

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADO

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y
CERRO ALTO, MUNICIPIO DE CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE EL
SALVADOR

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERA CIVIL**

PRESENTADO POR

XOCHIL ASTRID CHACHAGUA CUELLAR
DAYANA CAROLINA SÁNCHEZ GUEVARA

DOCENTE ASESOR

INGENIERO WILBERT ALEXÁNDER LÓPEZ REYES

MAYO, 2021

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ACADEMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO GENERAL

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LCDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

M.Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA

VICEDECANA

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

AGRADECIMIENTOS.

A Dios. Por ser mi refugio y mi protector, por brindarme fortaleza y sabiduría durante toda mi vida académica, por darme la dicha de poder decir “Gracias a Dios soy Ingeniera” por no soltar mi mano en ninguna circunstancia que yo miraba como gran problema y por permitirme ahora estar aquí y ser tan feliz de haberlo logrado.

A mi Abuelita. Por ser mi guía durante tanto tiempo, por celebrar conmigo desde la primera graduación en kínder, por estar conmigo en cada ascenso académico. Gracias abuelita por siempre orar por mí, por creer en mí y también desvelarse conmigo, sé que ahora desde el cielo celebras. Te amo para siempre.

A mi Abuelo. Bigotes gracias por siempre preguntar cómo me iba y si necesitaba algo ahí estaba el. Por el apoyo incondicional que por medio de mi abuelita siempre me diste. Sos grande Bigotes.

A mi Papi. Gracias, por tanto, por querer siempre lo mejor para mí y ahora te puedo decir lo logramos, gracias por cada sacrificio que hiciste por mí.

A mi Esposo. Quien me motivo a ser Ingeniera y desde el principio ha estado conmigo, gracias lindo por apoyarme durante toda la carrera, gracias por ayudarme a estudiar y entender, aunque estuviera difícil. Te amo

A mis mami. Gracias porque han estado conmigo siempre, a mi mami Ely quien me peinaba y me llevaba al cole, y que no creía que lo iba a lograr ahora es la más presumida con mi logro jajaja. A mi mami Lupita que desde kínder hizo mi canasta para ir bonita a la graduación y por maquillarme para mi graduación de bachillerato, las amo mami.

A mis hermanos. César gracias mi chicha por ayudarme con todo lo que te pido, Vale gracias gordita porque, aunque no me entendías me escuchabas cada vez que llegaba triste por algo de la U, Nay y Jamilah gracias por orar por su hermana grande, los amo.

A toda mi familia. Gracias por compartir este logro y felicidad conmigo, los quiero. Tía Ana por toda su ayuda y gracias a ella siempre tener ropa linda para ir a la U. Mi mamá por aparecer en el momento justo, gracias por toda su ayuda.

A mi compañera de tesis. Daya, gracias bebé por dar el último paso junto a mí, por ser mi amiga durante tanto tiempo por alegrarte conmigo y también por estar en mis tristezas. Estoy feliz de compartir con vos uno de nuestros sueños más anhelados. Te requiero.

A mi asesor. Gracias Inge por su apoyo en el trabajo de grado, por la confianza que nos brindó a mi compañera y a mí. Por motivarnos a lograr y terminar nuestro último proceso en la U.

A Tania, gracias amiga y hermana por estar conmigo y motivarme cada vez que me mirabas y su esposo Walter por creer en mi gracias amigos. A toda la familia de mi esposo gracias por sus oraciones, por preguntarme como iba y ahora estar feliz por mí.

A mis amigas. Gisela, Pao, Fátima, Tati, Daya y Gabi Leto. Gracias por hacer que la U fuera algo extraordinario, por todas las historias y recuerdos que compartimos juntas. Las quiero mucho mis ocsas.

A mis compañeros que se convirtieron en amigos, que hicieron que lo difícil se recompensara con ustedes, gracias por su ayuda en los trabajos en los parciales y en todas actividades de la U.

Xochil Astrid Chachagua Cuellar.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por regalarme el privilegio de la vida, por todos los momentos vividos a lo largo de esta aventura académica, por acercarme a él cada vez que me alejaba, poniéndome situaciones difíciles para hacerme entender que sin él yo no era nada, recordándome que el lugar más alto era estar a sus pies y que sus pensamientos hacia a mí eran buenos. Gracias por ser mi amparo mi fortaleza y mi sabiduría. Sino sería por él no sería Ingeniera.

A mi mamá por ser mi pilar fuerte, por luchar todos los días por darme lo mejor, por sacrificarse y ponerme antes que ella en todas las cosas, gracias por sus consejos y sus regaños sin ellos no sería quien soy ahora, Gracias por confiar en mí, aunque muchas veces la duda llegaba, ahora en la distancia madre yo sé que estará celebrando este triunfo más que cualquier otra persona. Ojalá un día pueda devolver, aunque sea un poquito de lo mucho que me ha dado. Este triunfo es para Ud. La amo inmensamente.

A mi papa por ser mi mejor amigo, y por confiar en mí desde el día cero de esta historia, gracias por apoyarme y por brindarme todo lo que necesitaba y no solo lo material, sino aquello que no podemos comprar (amor, comprensión y apoyo). Este triunfo también te lo dedico a vos que me has amado toda la vida.

A mis hermanas que son mi mayor fan, y que son un motivo más para esforzarme todos los días, gracias por estar ahí sacando una sonrisa cada vez que lo necesitaba, son un gran regalo para mí.

A mi compañera de tesis Xochil por ser mi ser de luz, por acompañarme en este viaje académico, pero también por acompañarme en este viaje que llamamos vida y que tienes tanto para dar. Gracias por apoyarme y ser el lado sensato de este equipo cuando ya no podíamos más.

Al ingeniero Wilbert López, por asumir el compromiso de guiarnos en este trabajo, compartiendo sus conocimientos, motivándonos cada día a ser ordenadas, gracias por apoyarnos en todo momento. También quiero agradecer el honor de haberle conocido, ser un consejero, un amigo y un gran referente para mí, mi respeto y mi cariño es para siempre.

A mi amiga Marleny por brindarme su apoyo sus consejos, y sus conocimientos, por facilitarme material que era de gran ayuda, por incentivarme a luchar siempre y alegrarse cada vez que me iba bien.

A las oczas por tantos bonitos momentos juntas, gracias totales.

