HBS \times P_i \times CPI$

Dónde:

CAO: Costo anual de operación, en dólares.

HBS: Horas de bombeo por semana.

PI: Potencia instalada, en Kilowatts.

CPI: Costo de la potencia instalada \$/Kw-hr

Estableciendo una equivalencia de 0.7557 kw por cada HP instalado y un costo de 1.655 pesos por kw-h que establece la Comisión Federal de Electricidad para servicios públicos.

- $CAO = 52 \times 168 \text{ hr} \times 29.828 \text{ kw} \times 1.655 \text{ \$/kw-h}$
- $CAO = 431,255.61 \text{ pesos}$

2.4.7.1.2.1.4.- COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.

El costo anual de mantenimiento puede calcular tomando en cuenta un porcentaje del costo total del equipo y tubería instalada.

- $CM = 0.1 \times (720,000 \text{ pesos} + 154,706 \text{ pesos})$
- $CM = 87,470 \text{ pesos}$

2.4.7.1.2.1.5.- COSTO INTEGRADO.

El costo anual integrado de energía y mantenimiento se calcula de:

- $CI = CAO + CM$
- $CI = 431,255.61 \text{ pesos} + 87,470 \text{ pesos}$
- **$CI = 518,725 \text{ pesos.}$**

2.4.7.1.2.2.- SEGUNDA PROPUESTA

Tomando en cuenta un diámetro de descarga y conducción de 4 pulgadas

2.4.7.1.2.2.1.- EL COSTO DEL SUMINISTRO DE LA TUBERÍA Y SU COLOCACIÓN.

Se obtiene de la siguiente manera:

- $C_T = C_1 L$

Donde

C_T = Costo de la tubería (Suministro y colocación).

C_1 = Costo de Suministro e Instalación por unidad de diámetro y longitud.

L = Longitud de la conducción (331 m).

- $C_T = 326 \text{ \$/m} \times 331 \text{ m}$
- $C_T = 108,203.90 \text{ pesos}$

2.4.7.1.2.2.2.- COSTO TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO

Adquisición, transporte, instalación y prueba mecánica e hidráulica) se calcula de la siguiente manera

- $C_{TEB} = C_{EB} \times Pi$

Dónde:

CTEB = Costo Total del equipo de bombeo

CEB = Costo del equipo y su instalación por unidad de potencia

Pi 0 Potencia Instalada en HP.

- $CTEB = 16,000 \text{ pesos} \times 40$
- CTEB = 640,000 pesos

El costo anual de la energía de operación por bombeo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

2.4.7.1.2.2.3.- COSTO ANUAL DE OPERACIÓN (ENERGÍA CONSUMIDA)

Se calcula de acuerdo a la potencia instalada y al costo de energía por (kW-hr/año).

- $CAO = 52 \times HBS \times P_i \times CPI$

Dónde:

CAO: Costo anual de operación, en dólares.

HBS: Horas de bombeo por semana.

PI: Potencia instalada, en Kilowatts.

CPI: Costo de la potencia instalada \$/Kw-hr

Estableciendo una equivalencia de 0.7557 kw por cada HP instalado y un costo de 1.655 pesos por kw-h que establece la Comisión Federal de Electricidad para servicios públicos.

- $CAO = 52 \times 168 \text{ hr} \times 29.828 \text{ kw} \times 1.655 \text{ \$/kw-h}$
- CAO = 431,255.61 pesos

2.4.7.1.2.2.4.- COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.

El costo anual de mantenimiento puede calcular tomando en cuenta un porcentaje del costo total del equipo y tubería instalada.

- $CM = 0.1 \times (640,000 \text{ pesos} + 108,203.90 \text{ pesos})$
- $CM = 74,820.39 \text{ pesos}$

2.4.7.1.2.2.5.- COSTO INTEGRADO.

El costo anual integrado de energía y mantenimiento se calcula de:

$$CI = CAO + CM$$

- $CI = 431,255.61 \text{ pesos} + 74,820.39 \text{ pesos}$
- **CI = 506,076 pesos.**

De lo anterior resultan costos similares para la operación y mantenimiento del equipo por lo que se tomara en cuenta el resultado del análisis del diámetro necesario para el caudal total de bombeo para las tres colonias.

2.4.7.1.3.- GOLPE DE ARIETE.

Golpe de ariete es el término utilizado para denominar el choque producido en una conducción por una súbita disminución en la velocidad del fluido.

La velocidad de la onda de presión "a", depende tanto de las propiedades elásticas del conducto, como las del fluido, para agua quedaría definida como sigue:

$$a = \frac{1482}{\sqrt{1 + Ka \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

a = Velocidad de la onda de presión (m/s)

Ka = Relación entre el módulo de elasticidad del agua y del material (para PVC, 0.793)

Γ_a = módulo de elasticidad del agua = 20000 cm²/seg

Γ_t = módulo de elasticidad de la tubería = 20700 cm²/seg

D = Diámetro interno del conducto (m)

e = Espesor de la pared del tubo (m)

- $$a = \frac{1,482}{\sqrt{1 + 0.793 \frac{0.154 m}{0.0073 m}}}$$
- a = 351.97 m/s

2.4.7.1.3.1.- TIEMPO DE CIERRE DE LA VÁLVULA Y TIEMPO DE PARADA DE BOMBAS.

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

- $$T = C + \frac{K L V}{g Hm}$$

Dónde:

T = Tiempo de cierre de la bomba

C = Coeficiente de ajuste empírico (1)

K = Coeficiente de ajuste empírico (1)

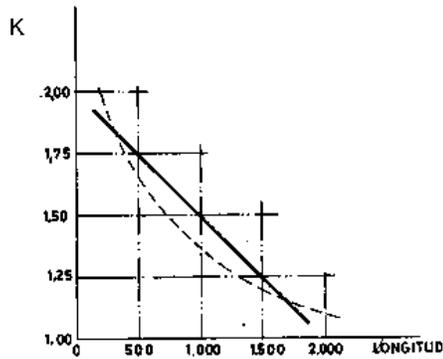
L = Longitud de la Conducción (m)

V = Velocidad del agua (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

Hm = Altura Manométrica

Valores del coeficiente K según Mendiluce



L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

Figura 2. 4.- Coeficiente K, L.

Sustituyendo:

- $T = 1 + \frac{2 \times 330.31m \times 0.64m/s}{9.81 m/s^2 \times 44.37 m}$
- **T = 1.97 seg**

2.4.7.1.3.2.- CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN PRODUCIDA POR EL GOLPE DE ARIETE.

Una vez conocido el valor del tiempo T y determinado el caso en el que nos encontramos (cierre lento o cierre rápido), el cálculo del golpe de ariete se realizará de la forma siguiente:

2.4.7.1.3.2.1.- CIERRE LENTO.

Fórmula de Michaud

- $\Delta H = \frac{2 L V}{g T}$

Donde:

DH = Sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)

L = Longitud de la tubería (m)

V = Velocidad de régimen del agua (m/s)

T = Tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)

G = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

- $\Delta H = \frac{2 \times 330.31 \text{ m} \times 0.64 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 1.97 \text{ s}}$
- $\Delta H = 21.87 \text{ m.c.a.} = 2.18 \text{ kg/cm}^2$

2.4.7.1.3.2.2.- CIERRE RÁPIDO.

Para el cálculo de la sobrepresión por el golpe de ariete encierre rápido tenemos la fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \frac{aV}{g}$$

Dónde:

ΔH = Sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete (m.c.a.)

a = Velocidad de la onda de presión (m/s)

V = Velocidad de la conducción (m/s)

- $\Delta H = \frac{(351.97 \text{ m/s}) (0.64 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$
- $\Delta H = 22.96 \text{ m.c.a.} = 2.29 \text{ kg/cm}^2$

Representando gráficamente las ecuaciones de Allievi y de Michaud, se observa que, si la conducción es lo suficientemente larga, las dos rectas se cortan en un punto, denominado punto crítico. La longitud del tramo de tubería regido por la ecuación de Michaud se conoce como longitud crítica (Lc), y su valor se obtiene, lógicamente, igualando las fórmulas de Michaud y Allievi.

$$Lc = \frac{a T}{2}$$

- $L_c = \frac{351.97 \text{ m/s} \times 1.97}{2}$

- **Lc = 346.69 m**

Como se puede observar la longitud crítica es mayor a la longitud total, por lo que la conducción es corta y se toma como válida la fórmula de Michaud para un cierre lento y donde resulta una sobrepresión de 21.87 m.c.a o 2.18 kg/cm².

La sobrepresión por golpe de ariete en caso de un cierre lento de válvulas es menor a la presión de trabajo de la tubería (RD-26, para 11.2 kg/cm²), por lo que no será necesario instalar válvulas aliviadoras de presión.

2.4.7.2.- COLONIA PRIMERO DE MAYO

2.4.7.2.1.- CALCULO DEL DIÁMETRO

Una vez obtenido el trazo y el gasto de diseño, un aspecto importante es la determinación del diámetro. Para determinar el diámetro necesario para alimentar la Primero de Mayo, se realizara un análisis de los posibles diámetros de la tubería así como los costos de construcción y operación.

2.4.7.2.1.1.- PRIMER PROPUESTA.

El diámetro para alimentar el caudal necesario en esta colonia se calcula de manera aproximada con la siguiente ecuación:

$$D = K \sqrt{Qb}$$

Dónde:

D= Diámetro necesario en mm

K= 29.1346 para una velocidad de 1.50 m/seg

Qb= Gasto de Bombeo en lts/seg.

$$D = 29.1346 \sqrt{10.27 \text{ lts/seg}}$$

D = 93.36 mm

Se propone un diámetro de 101 mm o 4 pulgadas.

2.4.7.2.1.1.1.- CARGA DINÁMICA TOTAL

$$CD = h + h_f + h_t + h_d$$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura del nivel dinámico de succión.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

L = Longitud de la tubería (1,778.71 metros)

D = Diámetro interno del tubo (101 mm)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m /s²)

v = Velocidad media

$$v = 4 Q / 3.1416 \times D^2$$

$$v = 4 (0.01027 \text{ m}^3/\text{s}) / 3.1416 \times 0.101^2$$

$$v = 1.28 \text{ m/s}$$

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Dónde:

f = Coeficientes de "fricción", (adimensional)

ε = Rugosidad, en mm

Re = Numero de Reynolds, (adimensional)

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por:

$$R_e = \frac{vD}{\nu} = 1.28 * 0.101 / 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 129\ 280$$

Dónde:

v = Velocidad media en el conducto en cm /s

D = Diámetro interno del tubo, en cm

ν = Viscosidad cinemática del agua, en cm² /s

La viscosidad cinemática ν varia con la temperatura; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Variación del Coeficiente de Fricción con la Edad de la Tubería

Como se trata de tubería de nueva a instalar no se tiene el problema de aumento en la rugosidad o incrustación de la tubería, por la acumulación de protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de la tubería.

Considerando lo anterior, las pérdidas primarias serán de:

$$h_{f1} = 0.009 \frac{1,778.71 \text{ m}}{0.101 \text{ m}} \frac{(1.28 \text{ m/s})^2}{2(9.8 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{f1} = 13.25 \text{ metros}$$

Las pérdidas secundarias se pueden estimar en un 10 por ciento de las primarias

- $h_{f2} = 0.1 \times 13.25 \text{ metros}$
- $h_{f2} = 1.33 \text{ metros}$

Para un total de pérdidas en la línea de alimentación de:

- $h_f = 13.25 + 1.33 = 14.58 \text{ metros}$

Finalmente la carga dinámica total será de

$$CD = h + h_f + h_t + h_d$$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura del nivel dinámico de succión.

- $CD = 59.73 \text{ m} + 14.58 \text{ m} + 3.00 \text{ m} + 2 \text{ m}$
- **$CD = 79.31 \text{ m}$**

2.4.7.2.1.1.2.- POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor para extraer el agua del pozo al cárcamo de bombeo, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{Qb \times Hb}{76\eta}$$

Dónde:

Pb = Potencia de la Bomba y del Motor (HP)

Qb = Caudal de Bombeo en lts/seg

Hb = Altura manométrica total en m

η = Eficiencia del sistema de bombeo

De acuerdo con la gráfica de eficiencia del motor para una carga de 79.31 metros de carga dinámica y un gasto de bombeo de 10.27 litros por segundo, tenemos una bomba de 20 HP y una eficiencia del motor del 65 por ciento o 0.65.