Dayana Carolina Sánchez Guevara.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPITULO I: GENERALIDADES	17
1.1 Descripción del tema.....	18
1.1.1 Objetivos.	18
1.1.1.2 Objetivo General.....	18
1.1.1.3 Objetivos Específicos.....	18
1.1.2 Antecedentes.....	18
1.1.3 Planteamiento del proyecto.....	19
1.1.4 Ubicación del proyecto.....	20
1.1.5 Alcances Globales.	20
1.1.6 Justificación.	21
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.	23
2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	24
2.1.1 Definición.....	24
2.1.2 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.	24
2.1.3 Estudio base del diseño.....	25
2.1.4 Periodo de diseño.	25
2.1.5 Población y densidad.	26
2.1.6 Población futura.....	26
2.1.7 Consumo	27
2.1.9 Variaciones de consumo.....	29
2.2 Factores de diseño.....	30
2.3 Calidad del agua.	30
2.4 Accesorios para los sistemas de abastecimiento de agua potable	30

2.5 Anclajes para tuberías de línea de alimentación.	31
2.6 Línea de impelencia.....	31
2.7 Estaciones de bombeo.....	31
CAPITULO III: DISEÑO DE RED DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE.	32
3.1 Población y caudal de diseño de red.....	33
3.1.1 Dato característico.....	33
3.1.2 Población servida por acometidas domiciliarias.....	33
3.1.3 Cálculo de caudales.....	34
3.1.4 Cálculo de caudal de diseño.....	34
3.2 Diseño de volumen de tanque para red.....	36
3.2.1 Volumen de variación horaria.....	36
3.2.2 Volumen por incendio.....	36
3.2.3 Volumen por reparaciones.....	37
3.3 Diseño de la línea de impelencia para red.....	37
3.3.1. Cálculo de pérdidas de carga.....	37
3.3.2 Cálculo de diámetro de tubería:.....	38
3.3.4 Selección de equipo de bombeo tramo.....	39
3.5 Diseño de potencia de equipo de bombeo para extracción.....	42
3.6 Análisis del golpe de ariete.....	43
3.7 Fuente de abastecimiento.....	50
3.8 Caseta de bombeo.....	51
3.8.1 Memoria eléctrica del equipo de bombeo del pozo.....	51
3.9.3 Sistema de cloración.....	56
CAPITULO IV: SIMULACIÓN DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .	57
4.1 Información general sobre el software WaterCad.....	58

4.2 Pasos para diseñar en WaterCad.....	58
4.3 Ejecución de simulación en WaterCad.....	61
4.3.1 Ingreso de información.....	61
4.3.2 análisis hidráulico del sistema.....	61
4.4 Modelación de la red de abastecimiento de agua en el software.....	62
4.4.1 Datos obtenidos de WaterCad.....	64
CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	68
5.1 Obras preliminares.....	69
5.1.1 Chapeo y limpieza	69
5.1.2 trazo y nivelación para tuberías.....	69
5.2 Terracería.....	70
5.2.1 Excavación, relleno y compactación.....	70
5.2.2 Cajas para válvulas	70
5.2.3 Relleno compactado con material selecto.....	71
5.2.4 Desalojo de material sobrante.....	72
5.3 Sección albañilería.....	73
5.3.1 Mampostería de ladrillo de barro.....	73
5.3.2 Construcción de tanque de almacenamiento.....	73
5.4 Sección instalaciones hidráulicas.....	74
5.4.1 Tubería y accesorios de PVC.....	74
5.4.2 Válvulas y accesorios.....	74
5.4.3 Válvulas de compuerta	75
5.4.4 Válvulas de aire de expulsión de aire.....	75
5.4.5 Válvula globo para tanque.....	75
5.4.6 pruebas de tuberías para agua potable	76

Desinfección sanitaria	77
5.4.7 Desinfección de tuberías	77
5.4.8 Anclajes	78
5.4.9 Cajas de válvulas.....	78
5.5 Tanque de almacenamiento	79
5.5.1 Tanque.....	79
5.5.2 Clorador.....	79
5.5.3 Medidores.	80
5.5.4 Análisis de agua.....	80
5.6 Sección miscelánea	81
5.6.1 Cerca de postes de concreto y malla ciclón	81
5.7 Portones.....	82
5.8 Concreto ciclópeo.....	84
5.7 Sección concreto estructural	84
5.7.1 Moldes y formaletas	85
5.7.2 Acero de refuerzo	89
CAPITULO VI: PRESUPUESTO	96
6.1 Clasificación de los costos.	97
6.1.1 Costos directos.....	97
6.1.2 Costos indirectos.....	97
6.2 Presupuesto de construcción del sistema de agua potable.....	98
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES.	105
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106
ANEXOS	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Datos característicos. Fuente propia.....	33
Tabla 3.2 Datos característicos. Fuente propia.....	33
Tabla 3.3 Tabla de variaciones de consumo. Fuente ANDA.....	34
Tabla 3.4 Caudales de diseño. Fuente propia.....	34
Tabla 3.5 Calculo de Caudal medio diario. Fuente propia.....	35
Tabla 3. 6 resumen de aforo. Fuente: Alcaldía municipal de Caluco.	51
Tabla 4.1 resultados obtenidos de WaterCad. Fuente propia.	65
Tabla 4.2 resultados obtenidos de WaterCad. Fuente propia.	67

INDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1 Habitantes por año.	27
Ecuación 2 Tasa de crecimiento.	27
Ecuación 3 Progresión geométrica.....	27
Ecuación 4 Caudal medio diario. (QMD)	29
Ecuación 5 Caudal máximo diario (QMÁXD).....	29
Ecuación 6 Cálculo de la población futura.	33
Ecuación 7 Pérdidas de carga de Hazen Williams.	38
Ecuación 8 Pérdidas lineales.	38
Ecuación 9 Velocidad de flujo.	39
Ecuación 10 Carga dinámica total.....	39
Ecuación 11 Perdidas de carga Hazen Williams.	40
Ecuación 12 Diferencia de elevación.	40
Ecuación 13 Perdidas por velocidad	41
Ecuación 14 Perdidas menores.....	41
Ecuación 15 Perdidas por longitud.....	42
Ecuación 16 Potencia de la bomba.	42
Ecuación 17 Celeridad de la onda.....	43
Ecuación 18 Constante k golpe de ariete.....	44
Ecuación 19 Periodo de la tubería.	45
Ecuación 20 Tiempo de parada de Mendiluce.	45
Ecuación 21 Altura manométrica.....	45

Ecuación 22 Sobrepresión según michaud.	48
Ecuación 23 Sobrepresión en tubería según allevi.	48
Ecuación 24 Corriente nominal	51
Ecuación 25 Caída de tensión.....	53
Ecuación 26 Cálculo de la Potencia activa.....	54
Ecuación 27 Cálculo de potencia aparente.	54
Ecuación 28 Corriente monofásica.....	55

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Ubicación del Municipio de Acajutla	20
Figura 2 “Valores del módulo de elasticidad y coeficientes K	44
Figura 3 “valores de coeficiente K”	47
Figura 4 Creación de un proyecto en el sistema de modelacion.....	58
Figura 5 Configuración del modelo. Watercad.	59
Figura 6 Configuración del diámetro y material de la tubería. Watercad.	59
Figura 7 Introducción de elementos de la red. Watercad.	59
Figura 8 Asignación de demandas nodales. Watercad.	60
Figura 9 Reconocimiento de errores. Watercad.	60
Figura 10 Análisis Hidráulico del sistema o corrida. Watercad.....	60
Figura 11 Información de los datos generados de la modelacion. Watercad.	61

INTRODUCCIÓN.