SERIE KOR20 (6")

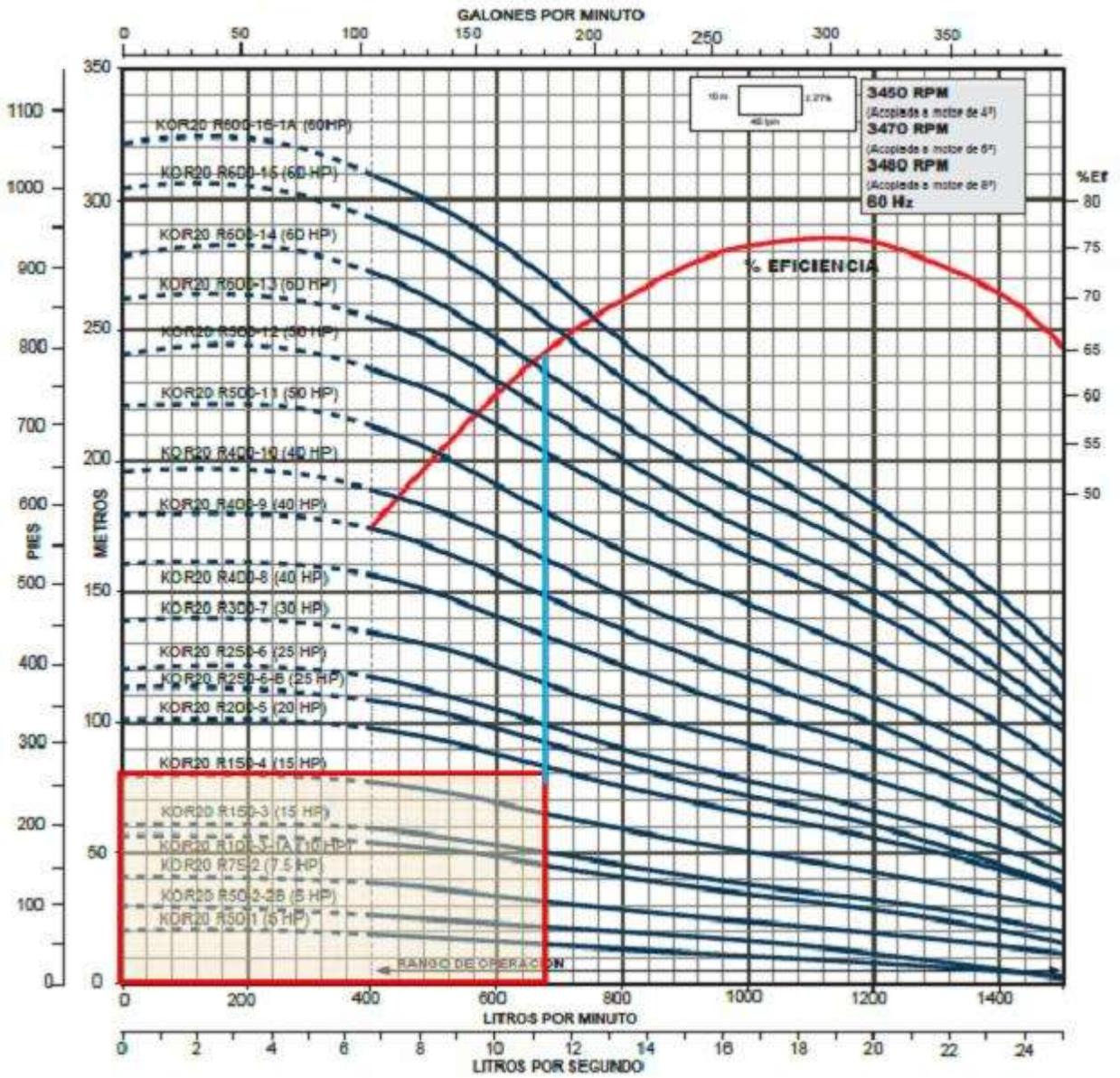


Figura 2. 5.- Bomba de 20 hp

Para comprobar la potencia del motor tenemos:

$$P_b = \frac{10.27 \text{ lts / seg} \times 79.3 \text{ m}}{76(0.65)}$$

$$P_b = 16.48 \text{ HP}$$

Se considera una bomba con una potencia de 20 HP, con un diámetro de descarga de 4 pulgadas.

2.4.7.2.1.2.- SEGUNDA PROPUESTA

El diámetro para alimentar el caudal necesario en estas colonias se calcula de manera aproximada con la siguiente ecuación:

$$D = K \sqrt{Q_b}$$

Dónde:

D= Diámetro necesario en mm

K= 35.6825 para una velocidad de 1.00 m/seg

Q_b= Gasto de Bombeo en lts/seg.

$$D = 46.0659 \sqrt{10.27 \text{ lts / seg}}$$

$$D = 147.62 \text{ mm}$$

Se propone un diámetro de 152 mm o 6 pulgadas.

2.4.7.2.1.2.1.- CARGA DINÁMICA TOTAL

$$CD = h + h_f + h_t + h_d$$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura dinámica de la succión

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

L = Longitud de la tubería (1,778.71 metros)

D = Diámetro interno del tubo (152 mm)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m /s²)

v = Velocidad media

- $v = 4 Q / 3.1416 \times D^2$
- $v = 4 (0.01027 \text{ m}^3/\text{s}) / 3.1416 \times 0.152^2$
- **$v = 0.56 \text{ m/s}$**

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Dónde:

f = Coeficientes de “fricción”, (adimensional)

ε = Rugosidad, en mm

R_e = Numero de Reynolds, (adimensional)

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por:

$$R_e = \frac{vD}{\nu} = (0.56)(0.152) / 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 85120$$

Dónde:

v = Velocidad media en el conducto en cm /s

D = Diámetro interno del tubo, en cm

ν = Viscosidad cinemática del agua, en cm² /s

La viscosidad cinemática ν varia con la temperatura; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Variación del Coeficiente de Fricción con la Edad de la Tubería

Como se trata de tubería de nueva a instalar no se tiene el problema de aumento en la rugosidad o incrustación de la tubería, por la acumulación de protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de la tubería.

Considerando lo anterior, las pérdidas primarias serán de:

$$h_{f1} = 0.009 \frac{1,778.71 \text{ m}}{0.152 \text{ m}} \frac{(0.56 \text{ m/s})^2}{2(9.8 \text{ m/s}^2)}$$

- $h_{f1} = 1.68$ metros

Las pérdidas secundarias se pueden estimar en un 10 por ciento de las primarias

- $h_{f2} = 0.1 \times 1.68$ metros
- $h_{f2} = 0.168$ metros

Para un total de pérdidas en la línea de alimentación de:

$$h_f = 1.68 + 0.17 = 1.85 \text{ metros}$$

Finalmente la carga dinámica total será de

$$CD = h + h_f + h_t + h_d$$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Tanque de Regulación

h_d = Altura dinámica de la succión

- $CD = 59.73 \text{ m} + 1.85 \text{ m} + 3.00 \text{ m} + 2 \text{ m}$
- **CD = 66.58 m**

2.4.7.2.1.2.2.- POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor para extraer el agua del pozo al cárcamo de bombeo, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{Qb \times Hb}{76\eta}$$

Dónde:

Pb = Potencia de la Bomba y del Motor (HP)

Qb = Caudal de Bombeo en lts/seg

Hb = Altura manométrica total en m

η = Eficiencia del sistema de bombeo

De acuerdo con la gráfica de eficiencia del motor para una carga de 66.58 metros de carga dinámica y un gasto de bombeo de 10.27 litros por segundo, tenemos una bomba de 15 HP y una eficiencia del motor del 61 por ciento o 0.61.

SERIE KOR20 (6")

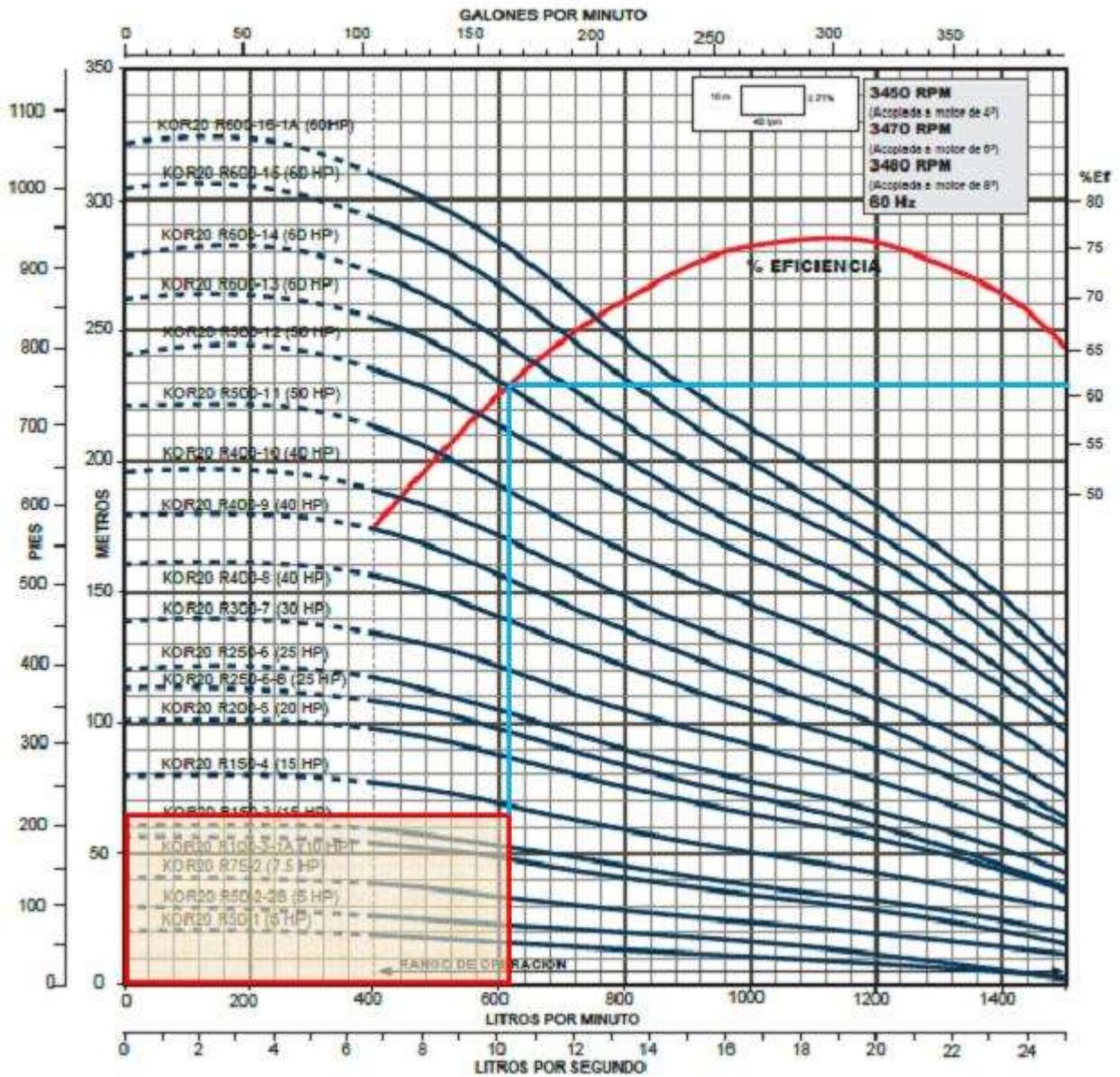


Figura 2. 6.- Bomba 15 hp.

Para comprobar la potencia del motor tenemos:

$$P_b = \frac{10.27 \text{ lts/seg} \times 66.57 \text{ m}}{76(0.61)}$$

Pb = 14.74 HP

Se considera una bomba con una potencia de 15 HP, con un diámetro de descarga de 6 pulgadas.

2.4.7.2.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DIÁMETRO

Conforme el diámetro seleccionado sea menor, disminuye el costo de la tubería, su colocación y el costo de la energía, pero se incrementan las pérdidas de carga. Ocurrirá lo contrario si se incrementa el diámetro. Por lo anterior, se requiere determinar el diámetro que haga mínima la suma de los costos de inversión inicial y de operación.

2.4.7.2.2.1.- PRIMER PROPUESTA

Tomando en cuenta un diámetro de descarga y conducción de 6 pulgadas

- **El costo del suministro de la tubería y su colocación**, se obtiene de la siguiente manera:

$$C_T = C_1 L$$

Donde

C_T = Costo de la tubería (Suministro y colocación).

C_1 = Costo de Suministro e Instalación por unidad de diámetro y longitud.

L = Longitud de la conducción (1,778.71 m).

- $C_T = 467 \text{ \$/m} \times 1,778.71 \text{ m}$
- $C_T = 830,657 \text{ pesos}$

- Costo total del equipo de bombeo

Adquisición, transporte, instalación y prueba mecánica e hidráulica se calcula de la siguiente manera

$$CTEB = CEB \times Pi$$

Dónde:

CTEB = Costo Total del equipo de bombeo

CEB = Costo del equipo y su instalación por unidad de potencia

Pi = Potencia Instalada en HP.

- $CTEB = 18,000 \text{ pesos} \times 15$
- $CTEB = 270,000 \text{ pesos}$

El costo anual de la energía de operación por bombeo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

2.4.7.2.2.1.1.- COSTO ANUAL DE OPERACIÓN (ENERGÍA CONSUMIDA),

Se calcula de acuerdo a la potencia instalada y al costo de energía por (kW-hr/año).

$$CAO = 52 \times HBS \times P_i \times CPI$$

Dónde:

CAO: Costo anual de operación, en dólares.

HBS: Horas de bombeo por semana.

PI: Potencia instalada, en Kilowatts.

CPI: Costo de la potencia instalada \$/Kw-hr

Estableciendo una equivalencia de 0.7557 kw por cada HP instalado y un costo de 1.655 pesos por kw-h que establece la Comisión Federal de Electricidad para servicios públicos.

$$CAO = 52 \times 112 \text{ hr} \times 11.3355 \text{ kw} \times 1.655 \text{ \$/kw-h}$$

$$CAO = 109,259.71 \text{ pesos}$$

2.4.7.2.2.1.2.- COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.

El costo anual de mantenimiento puede calcular tomando en cuenta un porcentaje del costo total del equipo y tubería instalada.

- $CM = 0.1 \times (270,000 \text{ pesos} + 830,657 \text{ pesos})$
- $CM = 110,065 \text{ pesos}$

2.4.7.2.2.1.3.- COSTO INTEGRADO.

El costo anual integrado de energía y mantenimiento se calcula de:

$$CI = CAO + CM$$

- $CI = 109,259.71 \text{ pesos} + 110,065 \text{ pesos}$
- **$CI = 219,324 \text{ pesos.}$**

2.4.7.2.2.2.- SEGUNDA PROPUESTA

Tomando en cuenta un diámetro de descarga y conducción de 4 pulgadas

2.4.7.2.2.2.1- EL COSTO DEL SUMINISTRO DE LA TUBERÍA Y SU COLOCACIÓN.

Se obtiene de la siguiente manera:

$$C_T = C_1 L$$

Donde

C_T = Costo de la tubería (Suministro y colocación).

C_1 = Costo de Suministro e Instalación por unidad de diámetro y longitud.

L = Longitud de la conducción (331 m).

- $C_T = 326 \text{ \$/m} \times 1,778.71 \text{ m}$
- $C_T = 579,859 \text{ pesos}$

2.4.7.2.2.2.- COSTO TOTAL DEL EQUIPO DE BOMBEO.

Adquisición, transporte, instalación y prueba mecánica e hidráulica, se calcula de la siguiente manera

$$CTEB = CEB \times Pi$$

Dónde:

CTEB = Costo Total del equipo de bombeo

CEB = Costo del equipo y su instalación por unidad de potencia

Pi 0 Potencia Instalada en HP.

- $CTEB = 16,000 \text{ pesos} \times 20$
- $CTEB = 320,000 \text{ pesos}$

El costo anual de la energía de operación por bombeo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

2.4.7.2.2.3- COSTO ANUAL DE OPERACIÓN (ENERGÍA CONSUMIDA),

Se calcula de acuerdo a la potencia instalada y al costo de energía por (kW-hr/año).

$$CAO = 52 \times HBS \times P_i \times CPI$$

Dónde:

CAO: Costo anual de operación, en dólares.

HBS: Horas de bombeo por semana.

PI: Potencia instalada, en Kilowatts.

CPI: Costo de la potencia instalada \$/Kw-hr

Estableciendo una equivalencia de 0.7557 kw por cada HP instalado y un costo de 1.655 pesos por kw-h que establece la Comisión Federal de Electricidad para servicios públicos.

- $CAO = 52 \times 112 \text{ hr} \times 15.114 \text{ kw} \times 1.655 \text{ \$/kw-h}$
- $CAO = 145,679 \text{ pesos}$

2.4.7.2.2.4- COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.

El costo anual de mantenimiento puede calcular tomando en cuenta un porcentaje del costo total del equipo y tubería instalada.

- $CM = 0.1 \times (320,000 \text{ pesos} + 579,859 \text{ pesos})$
- $CM = 89,986 \text{ pesos}$

2.4.7.2.2.5- COSTO INTEGRADO.

El costo anual integrado de energía y mantenimiento se calcula de:

$$CI = CAO + CM$$

- $CI = 145,679 \text{ pesos} + 89,986 \text{ pesos}$
- **$CI = 235,665 \text{ pesos.}$**

De lo anterior resulta un costo menor en el análisis de la tubería de 6 pulgadas ya que el gasto de energía para su operación resulta menor.

2.4.7.2.2.6- GOLPE DE ARIETE.

Golpe de ariete es el término utilizado para denominar el choque producido en una conducción por una súbita disminución en la velocidad del fluido.

La velocidad de la onda de presión “a”, depende tanto de las propiedades elásticas del conducto, como las del fluido, para agua quedaría definida como sigue:

$$a = \frac{1,482}{\sqrt{1 + Ka \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

a = Velocidad de la onda de presión (m/s)

Ka = Relación entre el módulo de elasticidad del agua y del material (para PVC, 0.793)

∕ a = módulo de elasticidad del agua = 20 000

∕ t = módulo de elasticidad de la tubería = 20 000

D = Diámetro interno del conducto (m)

e = Espesor de la pared del tubo (m)

$$a = \frac{1,482}{\sqrt{1 + 0.793 \frac{0.1545 \text{ m}}{0.0073 \text{ m}}}}$$

$$a = 351.43 \text{ m/s}$$

2.4.7.2.2.7- TIEMPO DE CIERRE DE LA VÁLVULA Y TIEMPO DE PARADA DE BOMBAS.

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = C + \frac{K L V}{g H m}$$

Dónde:

T = Tiempo de cierre de la bomba

C = Coeficiente de ajuste empírico (1)

K = Coeficiente de ajuste empírico (1)

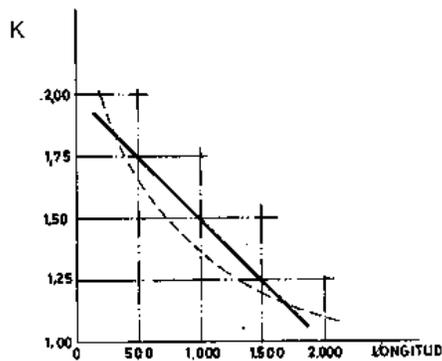
L = Longitud de la Conducción (m)

V = Velocidad del agua (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

Hm = Altura Manométrica

Tabla 2. 8.- Valores del Coeficiente K según Mendiluce



L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

Sustituyendo:

$$T = 1 + \frac{1 \times 1,778.71m \times 0.56m/s}{9.81 m/s^2 \times 70 m}$$

$$T = 2.45 s$$

2.4.7.2.2.8- CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN PRODUCIDA POR EL GOLPE DE ARIETE.

Una vez conocido el valor del tiempo T y determinado el caso en el que nos encontramos (cierre lento o cierre rápido), el cálculo del golpe de ariete se realizará de la forma siguiente:

Cierre lento.

Fórmula de Michaud

$$\Delta H = \frac{2 L V}{g T}$$

Donde:

ΔH = Sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)

L = Longitud de la tubería (m)

V = Velocidad de régimen del agua (m/s)

T = Tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)

G = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

- $\Delta H = \frac{2 \times 1,778.71 \text{ m} \times 0.56 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 2.45 \text{ s}}$
- $\Delta H = 82.88 \text{ m.c.a.}$

Cierre rápido.

Para el cálculo de la sobrepresión por el golpe de ariete para cierre rápido tenemos la formula de Allievi:

$$\Delta H = \frac{aV}{g}$$

Dónde:

ΔH = Sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete (m.c.a.)

a = Velocidad de la onda de presión (m/s)

V = Velocidad de la conducción (m/s)

- $\Delta H = \frac{(351.43 \text{ m/s}) (0.56 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$
- $\Delta H = 20.06 \text{ m.c.a.} = 2.00 \text{ kg/cm}^2$

Como se puede observar la sobrepresión por golpe de ariete en caso de un cierre rápido de válvulas es menor a la presión de trabajo de la tubería (RD-26, para 11.2 kg/cm²), por lo que no será necesario instalar válvulas aliviadoras de presión.

Representando gráficamente las ecuaciones de Allievi y de Michaud, se observa que, si la conducción es lo suficientemente larga, las dos rectas se cortan en un punto, denominado punto crítico. La longitud del tramo de tubería regido por la ecuación de Michaud se conoce como longitud crítica (Lc), y su valor se obtiene, lógicamente, igualando las fórmulas de Michaud y Allievi.

$$L_c = \frac{a T}{2}$$

$$L_c = \frac{351.43 \text{ m/s} \times 2.45}{2}$$

$$L_c = 430.50 \text{ m}$$

Se anexan cuadros con el análisis económico del diámetro para las dos líneas de conducción y el equipo de bombeo.

2.4.7.2.2.9- GASTO TOTAL

Gasto Medio Diario

Para calcular el gasto total medio diario requerido de agua potable, se consideran 1,487 viviendas de las Colonias Luis Donaldo Colosio, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo, una densidad de población de 4.5 habitantes por vivienda y una dotación de agua potable de 200 litros por habitante y por día. Este gasto se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{P_p \times D}{86,400}$$

Donde:

Q_m = Gasto Medio Diario en lts/seg.

Pp= Población del proyecto

D= Dotación en lts/hab/día (200 lts/hab/día).

86,400 = Segundos que tienen un día

- $Q_m = \frac{6,691 \text{ hab} \times 200 \text{ lts} / \text{hab} / \text{dia}}{86,400}$
- **Qm = 15.49 lts/seg**

Gasto Máximo diario

El máximo gasto que se considera, pueda presentarse en un día. Este valor determina la capacidad requerida en las tuberías.

Para obtener el gasto máximo instantáneo se tiene la relación es la siguiente:

$$Q_{md} = C_{vd} \times Q_m$$

Dónde:

Qmd = Gasto máximo diario

Cvd = Coeficiente de Variación Diaria (1.2 a 1.5)

Qm = Gato medio diario

- $Q_{md} = 1.2 \times 15.49 \text{ lts/seg}$
- **Qmd = 18.58 lts/seg**

Gasto Máximo Horario

La relación para obtener el gasto máximo horario es la siguiente:

$$Q_{mh} = C_{vh} \times Q_{md}$$

Dónde:

Q_{mh} = Gasto máximo horario

C_{vh} = Coeficiente de Variación Horaria (1.5 a 2)

Q_m = Gato medio diario

- $Q_{mh} = 1.5 \times 18.58 \text{ lts/seg}$
- **$Q_{mh} = 27.87 \text{ lts/seg}$**

Caudal de Bombeo

Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye tanque de regulación posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

Para determinar el gasto total de bombeo, tenemos la suma del gasto de bombeo que requieren las colonias Luis Donaldo Colosio, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo.