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequías, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, instituciones o conocimientos para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua. Muchos países todavía no están en condiciones de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua, con lo que su seguridad, desarrollo y sostenibilidad medioambiental se ven amenazados.

En el siglo XXI en El Salvador el nivel de acceso a servicios de abastecimiento de agua potable es bajo, a pesar del reciente incremento en cobertura e inversión por parte de las autoridades competentes, generando subdesarrollo e insalubridad, Esto ejerce un impacto negativo sobre la productividad y la salud de la población salvadoreña, especialmente entre los habitantes de las zonas rurales. Los recursos de agua están seriamente contaminados y una gran parte de las aguas residuales se descargan en el medio ambiente sin ningún tratamiento.

Por lo tanto, se pretende proponer una solución a los problemas de abastecimiento de agua potable en los cantones Las flores y Cerro alto, por medio de los conocimientos técnicos adquiridos, a través del presente trabajo de grado para el proyecto. **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO DE CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR.**

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Descripción del tema

1.1.1 Objetivos.

1.1.1.2 Objetivo General.

- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para los cantones las Flores y Cerro Alto, en el municipio de Caluco, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1.1.1.3 Objetivos Específicos.

- Realizar el levantamiento topográfico de los cantones Las flores y Cerro Alto.
- Elaborar los respectivos planos que permitan dar a conocer el diseño propuesto.
- Diseñar un tanque de almacenamiento con capacidad de abastecer a las comunidades beneficiadas.
- Desarrollar la memoria de cálculo necesaria para el diseño de la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Las Flores y Cerro Alto.

1.1.2 Antecedentes.

A lo largo de la historia el ser humano se ha visto en la necesidad de buscar diferentes soluciones para los problemas que son de carácter urgente para mantener su calidad de vida.

El Salvador que es un país con un grave problema de sobrepoblación en comparación con los demás países centroamericanos, existen diferentes problemas en aspectos como falta del suministro de agua potable, vías de comunicación, seguridad, disposición de la basura y desde luego salud y educación.

«En 2018, representantes de la embajada de Japón firmaron convenios para impulsar el financiamiento de dos proyectos que beneficiarán a habitantes del cantón Las Flores y Cerro Alto, comunidades pertenecientes a Caluco. Estos proyectos comprenden trabajos como la instalación de tuberías, sistemas de bombeo y construcción de tanques. Las obras, con las que se esperaría mejorar la calidad de vida de 2,178 habitantes.»(Gobierno de El Salvador, 2020) Se debe aclarar que dicho Proyecto no ha logrado beneficiar a los habitantes de estos cantones en su totalidad, puesto que el proyecto se estimaría en dos fases, la primera que ya está puesta en funcionamiento y que solo beneficia a una parte de habitantes, siendo así que la otra parte de habitantes tienen que recorrer prolongadas distancias hasta el río ojo de agua, para abastecerse del vital líquido.

1.1.3 Planteamiento del proyecto.

Un sistema óptimo de agua potable es fundamental, sin mencionar que es sumamente importante para el desarrollo social y económico para cualquier comunidad, ya que hace posible el buen funcionamiento y la calidad de vida de los habitantes, para que estos gocen de buena salud bajo condiciones salubres y eviten contraer un sin número de enfermedades.

En nuestro país son muchos los sectores que no cuentan con un servicio eficiente de agua potable, en algunos casos ni siquiera cuentan con un servicio, y esto puede quedar evidenciado en los sectores de poblaciones más pequeñas como caseríos y cantones, tal es el caso de los cantones, Las Flores y Cerro alto, que forman parte del municipio de Caluco.

Si bien es cierto que las comunidades tienen una gran variedad de problemas que resolver, como pueden ser de viabilidad, iluminación infraestructuras entre otros, el problema con mayor prioridad a resolver es el abastecimiento de agua potable, ya que los habitantes obtienen el recurso hídrico a través de ríos que es una fuente abundante en invierno pero escasa en verano, o por pipas que les proporcionan el vital líquido cada cierto tiempo durante la semana, viéndose los habitantes obligados a realizar tareas extras (como pagar costos excesivos o transportar el agua en depósitos) para poder tener el suministro en sus propias viviendas, por lo tanto es de

suma importancia realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de Agua potable, que les permita a dichos habitantes el tener una visión de cómo puede ser la red de distribución, a fin de poseer agua potable directamente en el interior de sus hogares sin tener la molestia de realizar tareas adicionales.

1.1.4 Ubicación del proyecto.

El proyecto de “ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO DE CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR.

«Ubicado en el municipio de Caluco, tiene un área que mide 51.43 km², su cabecera municipal es la ciudad de Caluco, situado a 385 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas 13°43 25” LN y 89°39 45 LWG. Y se considera que su área urbana es de 0.75 Km² y 50.48 Km² restantes corresponden al área rural. » (ISDEM, 2016).



Figura 1 Ubicación del Municipio de Acajutla

1.1.5 Alcances Globales.

Basándose en el estudio correspondiente de las condiciones existentes en los cantones Las Flores y Cerro Alto, del municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, en este trabajo de graduación se pretende:

- El levantamiento topográfico desde la fuente de abastecimiento, como lo serán aproximadamente 5 kilómetros que comprenderían la red de distribución.
- La realización del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable dirigido a beneficiar a los habitantes de los cantones Las Flores Y Cerro Alto, sin incurrir en decisiones posteriores a cerca de la ejecución del proyecto.
- Obtener cálculos hidráulicos para dimensionar los elementos que conformarán el sistema de abastecimiento, el cual proporcionara una alternativa de solución a la problemática que viven los habitantes de dichos cantones.
- La elaboración de la carpeta técnica producto del trabajo de grado, la cual le servirá de guía a las autoridades para realizar las gestiones pertinentes que le permitan buscar financiamiento para el proyecto.

1.1.6 Justificación.

En El Salvador, el acceso al agua potable tiene muchas limitaciones en algunos sectores de la sociedad.

En el país un 60% de la población pertenece a la zona urbana y un 40% a la zona rural; de la población urbana un 81% cuenta con el servicio de agua potable mediante conexiones domiciliarias, y en la zona rural la situación es aún más preocupante ya que tan solo el 38% de la población cuenta con el sistema de abastecimiento de agua potable mediante conexiones domiciliarias.

Los cantones Las Flores y Cerro Alto, del Municipio de Caluco, han sufrido crecimiento poblacional significativo y se hace necesario el abastecimiento de agua potable para sus pobladores ya que desde el inicio de dicho asentamiento no cuentan con agua potable. Desde entonces se ven en la necesidad de transportar el agua del río ojo de agua a sus casas, caminando por prolongadas horas. El invierno se convierte en un ende facilitador para la recolección de agua, ya que en él 2013 la municipalidad instaló 30 sistemas de captación de agua lluvias, que consistían en

tanques cisternas donde captan el agua lluvia y así podrían realizar tareas domésticas y de aseo personal pero no sucede lo mismo en verano. Acciones que pueden llevar a la propagación de enfermedades y condiciones de vida insalubres para los pobladores al abastecerse de agua no potabilizada.