Dónde:

$$Q_b = Q_{b1} + Q_{b2}$$

- $Q_b = 11.73 \text{ lts/seg} + 10.27 \text{ lts/seg}$
- **$Q_b = 22.00 \text{ lts/seg}$**

Lo anterior considerando un tiempo de bombeo de 16 horas para las colonias Luis Donaldo Colosio y Huertas Zamoranas.

Calculo del diámetro

El diámetro para alimentar el caudal de 22 litros por segundo se calcula de manera aproximada con la siguiente ecuación:

$$D = K\sqrt{Qb}$$

Dónde:

D= Diámetro necesario en mm

K= 32.5735 para una velocidad de 1.20 m/seg

Qb= Gasto de Bombeo en lts/seg.

- $D = 32.5735\sqrt{22.00 \text{ lts/seg}}$
- **D = 152.78 mm**

Se propone un diámetro de 152 mm o 6 pulgadas para la columna de bombeo y el tren de descarga.

Carga dinámica total

$$h = H - hf$$

Dónde:

h= Carga Dinámica Total

H= Desnivel topográfico (1522.55-1426.55)

hf1= Pérdidas totales

hf2= Pérdidas primarias + pérdidas secundarias.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

L = Longitud de la tubería (97.40 metros)

D = Diámetro interno del tubo (152 mm)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m /s²)

v = Velocidad media

$$v = 4 Q / 3.1416 \times D^2$$

$$v = 4 (0.022 \text{ m}^3/\text{s}) / 3.1416 \times 0.152^2$$

$$\mathbf{v = 1.21 \text{ m/s}}$$

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Dónde:

f = Coeficientes de "fricción", (adimensional)

ε = Rugosidad, en mm

Re = Numero de Reynolds, (adimensional)

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por:

$$R_e = \frac{vD}{\nu} = (1.21)(0.152) / 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 183920$$

Dónde:

v = Velocidad media en el conducto en cm /s

D = Diámetro interno del tubo, en cm

ν = Viscosidad cinemática del agua, en cm² /s

La viscosidad cinemática ν varía con la temperatura; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Variación del Coeficiente de Fricción con la Edad de la Tubería

Como se trata de tubería de nueva a instalar no se tiene el problema de aumento en la rugosidad o incrustación de la tubería, por la acumulación de protuberancias de oxidación o de otros materiales sobre las paredes de la tubería.

Considerando lo anterior, las pérdidas primarias serán de:

$$h_{f1} = 0.009 \frac{97.40 \text{ m}}{0.152 \text{ m}} \frac{(1.21 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

- $h_{f1} = 0.43$ metros

Las pérdidas secundarias se pueden estimar en un 10 por ciento de las primarias

$$h_{f2} = 0.1 \times 0.43 \text{ metros}$$

$$h_{f2} = 0.043 \text{ metros}$$

Para un total de pérdidas en la línea de alimentación de:

$$h_f = 0.43 + 0.043 = 0.47 \text{ metros}$$

Finalmente la carga dinámica total será de

$$CD = h + h_f + h_c$$

Dónde:

CD = Carga Dinámica total

h = Altura del terreno

h_f = Perdidas

h_t = Altura del Cárcamo

$$CD = 97.4 \text{ m} + 0.47 \text{ m} + 3.00 \text{ m}$$

$$CD = 100.87 \text{ m}$$

2.4.7.2.2.10- POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor para extraer el agua del pozo al cárcamo de bombeo, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{Qb \times Hb}{76\eta}$$

Dónde:

Pb = Potencia de la Bomba y del Motor (HP)

Qb = Caudal de Bombeo en lts/seg

Hb = Altura manométrica total en m

η = Eficiencia del sistema de bombeo

De acuerdo con la gráfica de eficiencia del motor para una carga de 101 metros de carga dinámica y un gasto de bombeo de 22 litros por segundo, tenemos una bomba de 40 HP y una eficiencia del motor del 73 por ciento o 0.73.

SERIE KOR20 (6")

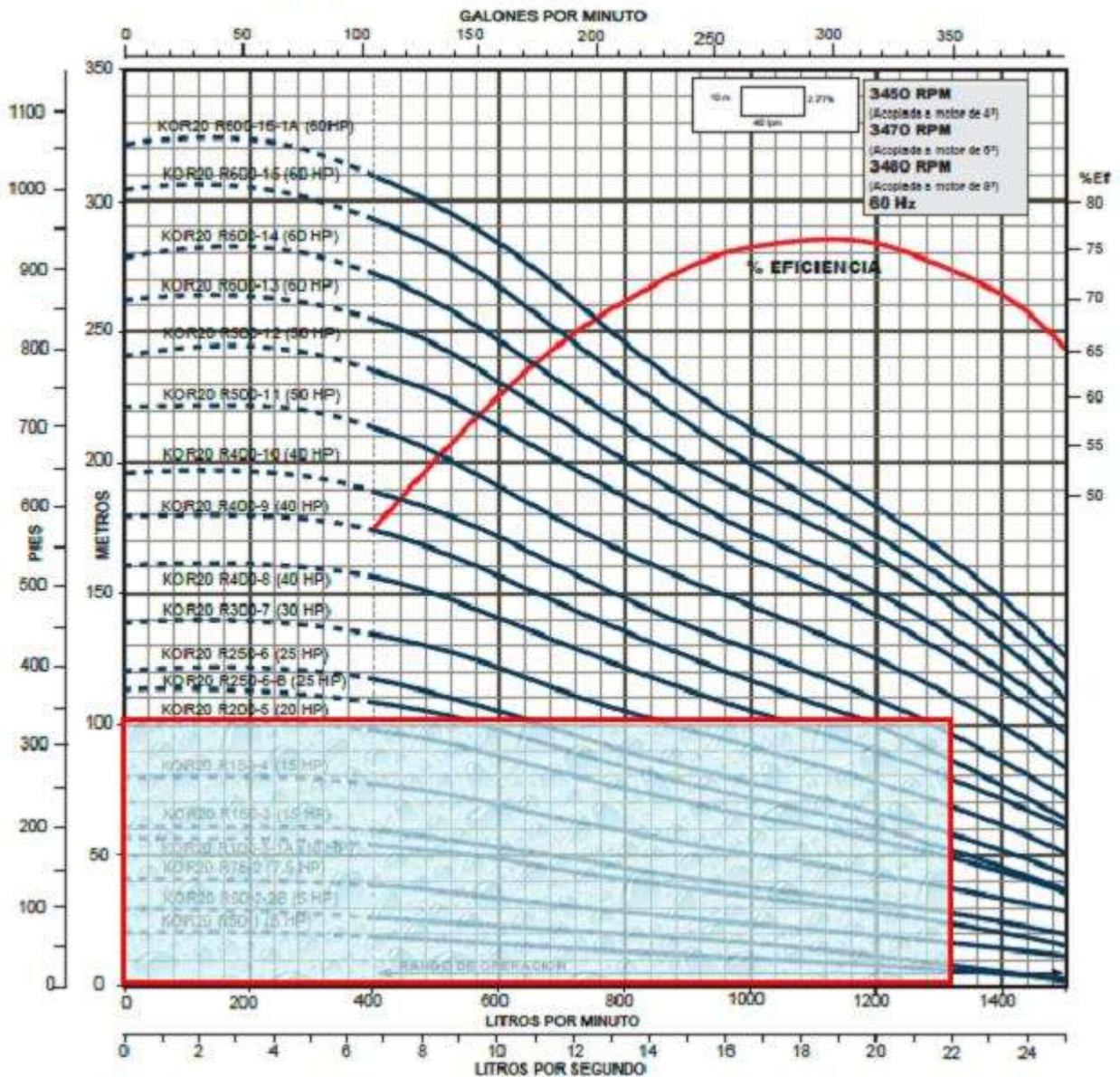


Figura 2. 7.- Bomba de 40 hp.

Para comprobar la potencia del motor tenemos:

$$Pb = \frac{22.00 \text{ lts/seg} \times 101 \text{ m}}{76(0.73)}$$

$$Pb = 40.03 \text{ HP}$$

Se considera una bomba con una potencia de 40 HP, con un diámetro de descarga de 6 pulgadas, equivalente al requerido para la colonia Luis Donaldo Colosio.

2.4.8.- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

El proyecto contempla la instalación de dos bombas sumergibles, una de 40 HP y la otra de 15 HP, para un total de 55 HP

Para determinar la capacidad del transformador en KVA tenemos la siguiente expresión:

$$KVA = \frac{1.73 \times E \times I}{1000}$$

Dónde:

KVA = Potencia del transformador

E = Tensión del equipo de bombeo (440V)

I = Intensidad de corriente eléctrica (A)

Para determinar I tenemos la siguiente expresión:

$$I = \frac{746 \times HP}{1.73 \times E \times \eta \times Fp}$$

Dónde:

HP = Caballos de Potencia del Motor

η = Eficiencia (80-85%)

Fp = Factor de potencia (80-85%)

746 = Factor para caballos de potencia

1.73 = Factor para eficiencia y factor de potencia.

E = Tensión del equipo de bombeo (440V)

Sustituyendo:

$$I = \frac{746 \times 55HP}{1.73 \times 440V \times 0.85 \times 0.85}$$

- I = 74.6044 A

$$KVA = \frac{1.73 \times 440 V \times 74.6044 A}{1000}$$

- **KVA = 56.78 x Fv (1.25) = 71 KVA**

Considerando que en un futuro se instale otra bomba en el cárcamo de 15 HP para la línea de conducción de la colonia Luis Donaldo Colosio, tendríamos una capacidad de 90 KVA, por lo que se considera uno de 112.5 KVA.

2.4.9.- REGULACIÓN.

La regularización tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable.

El volumen del taque se puede determinar con la siguiente expresión:

$$Vt = Qmd \times 3600 \times F$$

Dónde:

V_t = Volumen del tanque

Q_{md} = Gasto Máximo Diario (m^3/s)

F = Valor obtenido de calcular [Máximo déficit] + Máximo superávit dividido entre 100 para convertirlo de porcentaje a unidad

Tabla 2. 9.- Valor de F para distintos horarios de bombeo.

Cantidad de horas de bombeo al día	Horario de bombeo	Valor de F
24	0 - 24	3.0
20	4 a 24	2.5
16	16 a 20	5.5
12	6 a 18	9.0
8	9 a 17	14.0
6	10 a 16	16.0

Para la colonia Luis Donald Colosio y Huertas Zamoranas tenemos un gasto máximo diario de 11.73 litros por segundo o 0.01173 metros cúbicos por segundo y un periodo de bombeo de 24 horas.

$$V_t = 0.01173 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \times 3.00$$

$$V_t = 126.68 \text{ m}^3$$

Para la colonia Primero de Mayo tenemos un gasto máximo diario de 6.85 litros por segundo o 0.00685 metros cúbicos por segundo y un periodo de bombeo de 16 horas.

$$V_t = 0.00685 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \times 5.5$$

$$V_t = 135.63 \text{ m}^3$$

En ambos casos se proponen tanques de regulación de 150 metros cúbicos de capacidad.

2.4.10.- LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.

La línea de alimentación no se contempla en este proyecto

2.4.11.- RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución no se contempla en este proyecto

2.4.12.- TOMAS DOMICILIARIAS

La red de distribución no se contempla en este proyecto

2.5.- MEMORIA DEL PROYECTO.

2.5.1.- INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en el equipamiento del pozo profundo, que incluye la derivación eléctrica, el transformador, la bomba sumergible, la columna y el tren de bombeo, el cárcamo de bombeo, la caseta de cloración, la barda perimetral y una bomba adicional con su tren de bombeo para abastecer a las colonias Luis Donaldo Colosio, Huertas Zamoranas y Primero de Mayo.