Por lo antes descrito, es evidente que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable es necesario para contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de dicha zona.

En este caso se pretende beneficiar a los habitantes de los cantones Las Flores y Cerro Alto, mediante la elaboración del diseño del sistema de distribución de agua potable, con el fin de contribuir a las mejoras de tipo económica, social y de infraestructura para la comunidad con lo que se espera incentivar el desarrollo y por ende una mejora sustancial en la calidad de vida de cada uno de sus habitantes.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.

2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

2.1.1 Definición

Un sistema de agua potable es un conjunto de muchos elementos, entre ellos están distintos dispositivos y variedad de mecanismos, que vinculados buscan acercar el agua desde una fuente, llámese fuente el punto desde donde se extrae, recolecta, capta o almacena el agua, hasta las viviendas o puntos de consumo. (Arqhy's Arquitectura, 2012).

2.1.2 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Fuente: Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Pueden ser superficiales o subterráneas.

Obra de Captación: Es la estructura destinada a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población.

Línea de aducción o impulsión: Es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador.

Línea de conducción de agua potable: Se denomina línea de conducción a las partes del sistema que son constituidos por ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de abastecimiento al punto de su almacenamiento u otro sitio donde se realiza algún tratamiento previo a su distribución.

Planta de Tratamiento: Es el conjunto de estructuras destinadas a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla.

Depósito Regulador: Es la estructura destinada a almacenar parte de los volúmenes requeridos por la población a fin de garantizar su entrega de manera continua y permanente. Además, el depósito regulador tiene como objetivo garantizar las presiones requeridas en los aparatos sanitarios de las viviendas.

Línea Matriz: Es el tramo de tubería destinado a conducir el agua desde el depósito regulador o la planta de tratamiento hasta la red de distribución.

Red de Distribución: Es el conjunto de tuberías y accesorios destinados a conducir las aguas a todos y cada una de los usuarios a través de las calles.

Acometida Domiciliaria: Es el tramo de tubería que conduce las aguas desde la red de distribución hasta el interior de la vivienda.

En este tramo de tubería se colocan los contadores o medidores que son equipos destinados a medir la cantidad de agua que utiliza cada usuario y esta puede ser medida volumétricamente por el caudal.

2.1.3 Estudio base del diseño

Un sistema de abastecimiento de agua es una actividad que debe ser diseñada, por lo que es necesario conocer los componentes básicos que son parte de un sistema con el fin de hacer un buen análisis previo para el diseño. Algunos de los componentes primordiales y básicos para el diseño son:

- Topografía de la zona a abastecer.
- Información sobre infraestructura existente.
- Datos demográficos de la zona.
- Características de la fuente de abastecimiento
- Oferta y demanda de recurso hídrico de la zona.

2.1.4 Periodo de diseño.

Definición

Se denomina periodo de diseño, al número de años para el cual se diseña un proyecto, considerando que durante ese periodo se proporcionará un servicio de calidad y eficiencia. Existen diferentes factores que pueden influir en aumentar o disminuir el periodo de diseño, tales como: calidad y vida útil de los materiales, calidad de los procesos constructivos, calidad de los equipos electromecánicos y de control, calidad del agua, operación y mantenimiento.

Según la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) en cuanto a periodo de diseño dice: “El alcance a período de diseño “n” del proyecto dependerá

de la disponibilidad de las fuentes, vida útil de las instalaciones y recursos financieros con un mínimo deseable de n de 20 años.

2.1.5 Población y densidad.

La población es una de los datos más importantes para conocer qué cantidad de personas habrá que beneficiar. La población y densidad poblacional está directamente relacionada con factores sociales, económicos entre otros, como lo son los nacimientos, fallecimientos, violencia, inmigración o migración, etcétera.

2.1.6 Población futura

La población futura estará constituida por el total de personas a beneficiar al término de la vida útil del diseño de las obras de abastecimiento. Se calcula a partir de la población actual o inicial y densidad poblacional además de los factores de crecimiento poblacional. «La población (P_n), será estimada con base a la población inicial (P_o), levantamientos censales, estadísticas continuas y otras investigaciones demográficas (muestreos, crecimiento vegetativo, fecundidad, población flotante, etc.)» (ANDA, 1998), Para estimar la magnitud de P_n se sugiere aplicar, según el caso, uno de los procedimientos siguientes:

- ✓ Extensión de la propia curva de crecimiento según ajuste o interpolación, gráfica o analítica, mínimos cuadrados.
- ✓ Extensión gráfica de la curva de crecimiento, según desarrollos análogos observados, en población de mayor dimensión.
- ✓ Crecimiento Lineal,
- ✓ Progresión geométrica,
- ✓ Logística de Verhulst.

Progresión Geométrica

«Este método es aplicable a ciudades industrializadas y con poblaciones mayores habitantes. La determinación de la tasa de crecimiento de población (i) se efectúa a partir de los datos de los últimos censos realizados; posteriormente se obtiene el promedio geométrico de las tasas, el cual es utilizado en la aplicación del método.»

(TESIS REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, DISEÑO DE ALCANTARILLADO Y AGUAS LLUVIAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN LUIS DEL CARMEN, CHALATENANGO). La tasa de crecimiento (i) se determina mediante la ecuación que se presenta a continuación.

$$\text{Hab/año} = \frac{P_{o2} - P_{o1}}{\text{periodo}} \quad \text{Ecuación 1 Habitantes por año.}$$

$$i = \frac{\text{hab}}{\text{año}} / P_{o2} \quad \text{Ecuación 2 Tasa de crecimiento.}$$

Donde:

Po2= Población año 2

Po1=Población año 1

Periodo= Años transcurridos entre Po1 y Po2.

Por lo tanto, la población futura se puede estimar con la fórmula siguiente:

$$P_n = P_0(1+i)^n \quad \text{Ecuación 3 Progresión geométrica.}$$

Pn = Población Futura.

PO = Población Actual.

n = periodo de Diseño entre la población futura y la actual.

i = Tasa de crecimiento poblacional.

2.1.7 Consumo

El consumo de agua es función de una serie de factores inherentes a la propiedad, y la localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.

Los principales factores que influyen en el consumo de agua en una localidad pueden ser así resumidos: clima, nivel económico de la población, costumbres de la población, sistema de previsión (servicio médico o no), calidad del agua

suministrada, costo del agua (tarifa), presión en la red de distribución, consumo comercial, consumo industrial, consumo público, pérdidas en el sistema, existencia de red de alcantarillados y otros factores.

Es oportuno hacer énfasis en que la forma de abastecimiento del agua ejerce notable influencia en el consumo total de una ciudad, pues en las localidades donde el consumo es medido por medio de hidrómetros, se constata que el mismo es sensiblemente menor en relación a aquellas ciudades donde tal medición no es efectuada.