2.5.2.- DERIVACIÓN Y EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

Se instala un transformador de 112.5 KVA trifásico de tipo pedestal con relación de transformación de 13200/440-240 volts, sentado sobre una base de concreto armado con protección a tierra.

2.5.3.- EQUIPAMIENTO DEL POZO.

Se instalará una bomba sumergible de 40 HP de potencia y 440 volts, de 6 pulgadas de salida con una columna de bombeo de 96 metros con tubería de acero con rosca recta. La instalación de la bomba será por medio de una grúa de 19 toneladas para ensamblar la tubería roscada para la columna de acero y la bomba de 40 HP.

2.5.4.- TREN DE PIEZAS ESPECIALES.

El tren de piezas especiales será instalado conforme a las normas de la Comisión Nacional del Agua y serán de acero.

Para el tren de bombeo del pozo serán instaladas dos válvulas de seccionamiento de tipo compuerta de 6 pulgadas, una te de fierro fundido de 6 pulgadas, un carrete de acero de 50 cm cedula 40, un medidor de flujo tipo pópela de 6 pulgadas tres válvulas check de 6 pulgadas de diámetro, así como una válvulas expulsoras de aire y un manómetro a base de glicerina.

2.6.- CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE OBRA.

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
1	DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO		
001 01	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA, INCLUYE ELABORACIÓN DE PERFIL TOPOGRÁFICO)	LEV	1.00
001 02	CALCULO DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO, INCLUYE ELABORACIÓN DE MEMORIA DE CÁLCULO.	PROY	1.00
001 03	PRESUPUESTO Y CATALOGO DE CONCEPTOS	JGO	1.00
001 04	INFORME FINAL	INFORME	1.00
	SUMA DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO		
2	EQUIPO ELECTROMECAÁNICO		
EQ 01	SUMINISTRO DE EQUIPO DE BOMBEO CAPAZ DE PROPORCIONAR UN GASTO DE 22 LPS, PARA UNA CARGA DINÁMICA DE 100 METROS, INCLUYE BOMBA CON MOTOR DE 40 HP DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO DE DESCARGA Y CABLE TIPO SUBMARINO DE 4 AWG.	PZA	1.00
EQ 02	SUMINISTRO DE EQUIPO DE BOMBEO CAPAZ DE PROPORCIONAR UN GASTO DE 11 LPS, PARA UNA CARGA DINÁMICA DE 70 METROS, INCLUYE BOMBA CON MOTOR DE 15 HP DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO DE DESCARGA Y CABLE TIPO SUBMARINO DE 6 AWG.	PZA	1.00
EQ 03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO C-40 DE 6 PULGADAS PARA COLUMNA DE BOMBEO CON COPLEROSCA RECTA Y TRAMOS DE 6.40 M.	PZA	16.00
EQ 04	SUMINISTRO DE CABEZAL DE DESCARGA EN ACERO PARA COLUMNA DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO TIPO PESADO.	PZA	2.00
EQ 05	BASE DE CONCRETO ARMADO PARA SUSTENTACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO DE ACUERDO A LA NORMA DE LA C.N.A.	PZA	1.00
EQ 06	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TRANSFORMADOR ELÉCTRICO TIPO PEDESTAL DE 112.5 KVA TRIFÁSICO CON RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE 13200/440-254 VOLTS, NORMA J.	PZA	1.00
EQ 07	BASE PARA SOPORTAR EL TRANSFORMADOR DE 112.4 DE 1.50 X 1.50 X 0.15 M	PZA	1.00

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
EQ 08	FABRICACIÓN DE MURETE DE MEDICIÓN DE ACUERDO A NORMAS DE CFE, INCLUYE BASE DE MEDICIÓN 13/20 A, INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO DE 3 X 200 A X 600 V, CABLEADO DEL TRO A LA BASE Y TODO LO NECESARIO PARA SU FUNCIONAMIENTO.	PZA	1.00
EQ 09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSICIÓN CON CABLE XLP 15KV (3F-4H) AL-ACSR 1/0 Y NEUTRO COL NO. 2.	ML	50.00
EQ 10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIALES PARA TRANSICIÓN INCLUYE TUBO CONDUIT DE 4 PULGADAS, MANGA, REGISTRO DE 1.16 X 1.16 X 1.16 M Y LOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO.	LOTE	1.00
EQ 11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PARA TRANSFORMADOR	LOTE	1.00
EQ 12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN DEL ARRANCADOR A LA BOMBA DE 40HP MEDIANTE CABLE DE COBRE 4 AWG 3F (4H).	ML	20.00
EQ 13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN DEL ARRANCADOR A LA BOMBA DE 40HP MEDIANTE CABLE DE COBRE 4 AWG 3F (4H)	ML	20.00
EQ 14	INSTALACIÓN MECÁNICA Y PRUEBA DE EQUIPO SUMINISTRADO	LOTE	1.00
EQ 15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRAS	LOTE	1.00
EQ 16	TRÁMITES Y LIBRANZAS, C.F.E E UVISS.	PZA	1.00
	SUMA EQUIPO ELECTROMECAÁNICO		
3	TREN DE PIEZAS ESPECIALES		
T 01	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA DE FOFO DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	5.00
T 02	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA CHECK TIPO COLUMPIO CUERPO BRIDADO DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	4.00
T 03	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MEDIDOR DE FLUJO TIPO PROPELA DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	2.00
T 04	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA EXPULSORA Y ADMISORA DE AIRE DE 1/2 " DE DIÁMETRO PARA UNA PRESIÓN DE 150 PSI, INCLUYENDO VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO GLOBO DE DE 1/2" DE DIÁMETRO. Y NIPLES ROSCADOS.	PZA	2.00
T 05	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TEE DE FOFO DE 6 X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO.	PZA	3.00
T 06	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CARRETE DE ACERO DE 50 CM X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO, INCLUYE EMPAQUE Y TORNILLOS	PZA	2.00
T 07	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MANÓMETRO TIPO DE BOURDON A BASE DE GLICERINA PARA UNA PRESIÓN DE 0 A 11 KG/CM2, INCLUYE NIPLES Y VÁLVULAS.	PZA	2.00
T 08	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CARRETE DE ACERO C-40 DE 2.4 M DE 6 PULGADAS.	PZA	2.00

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
T 09	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE FOFO DE 45° X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS	PZA	4.00
T 10	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TUBERÍA DE ACERO C-40 DE 6 PULG	ML	21.60
T 11	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE ACERO DE 45X 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	3.00
T 12	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE ACERO DE 90X 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00
T 13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES PARA CONEXIÓN EN TANQUE MEDIANTE BRIDA DE ACERO DE 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	3.00
T 14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES PARA CONEXIÓN EN TANQUE MEDIANTE EXTREMIDAD CAMPANA DE PVC HIDRÁULICO DE 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00
T 15	TRATAMIENTO, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE EN PIEZAS ESPECIALES DE ACERO	M2	9.98
	SUMA TREN DE PIEZAS ESPECIALES		
4	CASETA DE CONTROLES		
3 001	TRAZO Y LIMPIEZA EN EL ÁREA DE TRABAJO	M2	8.00
3 002	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M3	5.00
3 003	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO DE F'C=100 KG/CM2 EN PLANTILLA	M3	2.00
3 004	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO DE F'C= 250 KG/CM2 O	M3	2.50
3 005	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN MUROS HASTA 3.0 MTS. DE ALTURA EN CIMENTACIONES, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO.	M2	4.00
3 006	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN TRABES Y CASTILLOS, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO	M2	10.00
3 007	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO.	M2	18.00
3 008	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO	KG	450.00
3 009	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA, JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	4.00

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
3 010	MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	26.00
3 011	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA 10/10	M2	6.00
3 012	RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR. INCLUYE, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	5.00
3 013	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M2	50.00
PTA 01	PUERTA METÁLICA TIPO BANDERA DE 2.10 X 0.90 M Y VENTANA DE 0.90 X 0.60 CM.	PZA	1.00
3 015	PINTURA VINILICA VINIMEX MARCA COMEX LAVABLE EN MUROS Y PLAFONES, A TRES MANOS, TRABAJO TERMINADO.	M2	71.61
	SUMA CASETA DE CONTROLES		
5	CÁRCAMO DE BOMBEO DE 60,000 LITROS		
1	MATERIALES		
1 001	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M2	64.86
002 01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL COMÚN, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M3	51.89
002 02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 KG/CM2 EN PLANTILLA	M3	3.20
002 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C= 250 KG/CM2 EN LOSA DE PISO	M3	7.13
002 04	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO DEL NO. 3	KG	1,353.34
002 05	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA EN MUROS, JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	48.93
002 06	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA EN CIMENTACIÓN, JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	22.88
002 07	SUMINISTRO DE CONCRETO EN DALAS DE DESPLANTE Y CERRAMIENTO DE 20 X 30 CM DE F"C=250 KG/CM2, CIMBRADO Y DESCIMBRADO Y ACABADO COMÚN EN DOS CARAS CON ALTURA MÁXIMA DE 6.00 METROS.	M3	2.61
002 08	RELLENO EN PLATAFORMA COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO	M3	79.20
002 09	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M2	82.10
002 10	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA	M2	93.44
002 11	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C= 250 KG/CM2 EN LOSA	M3	4.55

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
002 12	ACABADO ESCOBILLADO EN AZOTEA CON PASTA DE CEMENTO Y AGUA	M2	41.34
002 13	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ESCALERA MARINA A BASE VARILLA No. 6 (3/4") DE 1500 MM DE LONGITUD COLOCADA A CADA 300 MM	PZA	2.00
002 14	CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (T2) CON MEDIDAS EXTERIORES DE 1.28 X 1.18 MTS. A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 CM. DE ESPESOR, APLANADO EN EL INTERIOR CON MORTERO DE CEM-ARENA PROPORCIÓN 1:3, ARMADA CON ACERO DE REFUERZO DE VARILLA DEL # 2 Y # 3, CONCRETO F'C=200 KG/CM2 CON T.M.A. DE 3/4", CIMBRA DE MADERA DE PINO DE 3a CIMBRADO Y DESCIMBRADO, INCLUYE: MARCO CON TAPA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	2.00
002 15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA DE REGISTRO DE 60 X 60CM Y LAMINA DE FIERRO DEL NO. 10 Y ANGULO DE 2 X 5/16 PULG	PZA	1.00
002 16	ACARREO 1er KM MATERIALES PÉTREOS, ARENA, GRAVA, MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN EN CAMIÓN VOLTEO, DESCARGA VOLTEO EN CAMINO PLANO, BRECHA, LOMERÍO SUAVE, TERRACERÍAS, LOMERÍO PRONUNCIADO, REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO.	M3	67.45
	SUBTOTAL MATERIALES EN CÁRCAMO		
2	MANO DE OBRA		
003 01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN EN TANQUE DE MAMPOSTERÍA DE FOGO DE 4" DE DIÁMETRO", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00
PZA 09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DE FOGO DE 4 PULG X 1.8 M PARA SALIDA, DEMACIAS Y LIMPIEZA DEL DEPOSITO	PZA	3.00
PZA 01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPON CACHUCHA DE FOGO DE 4 PULGADAS, INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	1.00
	SUBTOTAL MANO DE OBRA		
	SUMA CÁRCAMO DE BOMBEO		
6	MALLA PERIMETRAL		
MP 01	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M2	57.60
MP 02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M3	33.84
MP 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 KG/CM2 EN PLANTILLA	M3	1.88
MP 04	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	15.36

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
MP 05	DALA DE DESPLANTE CON SECCIÓN DE 15 x 20 CM, CON CUATRO VARILLAS DE 3/8" de Ø, ESTRIBOS DE 1/4" de Ø @ 20 cm. CON CONCRETO ASENTADO A MANO F'C= 150 kg/cm2, AGREGADO MÁXIMO DE 3/4".	ML	94.00
MP 06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA CICLÓN DE 55 x 55MM. CAL. 10.5 DE 2.00 M. DE ALTURA.	ML	90.50
MP 07	PUERTAS A BASE DE MALLA CICLÓN DE 55 x 55MM. CAL. 10.5 DE 2.00 X 1.75 M.	PZA	1.00
MP 08	RELLENO EN ZANJAS A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA P.U.O.T.	M3	11.28
	SUMA MALLA PERIMETRAL		
7	CASETA PARA EQUIPO DE CLORACIÓN		
CC 01	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M2	9.40
CC 02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M3	1.93
CC 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 KG/CM2 EN PLANTILLA DE 5 CM DE ESPESOR	M3	0.23
CC 04	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	2.23
CC 05	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C= 200 KG/CM2, INCLUYE FABRICACIÓN, Y ACARREOS.	M3	1.88
CC 06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, INCLUYE HABILITADO, DESPERDICIOS Y ALAMBRE.	KG	224.75
CC 07	MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	14.24
CC 08	CELOSÍA DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	1.10
CC 09	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M2	36.14
CC 10	EMBOQUILLADO CON MORTERO CEMENTO- ARENA 1:3, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	ML	36.00
CC 11	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA	M2	9.80
CC 12	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN TRABES Y CASTILLOS, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO	M2	21.09
CC 13	PISO DE CONCRETO SIMPLE F'C= 150 KG/CM2, AGREGADO MÁXIMO DE 3/4", DE 0.08M DE ESPESOR, ACABADO PULIDO O RAYA.	ML	3.34

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
CC 14	PINTURA VINILICA VINIMEX MARCA COMEX LAVABLE EN MUROS Y PLAFONES, A TRES MANOS, TRABAJO TERMINADO.	M2	36.14
CC 15	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ O CONTACTO DE 1/2 PULGADA DE DIÁMETRO	SAL	4.00
CC 16	PUERTA METÁLICA 2.10 X 1.80 M DE DOS HOJAS CON VENTILACIÓN EN LA PARTE INTERIOR	PZA	1.00
	SUMA CASETA PARA EQUIPO DE CLORACIÓN		

2.7.- PRESUPUESTO

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1	DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO				
001 01	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA, INCLUYE ELABORACIÓN DE PERFIL TOPOGRÁFICO)	LEV	1.00	104,506.15	104,506.15
001 02	CALCULO DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO, INCLUYE ELABORACIÓN DE MEMORIA DE CÁLCULO.	PROY	1.00	82,261.42	82,261.42
001 03	PRESUPUESTO Y CATALOGO DE CONCEPTOS	JGO	1.00	74,447.53	74,447.53
001 04	INFORME FINAL	INFORME	1.00	57,761.41	57,761.41
	SUMA DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO				318,976.51
2	EQUIPO ELECTROMECAÁNICO				
EQ 01	SUMINISTRO DE EQUIPO DE BOMBEO CAPAZ DE PROPORCIONAR UN GASTO DE 22 LPS, PARA UNA CARGA DINÁMICA DE 100 METROS, INCLUYE BOMBA CON MOTOR DE 40 HP DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO DE DESCARGA Y CABLE TIPO SUBMARINO DE 4 AWG.	PZA	1.00	164,949.74	164,949.74
EQ 02	SUMINISTRO DE EQUIPO DE BOMBEO CAPAZ DE PROPORCIONAR UN GASTO DE 11 LPS, PARA UNA CARGA DINÁMICA DE 70 METROS, INCLUYE BOMBA CON MOTOR DE 15 HP DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO DE DESCARGA Y CABLE TIPO SUBMARINO DE 6 AWG.	PZA	1.00	82,654.17	82,654.17
EQ 03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO C-40 DE 6 PULGADAS PARA COLUMNA DE BOMBEO CON COPLE ROSCA RECTA Y TRAMOS DE 6.40 M.	PZA	16.00	7,156.26	114,500.16
EQ 04	SUMINISTRO DE CABEZAL DE DESCARGA EN ACERO PARA COLUMNA DE 6 PULGADAS DE DIÁMETRO TIPO PESADO.	PZA	2.00	10,101.52	20,203.04
EQ 05	BASE DE CONCRETO ARMADO PARA SUSTENTACIÓN DE EQUIPO	PZA	1.00	1,110.38	1,110.38

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	DE BOMBEO DE ACUERDO A LA NORMA DE LA C.N.A.				
EQ 06	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TRANSFORMADOR ELÉCTRICO TIPO PEDESTAL DE 112.5 KVA TRIFÁSICO CON RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE 13200/440-254 VOLTS, NORMA J.	PZA	1.00	185,339.63	185,339.63
EQ 07	BASE PARA SOPORTAR EL TRANSFORMADOR DE 112.4 DE 1.50 X 1.50 X 0.15 M	PZA	1.00	1,653.38	1,653.38
EQ 08	FABRICACIÓN DE MURETE DE MEDICIÓN DE ACUERDO A NORMAS DE CFE, INCLUYE BASE DE MEDICIÓN 13/20 A, INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO DE 3 X 200 A X 600 V, CABLEADO DEL TRO A LA BASE Y TODO LO NECESARIO PARA SU FUNCIONAMIENTO.	PZA	1.00	44,016.95	44,016.95
EQ 09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSICIÓN CON CABLE XLP 15KV (3F-4H) AL-ACSR 1/0 Y NEUTRO COL NO. 2.	ML	50.00	424.87	21,243.50
EQ 10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIALES PARA TRANSICIÓN INCLUYE TUBO CONDUIT DE 4 PULGADAS, MANGA, REGISTRO DE 1.16 X 1.16 X 1.16 M Y LOS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO.	LOTE	1.00	13,579.97	13,579.97
EQ 11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PARA TRANSFORMADOR	LOTE	1.00	12,724.43	12,724.43
EQ 12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN DEL ARRANCADOR A LA BOMBA DE 40HP MEDIANTE CABLE DE COBRE 4 AWG 3F (4H).	ML	20.00	257.43	5,148.60
EQ 13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN DEL ARRANCADOR A LA BOMBA DE 40HP MEDIANTE CABLE DE COBRE 4 AWG 3F (4H)	ML	20.00	177.22	3,544.40
EQ 14	INSTALACIÓN MECÁNICA Y PRUEBA DE EQUIPO SUMINISTRADO	LOTE	1.00	17,419.28	17,419.28
EQ 15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRAS	LOTE	1.00	1,782.38	1,782.38
EQ 16	TRÁMITES Y LIBRANZAS, C.F.E E UVISS.	PZA	1.00	35,402.96	35,402.96
	SUMA EQUIPO ELECTROMECAÁNICO				725,272.97
3	TREN DE PIEZAS ESPECIALES				
T 01	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA DE FOFO DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	5.00	7,741.43	38,707.15
T 02	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA CHECK TIPO COLUMPIO CUERPO BRIDADO DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	4.00	20,073.39	80,293.56

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
T 03	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MEDIDOR DE FLUJO TIPO PROPELA DE 6 PULGADAS, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS.	PZA	2.00	20,266.50	40,533.00
T 04	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA EXPULSORA Y ADMISORA DE AIRE DE 1/2 " DE DIÁMETRO PARA UNA PRESIÓN DE 150 PSI, INCLUYENDO VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO GLOBO DE DE 1/2" DE DIÁMETRO. Y NIPLES ROSCADOS.	PZA	2.00	1,013.41	2,026.82
T 05	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TEE DE FOFO DE 6 X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO.	PZA	3.00	4,180.06	12,540.18
T 06	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CARRETE DE ACERO DE 50 CM X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO, INCLUYE EMPAQUE Y TORNILLOS	PZA	2.00	1,132.92	2,265.84
T 07	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE MANÓMETRO TIPO DE BOURDON A BASE DE GLICERINA PARA UNA PRESIÓN DE 0 A 11 Kg/cm ² , INCLUYE NIPLES Y VÁLVULAS.	PZA	2.00	1,012.97	2,025.94
T 08	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CARRETE DE ACERO C-40 DE 2.4 M DE 6 PULGADAS.	PZA	2.00	4,394.41	8,788.82
T 09	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE FOFO DE 45º X 6 PULGADAS DE DIÁMETRO, INCLUYE EMPAQUES Y TORNILLOS	PZA	4.00	1,320.14	5,280.56
T 10	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TUBERÍA DE ACERO C-40 DE 6 PULG	ML	21.60	1,473.28	31,822.85
T 11	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE ACERO DE 45X 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	3.00	886.95	2,660.85
T 12	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE ACERO DE 90X 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00	1,034.94	2,069.88
T 13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES PARA CONEXIÓN EN TANQUE MEDIANTE BRIDA DE ACERO DE 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	3.00	1,436.76	4,310.28
T 14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES PARA CONEXIÓN EN TANQUE MEDIANTE EXTREMIDAD CAMPANA DE PVC HIDRÁULICO DE 6 PULG", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00	875.81	1,751.62
T 15	TRATAMIENTO, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE EN PIEZAS ESPECIALES DE ACERO	M2	9.98	131.4	1,311.37
	SUMA TREN DE PIEZAS ESPECIALES				236,388.72

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
4	CASETA DE CONTROLES				
3 001	TRAZO Y LIMPIEZA EN EL ÁREA DE TRABAJO	M2	8.00	7.64	61.12
3 002	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M3	5.00	57.06	285.3
3 003	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO DE F'C=100 Kg/cm ² EN PLANTILLA	M3	2.00	1,707.80	3,415.60
3 004	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO DE F'C= 250 Kg/cm ²	M3	2.50	2,282.92	5,707.30
3 005	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN MUROS HASTA 3.0 MTS. DE ALTURA EN CIMENTACIONES, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO.	M2	4.00	152.25	609
3 006	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN TRABES Y CASTILLOS, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO	M2	10.00	168.24	1,682.40
3 007	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO.	M2	18.00	223.95	4,031.10
3 008	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO	KG	450.00	27.62	12,429.00
3 009	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA, JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M3	4.00	1,199.28	4,797.12
3 010	MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	26.00	294.82	7,665.32
3 011	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA 10/10	M2	6.00	73.93	443.58
3 012	RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR. INCLUYE, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	5.00	271.09	1,355.45
3 013	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M2	50.00	147.17	7,358.50
PTA 01	PUERTA METÁLICA TIPO BANDERA DE 2.10 X 0.90 M Y VENTANA DE 0.90 X 0.60 CM.	PZA	1.00	6,588.25	6,588.25
3 015	PINTURA VINILICA VINIMEX MARCA COMEX LAVABLE EN MUROS Y PLAFONES, A TRES MANOS, TRABAJO TERMINADO.	M2	71.61	53.33	3,818.96
	SUMA CASETA DE CONTROLES				60,248.00

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
5	CÁRCAMO DE BOMBEO DE 60,000 LITROS				247,181.71
1	MATERIALES				
1 001	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M ²	64.86	4.63	300.3
002 01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL COMÚN, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M ³	51.89	54.16	2,810.36
002 02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 Kg/cm ² EN PLANTILLA	M ³	3.20	1,671.21	5,347.87
002 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=250 Kg/cm ² EN LOSA DE PISO	M ³	7.13	2,419.64	17,252.03
002 04	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO DEL NO. 3	Kg	1,353.34	27.62	37,379.25
002 05	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA EN MUROS, JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M ³	48.93	1,199.28	58,680.77
002 06	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA EN CIMENTACIÓN, JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M ³	22.88	1,199.28	27,439.53
002 07	SUMINISTRO DE CONCRETO EN DALAS DE DESPLANTE Y CERRAMIENTO DE 20 X 30 CM DE F"C=250 Kg/cm ² , CIMBRADO Y DESCIMBRADO Y ACABADO COMÚN EN DOS CARAS CON ALTURA MÁXIMA DE 6.00 METROS.	M ³	2.61	2,246.31	5,862.87
002 08	RELLENO EN PLATAFORMA COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO	M ³	79.20	238.76	18,909.79
002 09	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M ²	82.10	134.03	11,003.86
002 10	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA	M ²	93.44	223.95	20,925.89
002 11	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=250 Kg/cm ² EN LOSA	M ³	4.55	2,419.64	11,009.36
002 12	ACABADO ESCOBILLADO EN AZOTEA CON PASTA DE CEMENTO Y AGUA	M ²	41.34	47.2	1,951.25
002 13	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ESCALERA MARINA A BASE VARILLA No. 6 (3/4") DE 1500 MM DE LONGITUD COLOCADA A CADA 300 MM	PZA	2.00	534.55	1,069.10