2.1.7.1. Tipos de consumo

«En el abastecimiento de una localidad, deben ser consideradas varias formas de consumo de agua, que se pueden discriminar así:» (Terence J. McGhee, 1982)

- Uso doméstico: Aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles, aire acondicionado, descarga del sanitario.
- Uso comercial: Tiendas, bares, restaurantes, estaciones de servicio.
- Uso industrial: Agua como materia prima, agua consumida en procesamiento industrial, agua utilizada para congelación, agua necesaria para las instalaciones sanitarias, comedores, etc.
- Uso público: Limpieza de vías públicas, riego de jardines públicos, fuentes y bebederos, limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y galería de aguas pluviales, edificios públicos, piscinas públicas y recreo, combate contra incendios.
- Usos especiales: Combate contra incendios, instalaciones deportivas, ferrocarriles y autobuses, puertos y aeropuertos y estaciones terminales de Autobuses.
- Pérdidas y desperdicios: Pérdidas en el conducto, pérdidas en la depuración, pérdidas en la red de distribución, pérdidas domiciliarias y desperdicios.

2.1.8 DEMANDA

En El Salvador, la demanda varía en un rango que ya está determinado en las Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) la cual es de la siguiente forma: D= dotación doméstica urbana 80 a 350 l/p/d.

2.1.8.1 CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD).

El consumo medio diario se calcula mediante la expresión siguiente:

$$QMD = P_o \frac{D}{86400}$$

Ecuación 4 Caudal medio diario. (QMD)

Dónde: P0= Población Actual (habitantes)

D= Dotación (lt/s).

2.1.8.2 Caudal máximo diario (QMAXD).

El consumo máximo diario se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor de aumento especificado en la Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras. Factor máximo diario: 1.2 -1.5

Para el cálculo del caudal máximo diario se utilizará la expresión siguiente:

$$Q_{MAXD} = \text{Factor maximo diario} * Q_{MD}$$

Ecuación 5 Caudal máximo diario (QMAXD)

2.1.9 Variaciones de consumo

En un sistema público de abastecimiento de agua, la cantidad de agua consumida varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población, etc. Hay meses en que el consumo de agua es mayor en los países tropicales como en El Salvador, sobre todo en los meses de verano. Por otro lado, dentro de un mismo mes, existen días en que la demanda de agua asume valores mayores sobre los demás. Durante el día el caudal dado por una red

pública varía continuamente. En las horas diurnas el caudal supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del mediodía. Durante el período nocturno el consumo decae, por debajo de la media, presentando valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

2.2 Factores de diseño

Los diferentes elementos del Sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua:

Consumo máximo diario: 1.2 a 1.5 consumo medio diario,

Consumo máximo horario: 1.8 a 2.4 consumo medio diario,

Coefficiente de variación diaria $K_1 = 1.2$ a 1.5 ,

Coefficiente de variación horaria $K_2 = 1.8$ a 2.4 ,

Coefficiente de variación mínima horaria $K_3 = 0.1$ a 0.3 consumo medio diario

2.3 Calidad del agua.

Según la Organización Mundial para la Salud (OMS) en la Guías para la calidad del agua potable, primer apéndice a la tercera edición, Volumen 1 dice sobre el agua para consumo de agua: "El agua de consumo inocua (agua potable), según se define en las Guías, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal".

2.4 Accesorios para los sistemas de abastecimiento de agua potable

Los accesorios hidráulicos son elementos que influyen de gran manera en el comportamiento del flujo dentro de un sistema de agua potable, en general proteger la red, controlar el flujo y hacer que una red sea funcional en cuanto a limpieza del agua se refiere, son las características generales de los accesorios hidráulicos.

Entre los accesorios más comunes se tienen las válvulas, como son:

1. Válvulas eliminadoras de aire

2. Válvulas de retención (check)
3. Válvulas de compuerta
4. Válvulas de alivio contra golpe de ariete
5. Desagües o purgas de lodo.

2.5 Anclajes para tuberías de línea de alimentación.

Los anclajes son cuerpos cuya función son la de contrarrestar las fuerzas causadas por la dinámica del flujo de agua. El peso y dimensiones del anclaje se determinarán con base al análisis estático del empuje dinámico, golpe de ariete y resistencia del suelo. Los anclajes pueden ser de concreto simples o armados; en cambios de dirección vertical con empuje hacia arriba la tubería será anclada con abrazaderas metálicas empernadas desmontables o utilizar juntas resistentes con juntas mecánicas con llave o juntas rápidas con llave.

2.6 Línea de impelencia

El diámetro de las líneas de impelencia se determinará a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión más operación vrs. Diámetros.

Son aplicables los parámetros de diseño para conductos forzados descritos en el párrafo anterior relativos al literal b.

2.7 Estaciones de bombeo

El lugar para ubicar el tanque de succión, caseta de bombeo y subestación eléctrica debe ser amplio y protegido contra inundaciones, contaminaciones y otros riesgos.

Las casetas de control de mampostería de ladrillo y concreto armado, serán diseñadas para alojar adecuadamente los controles eléctricos, cloradores, repuestos y accesorios, operador y equipo de bombeo, cuando estos no fueren de intemperie. Las casetas tendrán servicios domésticos de agua potable, aguas negras, drenaje pluvial y electricidad, además de buena iluminación y ventilación.

CAPITULO III: DISEÑO DE RED DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE.

3.1 Población y caudal de diseño de red.

3.1.1 Dato característico.

# DE HABITANTES POR FAMILIA=	5 aprox.
# DE FAMILIAS (ACOMETIDAS A INSTALAR) =	161
POBLACIÓN ACTUAL=	805 personas

Tabla 3.1 Datos característicos. Fuente propia.

3.1.2 Población servida por acometidas domiciliarias.

La tasa de crecimiento poblacional, según la Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC) para esta zona del municipio Caluco, es de: 1.69%. Cabe mencionar que el crecimiento poblacional es exponencial, por lo cual usaremos la siguiente fórmula para el cálculo de la población futura:

$$P_F = P_I(1 + in) \quad \text{Ecuación 6 Cálculo de la población futura.}$$

Dónde: P_F : Población futura, P_I : Población actual, i : tasa de crecimiento, n : período de diseño.

POBLACIÓN ACTUAL=	805 personas	
TASA DE CRECIMIENTO=	1.69%	Según norma técnica de ANDA:
PERÍODO DE DISEÑO=	20 años	20 años min.
POBLACIÓN FUTURA=	1077.09≈1078 personas	

Tabla 3.2 Datos característicos. Fuente propia.

3.1.3 Cálculo de caudales.

CAUDAL MEDIO DIARIO= $Q_{md} = \frac{P_f \times DOT./PERS}{86400} \text{ lts/seg}$	1.62 lts/seg	
FACTOR CONSUMO MAXIMO DIARIO=	1.3	1.2 – 1.5
FACTOR CONSUMO MAXIMO HORARIO=	2.1	1.8 – 2.4
FACTOR CONSUMO MINIMO HORARIO=	0.3	0.1 – 0.3

Tabla 3.3 Tabla de variaciones de consumo. Fuente ANDA.