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
002 14	CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (T2) CON MEDIDAS EXTERIORES DE 1.28 X 1.18 MTS. A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 CM. DE ESPESOR, APLANADO EN EL INTERIOR CON MORTERO DE CEM-ARENA PROPORCIÓN 1:3, ARMADA CON ACERO DE REFUERZO DE VARILLA DEL # 2 Y # 3, CONCRETO F'C=200 Kg/cm ² CON T.M.A. DE 3/4", CIMBRA DE MADERA DE PINO DE 3a CIMBRADO Y DESCIMBRADO, INCLUYE: MARCO CON TAPA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	2.00	6,134.92	12,269.84
002 15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA DE REGISTRO DE 60 X 60 CM Y LAMINA DE FIERRO DEL NO. 10 Y ANGULO DE 2 X 5/16 PULG	PZA	1.00	838.21	838.21
002 16	ACARREO 1er KM MATERIALES PÉTREOS, ARENA, GRAVA, MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN EN CAMIÓN VOLTEO, DESCARGA VOLTEO EN CAMINO PLANO, BRECHA, LOMERÍO SUAVE, TERRACERÍAS, LOMERÍO PRONUNCIADO, REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO.	M ³	67.45	69.17	4,665.52
	SUBTOTAL MATERIALES EN CÁRCAMO				237,715.80
2	MANO DE OBRA				
003 01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN EN TANQUE DE MAMPOSTERÍA DE FOGO DE 4" DE DIÁMETRO", INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. (SIN OBRA CIVIL)	PZA	2.00	2,299.44	4,598.88
PZA 09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DE FOGO DE 4 PULG X 1.8 M PARA SALIDA, DEMACIAS Y LIMPIEZA DEL DEPOSITO	PZA	3.00	1,573.84	4,721.52
PZA 01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPON CACHUCHA DE FOGO DE 4 PULGADAS, INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	1.00	145.51	145.51
	SUBTOTAL MANO DE OBRA				9,465.91
	SUMA CÁRCAMO DE BOMBEO				247,181.71
6	MALLA PERIMETRAL				
MP 01	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M ²	57.60	4.63	266.69
MP 02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M ³	33.84	58.31	1,973.21
MP 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 Kg/cm ² EN PLANTILLA	M ³	1.88	1,671.21	3,141.87

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MP 04	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M ³	15.36	1,206.01	18,524.31
MP 05	DALA DE DESPLANTE CON SECCIÓN DE 15 x 20 cm, CON CUATRO VARILLAS DE 3/8" de Ø, ESTRIBOS DE 1/4" de Ø @ 20 cm. CON CONCRETO ASENTADO A MANO F'C= 150 kg/cm2, AGREGADO MÁXIMO DE 3/4".	ML	94.00	186.32	17,514.08
MP 06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA CICLÓN DE 55 x 55MM. CAL. 10.5 DE 2.00 M. DE ALTURA.	ML	90.50	288.93	26,148.17
MP 07	PUERTAS A BASE DE MALLA CICLÓN DE 55 x 55MM. CAL. 10.5 DE 2.00 X 1.75 M.	PZA	1.00	3,593.77	3,593.77
MP 08	RELLENO EN ZANJAS A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA P.U.O.T.	M ³	11.28	40.42	455.94
	SUMA MALLA PERIMETRAL				71618.04
7	CASETA PARA EQUIPO DE CLORACIÓN				
CC 01	TRAZO Y NIVELACIÓN Y LIMPIEZA PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS	M ²	9.40	4.63	43.52
CC 02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL TIPO B, EN SECO EN ZONA "A" DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROFUNDIDAD	M ³	1.93	54.16	104.53
CC 03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C=100 Kg/cm ² EN PLANTILLA DE 5 CM DE ESPESOR	M ³	0.23	1,671.21	384.38
CC 04	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M ³	2.23	1,210.49	2,699.39
CC 05	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CURADO DE F'C= 200 Kg/cm ² , INCLUYE FABRICACIÓN, Y ACARREOS.	M ³	1.88	2,123.90	3,992.93
CC 06	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, INCLUYE HABILITADO, DESPERDICIOS Y ALAMBRE.	Kg	224.75	27.62	6,207.60
CC 07	MURO DE TABIQUE ROJO COMÚN DE 14 cm. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M ²	14.24	286.32	4,077.20
CC 08	CELOSÍA DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 14 cn. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA PROPORCIÓN 1:3, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M ²	1.10	298.1	327.91
CC 09	APLANADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 DE 3 CM DE ESPESOR EN PISOS Y MUROS, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.	M ²	36.14	147.17	5,318.72
CC 10	EMBOQUILLADO CON MORTERO CEMENTO- ARENA 1:3,	ML	36.00	83.24	2,996.64

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA.				
CC 11	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN LOSA	M ²	9.80	223.95	2,194.71
CC 12	CIMBRA DE MADERA PARA ACABADOS NO APARENTES EN TRABES Y CASTILLOS, INCLUYE FLETES, ACARREOS, HECHURA DE LA CIMBRA, CIMBRADO Y DESCIMBRADO	M ²	21.09	168.24	3,548.18
CC 13	PISO DE CONCRETO SIMPLE F'C= 150 Kg/cm ² , AGREGADO MÁXIMO DE 3/4", DE 0.08M DE ESPESOR, ACABADO PULIDO O RAYA.	ML	3.34	219.04	731.59
CC 14	PINTURA VINILICA VINIMEX MARCA COMEX LAVABLE EN MUROS Y PLAFONES, A TRES MANOS, TRABAJO TERMINADO.	M ²	36.14	53.33	1,927.35
CC 15	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ O CONTACTO DE 1/2 PULGADA DE DIÁMETRO	SAL	4.00	635.54	2,542.16
CC 16	PUERTA METÁLICA 2.10 X 1.80 M DE DOS HOJAS CON VENTILACIÓN EN LA PARTE INTERIOR	PZA	1.00	4,474.46	4,474.46
	SUMA CASETA PARA EQUIPO DE CLORACIÓN				41,571.27

2.7.1.- RESUMEN.

CONCEPTO	IMPORTE
DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO	318,976.51
EQUIPO ELECTROMECAÁNICO	725,272.97
TREN DE PIEZAS ESPECIALES	236,388.72
CASETA DE CONTROLES	60,248.00
CÁRCAMO DE BOMBEO	247,181.71
MALLA PERIMETRAL	71,618.04
CASETA PARA EQUIPO DE CLORACIÓN	41,571.27
SUBTOTAL	1,701,257.22
I.V.A.	16%
TOTAL	1,973,458.38
IMPORTE TOTAL CON LETRA	
UN MILLÓN NOVECIENTOS SETENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 38/100 M.N.	