Caudal medio diario (Qmd) Viviendas actuales = 161 $Q_{md} = (P_f \times \text{dotación lts. Ha/día}) / 86400$	$Q_{md} = (1078 \times 125\text{lts}) / 86400$ Qmd = 1.56lts/seg
Caudal máximo horario (Qmaxh) $Q_{maxh} = Q_{md} \times 2.40$	$Q_{maxh} = 1.56 \text{ lts} \times 2.4$ Qmaxh = 3.74 lts/seg
Caudal máximo diario Qmaxd $Q_{maxd} = Q_{md} \times 1.3$	$Q_{maxd} = 1.56 \text{ lts/seg} \times 1.3$ Qmaxd = 2.028 lts/seg
Caudal mínimo horario Qminh $Q_{minh} = Q_{md} \times 0.30$	$Q_{minh} = 1.56 \times 0.30$ Qminh = 0.47lts/seg

Tabla 3.4 Caudales de diseño. Fuente propia.

3.1.4 Cálculo de caudal de diseño.

En base a la cantidad de familias que serán beneficiadas con el proyecto, calcularemos el caudal de diseño, que es el caudal mínimo que el sistema debe proveer para cubrir la demanda de agua potable de la población de la comunidad atendiendo los requerimientos de la norma técnica de ANDA.

		Según norma técnica de ANDA:
DOTACIÓN POR PERSONA=	125 l/p/d	80 – 350 l/p/d
CAUDAL MEDIO DIARIO= $Q_{mD} = \frac{P_F \times DOT./PERS}{86400} \text{ lts/seg}$	1.56 lts/seg	

Tabla 3.5 Calculo de Caudal medio diario. Fuente propia.

En este caso, tenemos una red de distribución con tanque de almacenamiento, cuyo tanque se abastece a través de una línea de impelencia desde un pozo existente con una bomba. La norma técnica de ANDA exige que el caudal aprovechable sea igual o mayor al consumo máximo diario suministrada en un tiempo no mayor a 20 horas de bombeo, y que el caudal de salida del tanque sea el consumo máximo diario multiplicado por un factor (24/n), donde n son las horas de bombeo. Por lo cual nuestro caudal de diseño es:

$$Q_{DIS} = Q_{mD} \times 1.30 \times \frac{24}{n}$$

$$Q_{DIS} = 1.56 \times 1.30 \times \frac{24}{8}$$

$$Q_{DIS} = 6.084 \text{ lts/seg}$$

Según la norma técnica de ANDA, Las redes sin hidrantes, caso de localidades pequeñas, aldeañas, sin servicio de bomberos, se diseñarán con base al caudal máximo horario de la población de diseño. Entonces debido a que la red se ubica en una comunidad rural sin servicio de bomberos y sin hidrantes, el caudal de diseño deberá ser en base al consumo máximo horario.

$$Q_{DIS} = Q_{mD} \times 2.1 = 1.56 \times 2.1$$

$$Q_{DIS} = 3.28 \text{ lts/seg}$$

3.2 Diseño de volumen de tanque para red.

Las Normas Técnicas de ANDA establecen que para volúmenes de almacenamiento considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzará comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

3.2.1 Volumen de variación horaria.

Los tanques serán diseñados de acuerdo a la integración de la variación horaria senoidal del día de mayor consumo y los valores de K1 y K2 consecuentemente se adaptarán los volúmenes mínimos siguientes:

- 24 h/día de aducción 20% del consumo medio diario
- 20 h/día de aducción 30% del consumo medio diario
- 18 h/día de aducción 42% del consumo medio diario
- 16 h/día de aducción 48% del consumo medio diario.

Para este caso la tubería de Aducción suministrará agua por bombeo al tanque de almacenamiento por un periodo de tiempo de menos de 16 horas/día, por lo tanto, se tomará el 48% del consumo medio diario el volumen (V1) es:

$$V1 = (Q_{md} \times 86400) \times 48\% / 1000 \text{ lts}$$

$$V1 = (1.56 \text{ lts} \times 86400 \text{ seg}) \times 0.48 / 1000 \text{ lts/seg}$$

$$V1 = 134784 \times 0.48 / 1000 \text{ lts/seg}$$

$$V1 = 64696.32 / 1000 \text{ lts/seg}$$

$$V1 = 64.69 \text{ m}^3$$

3.2.2 Volumen por incendio.

Las Normas Técnicas de ANDA, indican que para localidades pequeñas y alejadas de las ciudades importantes que disponen de hidrantes, no se considerara ningún almacenamiento adicional para incendios.

$$V_2 = 0.0 \text{ m}^3.$$

Pero debemos compararlo con el volumen necesario del tanque para cubrir la demanda por al menos 2 horas en caso de reparaciones de la bomba o línea de impelencia según norma técnica de ANDA.

3.2.3 Volumen por reparaciones.

Para reparaciones se estimará el volumen aducido/hora durante dos horas= V_3

$$Q_{\text{BOMBEO}} = Q_{\text{max}} \times \text{Its/seg} \times 24/n / 10000 \text{Its} \times 3600 \times 2$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 2.028 \times 24/8 / 1000 \text{Its} \times 3600 \times 2$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 6.084 / (1000 \times 3600) \times 2$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 21.9 \times 2$$

$$V_3 = 43.8 \text{ m}^3$$

Comparando los volúmenes se obtiene:

$$V_3 = 43.8 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 64.69 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, se deberá tomar como volumen el de mayor cantidad

También, según la norma técnica de ANDA, debemos compararlo con el volumen mínimo para atender incendios, que es **100 m³**. Comparando los resultados, vemos que el volumen mínimo que debe tener nuestro tanque es este último.

$$\mathbf{V_{TANK} = 100 \text{ m}^3}$$

3.3 Diseño de la línea de impelencia para red.

3.3.1. Cálculo de pérdidas de carga

Tomando como base la ecuación para el cálculo de pérdidas de carga de Hazen-Williams se tiene:

$$Sf = \frac{(10.643Q^{1.85})}{Sf_c^{1.85}} \text{ Ecuación 7 Pérdidas de carga de Hazen Williams.}$$

Despajando la fórmula para obtener un diámetro teórico:

$$D = \left(\frac{10.643Q^{1.85}}{Sf_c^{1.85}} \right)^{0.205338809}$$

Cálculo de caudal de bombeo para línea de impelencia.

$$QB = Qmdx2.40x24/n$$

$$QB = 1.56x2.40x24/8$$

$$QB = 11.23L/s$$

3.3.2 Cálculo de diámetro de tubería:

Donde:

D: diámetro en mts

Q: 0.01123 m³

C: 120 Coeficiente Hazen-Williams para tuberías de hierro galvanizado

Cálculo de pérdidas

$$Sf = \frac{(H_f - H_o)}{L} \text{ Ecuación 8 Pérdidas lineales.}$$

Donde:

Sf= perdida de carga unitaria

Hf= 5003.05

Ho=5000.046

L= 110

Calculando pérdidas de carga.

$$Sf = \frac{(5000.046 - 5003.05)}{110} = 0.02730909091$$

Sf: 0.02730909091 m/m

- Cálculo del diámetro de la tubería

$$D = \left[\frac{10.643(0.01123)^{1.85}}{(0.02730909091)(150)^{1.85}} \right] \wedge 0.205338809$$

D= 0.09219786196m

D= 3.63pulg (preliminarmente)

Cálculo de velocidades:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \text{ Ecuación 9 Velocidad de flujo.}$$

$$V = \frac{4(0.0123)}{\pi(0.0921978)^2}$$

V = 1.84m/s

0.5 m/s < **1.84m/s** < 2.5 m/s

La velocidad de impelencia obtenida a partir del cálculo realizado indica que la velocidad está dentro del rango. Por lo anterior se decide utilizar tubería de 4 pulgadas de diámetro para red.