2.8.- PLANOS TOPOGRÁFICOS

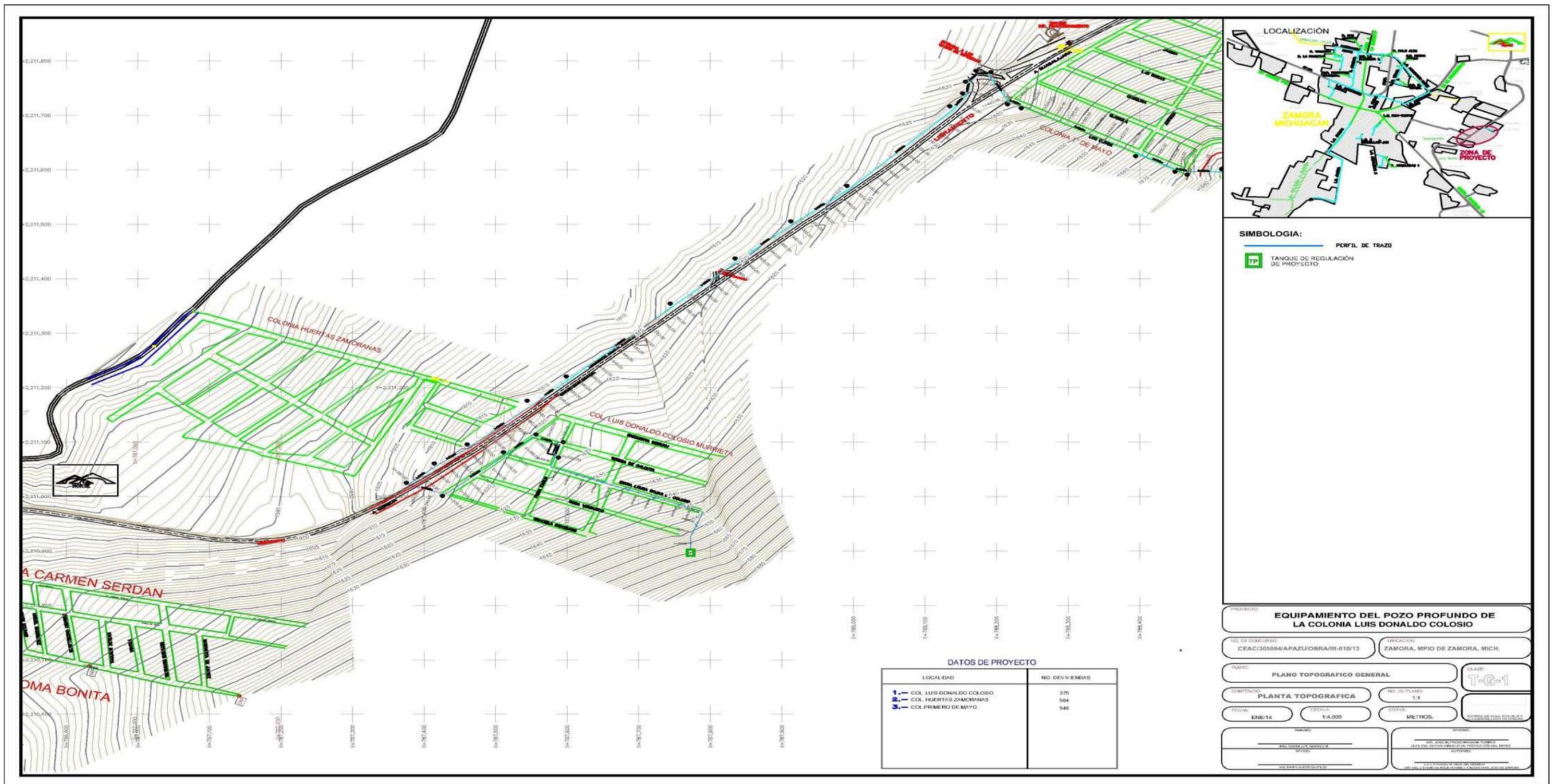


Figura 2. 8.- Planos Topográficos del Proyecto

2.9.- PLANOS DEL PROYECTO

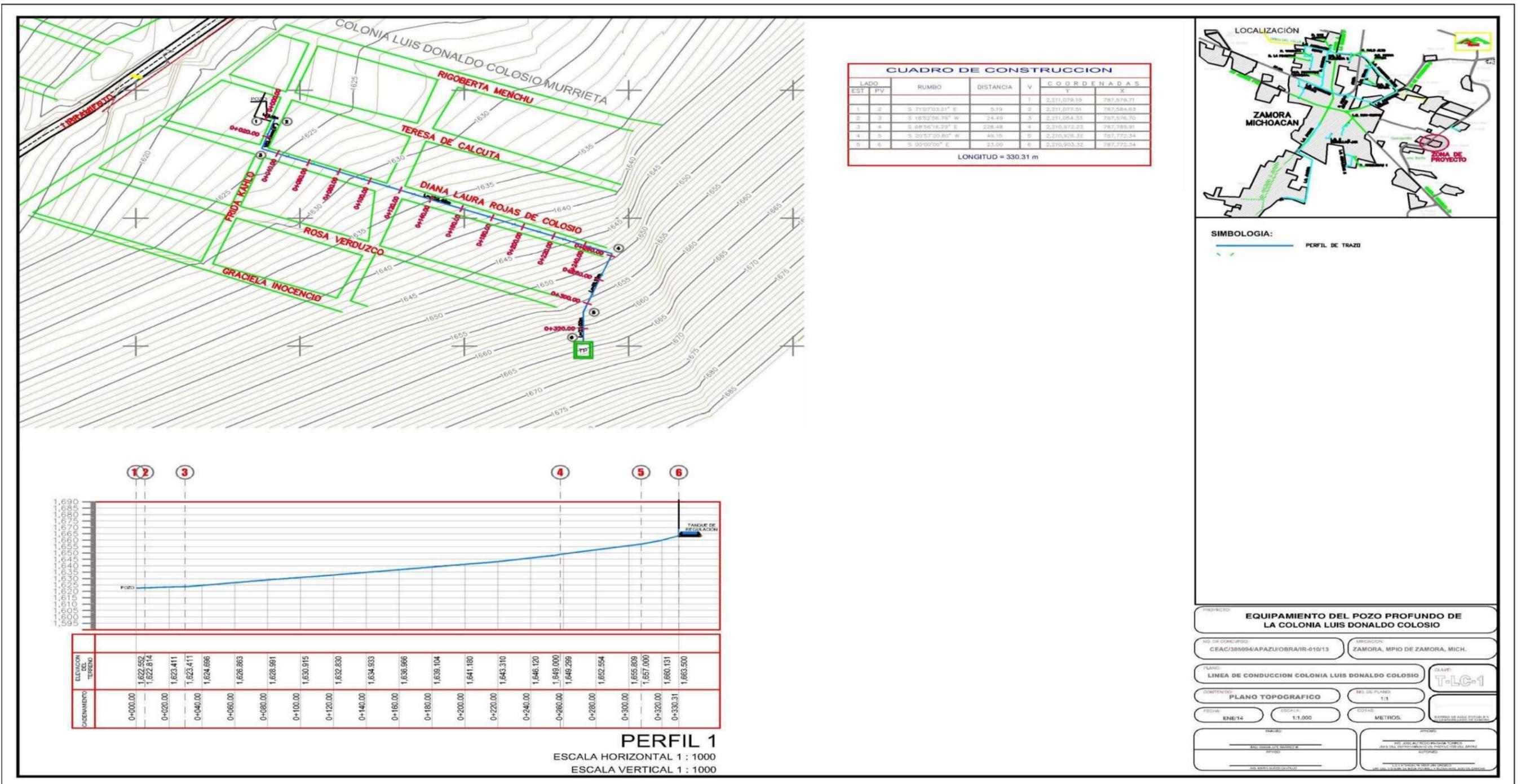


Figura 2. 9.- Plano Topográfico de la Línea de Conducción

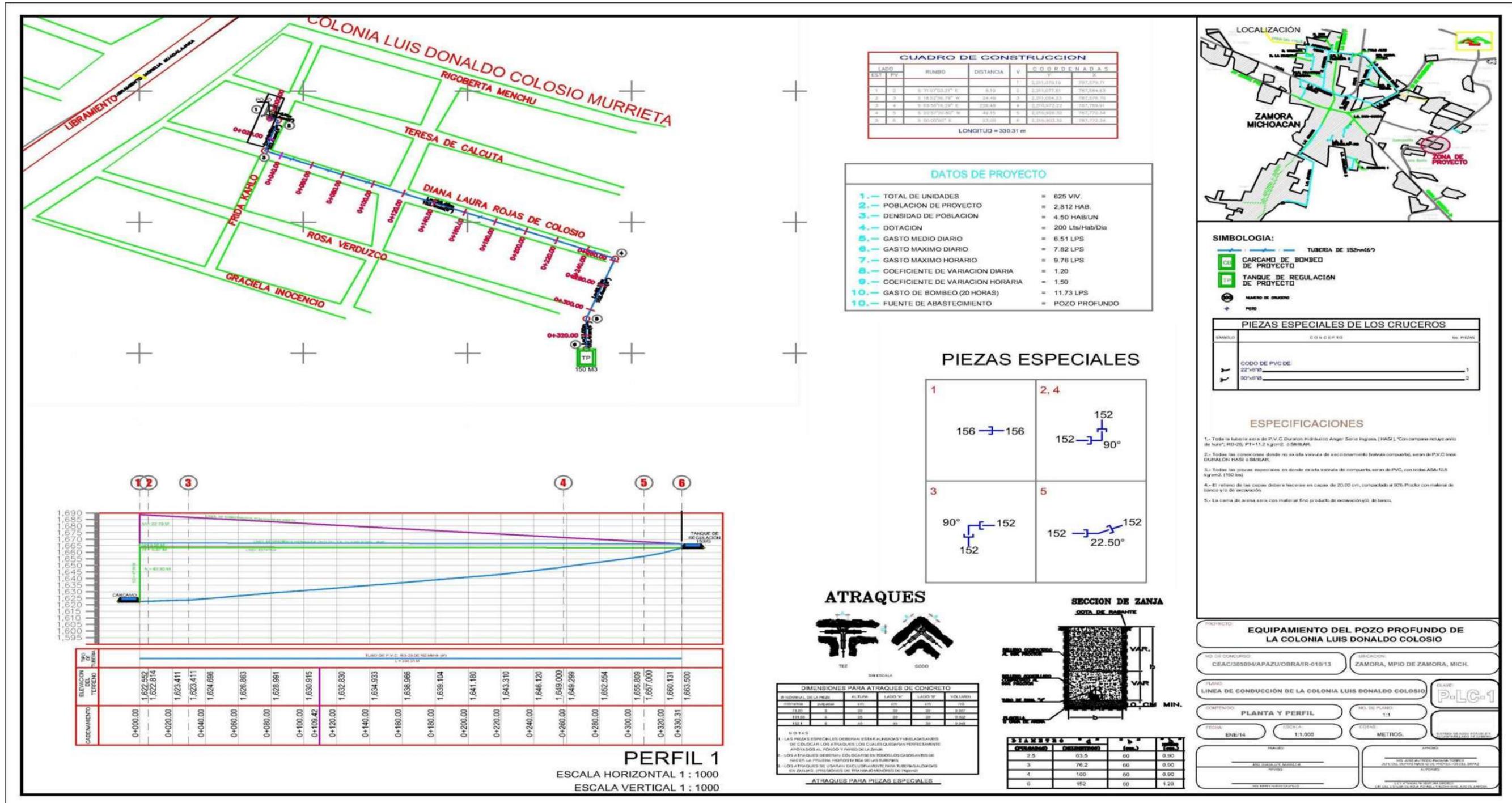


Figura 2. 10.- Línea de Conducción

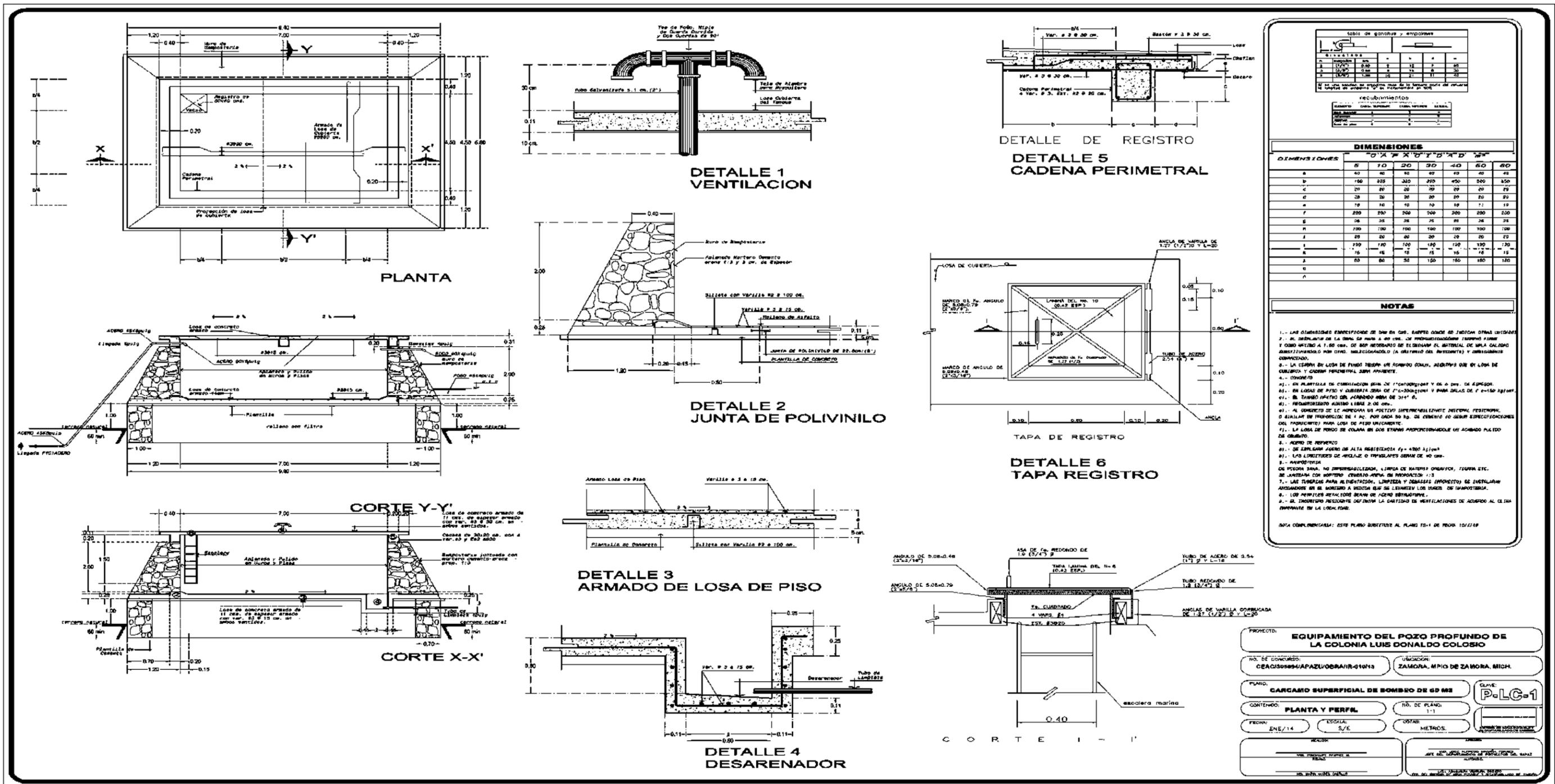


Figura 2. 11.- Cárcamo de Bombeo

CAPITULO 3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1.- CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que llegamos después de realizar este proyecto de diseño construcción y equipamiento del pozo profundo ubicado en la colonia Luis Donaldo Colosio en Zamora mich. Es principalmente que el egresado de la facultad de Ing. Eléctrica de la UMSNH tiene la capacidad y conocimientos necesarios para elaborar este tipo de proyectos.

Aunque mi responsabilidad en los primeros escalones profesionales me he desempeñado como residente de obra y constructor de proyectos eléctricos mecánicos, civiles y todo lo relacionado con la construcción.

Así mismo a través de la experiencia se adquieren los conocimientos en materia administrativa y gestión que permiten en un futuro abrir nuevas opciones al egresado.

Cabe mencionar que el ramo de la construcción siempre existirá una constante generación de nuevas oportunidades y tecnologías que irán a la vanguardia de las necesidades, de la sociedad que te rodea.

3.2.- RECOMENDACIONES

La recomendación del proyecto expuesto debe de cumplir las normas necesarias en el diseño y proyecto de comisión nacional del agua, este proyecto se elaboró con el objetivo de dar servicio de acuerdo a las necesidades de la población hidráulicas y eléctricas, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas y satisfactorias para las necesidades determinadas en el proyecto.

Esta norma cubre prácticamente todos los espacios y rubros de la construcción como son:

- Viviendas.
- Colonias.
- Tanque regulatorio.
- Subestaciones eléctricas.
- Tramitología.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hidráulica, tercera edición, norgis editoriales S.A. México DF.
2. Hidráulica y particularmente hidrodinámica.
3. Norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, Nom 001-cede.
4. Página oficial de Comisión Federal de Electricidad www.cfe.gob.mx