3.3.4 Selección de equipo de bombeo tramo

- ✓ **Cálculo de carga dinámica total.**

$$CDT = Sf + Dh + \left(\frac{v^2}{2g} \right) + K \left(\frac{v^2}{2g} \right) \text{ Ecuación 10 Carga dinámica total}$$

- **Cálculo de pérdidas por fricción.**

Columna de succión:

Estableciendo una columna de succión de 47.06 metros del nivel dinámico más 9 metros de sumergencia de la bomba, más 2.35 metros por abatimiento, obtenemos una longitud de columna de succión de **58.41 metros**. Calculando las pérdidas para 58.41 metros por la fórmula de Hazen-Williams con un coeficiente de fricción de Hazen-Williams de 120 para tuberías de acero y diámetro de 4" y sustituyendo en la fórmula obtenemos un **Sf= 1.50 m**.

$$Sf = \left[\frac{(10.643(58.41)(0.01123)^{1.85})}{(0.1016)^{4.87} (120)^{1.85}} \right]$$

$$Sf = 1.50$$

✓ **Línea de impelencia según Hazen Williams.**

La tubería de impelencia tiene una longitud de 110 metros, usando de una tubería de PVC de 4" pulgadas de diámetro y aplicando la fórmula de Hazen-Williams con un coeficiente para tuberías de acero de 120 se tiene que; **Sf=2.57m**.

$$Sf = \left[\frac{10.643(L)Q^{1.85}}{c^{1.85} D^{4.87}} \right]$$

Ecuación 11 Pérdidas de carga Hazen Williams.

$$Sf = \left[\frac{(10.643(110)(0.01123)^{1.85})}{(0.1016)^{4.87} (120)^{1.85}} \right]$$

$$Sf = 2.57m$$

✓ **Diferencia de altura bombeo y tanque**

$$Dh = (H_f - H_i) \quad \text{Ecuación 12 Diferencia de elevación.}$$

Donde:

Dh= diferencia de altura

Hf= altura final

Hi= altura inicial

$$Dh = (5003.05 - 5000.046)$$

$$Dh = 3.004mts$$

✓ **Perdida por velocidad**

$$Pv = \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 13 Pérdidas por velocidad.}$$

De Sección 3.6.6.2 (CÁLCULANDO DIÁMETRO DE TUBERÍA), obtiene

$$V=1.84m/s$$

$$Pv = \frac{(1.84)^2}{2(9.81)}$$

$$Pv = 0.17255$$

✓ **Cálculo de perdidas menores**

$$\text{Perdidas menores} = k \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad \text{Ecuación 14 Perdidas menores.}$$

De acuerdo con Merriman, se considera que si la extensión de una tubería (L) sobrepasa un gran número de veces al diámetro (D), no se toma en cuenta las perdidas locales, en el cálculo de las presiones en la tubería, tomando como parámetro que la longitud (L) tiene que ser mayor que 500 veces que el diámetro. Para comprobación del mismo se da que

$$L = \phi\psi \quad \text{Ecuación 15 Pérdidas por longitud.}$$

Donde:

L= Longitud de la tubería

ϕ = diámetro de la tubería

ψ = Número de veces que sobrepasa el diámetro

Despejando se tiene:

$$\psi = \frac{L}{\phi}$$

$$\psi = \frac{110}{0.0889}$$

$$\psi = 1237.34$$

- ✓ Por lo tanto, en la línea de impelencia no se considerará la pérdida local para accesorios, ya que su valor es despreciable comparado con las pérdidas primarias debido a la fricción que ejerce el agua sobre las paredes de la tubería

$$\psi = 1237.34 \geq 500$$

3.5 Diseño de potencia de equipo de bombeo para extracción.

- ✓ **Potencia de la bomba**

$$BHP = \frac{(Q)(CDT)}{3960/0.80} \quad \text{Ecuación 16 Potencia de la bomba.}$$

Donde

Q= Caudal en GPM

CDT= = nivel dinámico + diferencia de altura de nivel topográfico + pérdidas por fricción en la línea de impelencia.

Constante de formula= 3960

Eficiencia = 80%

Nivel dinámico según aforo es 50.06m

Entonces:

$$CDT= Nd+ Sf+Dh+ \left(\frac{v^2}{2g}\right) + K \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

$$CDT= 50.06+1.50+2.57+3.004+0.17255$$

$$CDT=57.3065m$$

$$CDT=188 ft$$

$$Q= 178GPM$$

$$BHP = \frac{(Q)(CDT)}{3960 / 0.80}$$

$$BHP= (178x 188) / (3960x (0.80))$$

$$BHP= 10HP$$

➤ **Se recomienda usar una bomba sumergible de 10hp**

3.6 Análisis del golpe de ariete.

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento líquido es modificado bruscamente.

- **Cálculo de celeridad de onda**

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3+K\left(\frac{D}{e}\right)}} \quad \text{Ecuación 17 Celeridad de la onda.}$$

Donde:

C= celeridad (m/s^2)

D= diámetro interior (mm)

e= espesor del tubo (mm)

K= factor sin dimensiones que depende del material (kg/cm^2)

Cálculo de K:

$$k = \frac{1.0 \times 10^6}{E} \quad \text{Ecuación 18 Constante k golpe de ariete.}$$

E= módulo de elasticidad; para Acero ASTM A-53 grado B, $E = 2.0 \times 10^6$; Por lo tanto, k para acero se tiene que:

VALORES DE K PARA LA CELERIDAD		
MATERIAL DE LA TUBERÍA	ϵ (kg/m^2)	K
Acero laminado	2×10^{10}	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón	2×10^9	5
Fibrocemento	1.85×10^9	5.5 (5.6)

Figura 2 “Valores del módulo de elasticidad y coeficientes K para diferente tipo de materiales”

$$k = \frac{1.0 \times 10^6}{2 \times 10^6} = 0.5$$

Datos: Para tubería de 4” de Acero, ASTM A-53 grado B

D= diámetro interior (95.8mm)

E= Espesor 2.90mm

Cálculo de la celeridad:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 0.5 \left(\frac{95.8}{2.90} \right)}}$$

$$C = 1,229.67 \text{ m/s}$$

- **Periodo de la tubería.**

$$T = \frac{2L}{c} \quad \text{Ecuación 19 Periodo de la tubería.}$$

Donde:

L= Longitud de análisis

C= celeridad de la onda

$$T = \frac{2(110)}{1229.67}$$

$$T = 0.1789 \text{ seg.}$$

- **Cálculo del tiempo de parada.**

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

$$Tp = C_1 + \frac{K_1 + (L)(V)}{(g)(Hm)} \quad \text{Ecuación 20 Tiempo de parada de Mendiluce.}$$

- **Cálculo de la altura manométrica**

$$Hm = Hf + (cota \text{ sup} - cota \text{ inferior}) \quad \text{Ecuación 21 Altura manométrica.}$$

Donde:

Hf= sumatorias de perdidas

Cota superior = incluye elevación del tanque

Cota inferior elevación desde el punto de succión.

$$H_m = 2.74255 + (5006.05 - 5000.046)$$

$$H_m = 8.74655$$

- **Cálculo de la pendiente hidráulica para encontrar el valor de C**

Si $L = 110$ m

$$H_m = 8.75$$

$$m = \frac{H_m}{L} * 100 = \frac{8.75}{110} * 100 = 7.95$$

El coeficiente C es función de la pendiente hidráulica (m), siendo $m = H_m/L$. Toma el valor $C=1$ para pendientes hidráulicas crecientes de hasta el 20%, y se reduce progresivamente a partir de este valor hasta hacerse cero para pendientes del 40%. %0

$$\frac{H_m}{L} = 0.075, \text{ donde } \frac{H_m}{L} < 0.20 \text{ entonces } C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C=1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C=0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C=0.6$$

- **Cálculo del coeficiente K:**

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica o de la tabla siguientes, según Mendiluce se recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las

pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.

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

Figura 3 “valores de coeficiente K”

Por lo tanto, para L = 110 m según tabla K = 2

- **Cálculo de la velocidad:**

$$Q_B = 11.23 \text{ lts/s} = 0.01123 \text{ m}^3$$

$$A = 0.0072$$

$$V = Q_B / A$$

$$V = 0.01123 / 0.0072$$

$$V = 1.56 \text{ m/s}$$

Cálculo del tiempo de maniobra o tiempo de parada

$$T_p = C_1 + \frac{(K)(L)(V)}{(g)(H_m)}$$

$$T_p = 1 + \frac{(2)(110)(1.56)}{(9.81)(8.75)}$$

$$T_p = 4.99 \text{ seg}$$

Puesto que L es la longitud de la tubería y la celeridad a es la velocidad de propagación de la onda de presión, $2L/a$ será el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa.

Por lo tanto, si $T < 2L/a$, la maniobra ya habrá concluido cuando se produzca el retorno de la onda de presión y se tendrá un cierre rápido, alcanzándose la sobrepresión máxima en algún punto de la tubería. Sin embargo, si $T > 2L/a$, estará ante un cierre lento y ningún punto alcanzará la sobrepresión máxima, ya que la primera onda positiva reflejada regresa antes de que se genere la última negativa.

$$T < \frac{2L}{c} ; \text{Cierre rápido}$$

$$T > \frac{2L}{c} ; \text{Cierre lento}$$

Por lo tanto:

$$4.99 > 0.17$$

Siendo los resultados anteriormente expresados indica que ocurre un cierre lento y parada lenta.

- **Cálculo de punto crítico de la tubería:**

Esta se obtiene al igualar la ecuación de Sobrepresión de Michaud y la ecuación de sobre presión de Allievi, Tal Como se muestra a continuación;

$$H = \frac{(2)(l)(V)}{(g)(T_p)} \quad \text{Ecuación 22 Sobrepresión según michaud.}$$

$$H = \frac{a \cdot v}{g} \quad \text{Ecuación 23 Sobrepresión en tubería según allevi.}$$

Igualando se obtiene

$$\frac{(2)(l)(V)}{(g)(T_p)} = \frac{a+v}{g}$$

$$L = \frac{a+T}{2} \text{ Donde}$$

a= celeridad

T= tiempo de parada

$$L = \frac{(1229.67)(4.99)}{2}$$

$$L = 3,068 \text{ m}$$

Si $L < LC$, El valor de longitud de sobrepresión mayor a la longitud real del tramo analizado, indica que ningún punto de la tubería alcanzará la sobrepresión máxima.

Se trata de una impulsión (conducción) corta, que se correspondería con un cierre lento, calculándose el golpe de ariete mediante la fórmula de Michaud.

- **Cálculo de sobrepresión producida por el golpe de ariete, según formula de Michaud.**

$$H = \frac{(2)(l)(V)}{(g)(T_p)}$$

H=Sobrepresión debida al golpe de ariete (m.c.a)

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

L = Longitud real de la tubería (m)

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

Tp = tiempo de parada o de cierre,

$$H = \frac{(2)(110)(1.56)}{(9.81)(4.99)}$$

$$H = 7.01\text{m}$$

H= 8.75+7.01

H= 15.76m

Por lo tanto

Para protección de equipo de bombeo y demás dispositivos hidráulicos contra el golpe de ariete deberá implementarse:

- ✓ **Instalación de Válvula check de cierre rápido y preciso.**
- ✓ **Instalación de válvula de anticipación de golpe de ariete,**

3.7 Fuente de abastecimiento

La captación primaria está construida con una superficie de 178m²

Tanque de succión: lo constituye una estructura de mampostería reforzada y capacidad con 100 m³ de volumen útil, en el pozo se encuentra instalado 1 equipo de bombeo para el abastecimiento de agua potable de los cantones Las flores y Cerro Alto. El pozo de succión se encuentra integrado en la misma área en la que se construirá la caseta de control que opera la estación de bombeo.

Para conocer la cantidad de agua que produce la fuente en estudio, se realizó el aforo, a través de una medición directa, utilizando un equipo de bombeo controlando caudal y nivel de agua, a continuación, se presentan los resultados obtenidos en dicho estudio:

MUNICIPIO: <i>CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE</i>
FECHA: <i>12 DE NOVIEMBRE DE 2019</i>
NOMBRE DEL SISTEMA DE AGUA: <i>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO DE CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR.</i>

NOMBRE DE LA FUENTE: <i>POZO ALCALDIA DE CALUCO, SONSONATE.</i>
CAUDAL: <i>45.83 GALONES / MINUTOS</i>
LOCALIZACIÓN: <i>LONGITUD: 89°39'46" W</i> <i>LATITUD: 13°43'27" N</i>
ALTITUD MSNM: <i>379 msnm</i>
DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA: <i>SE ENCUENTRA UBICADA EN LA ACTUAL FUENTE QUE ABASTECE A LAS COMUNIDADES.</i>
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE: <i>LA FUENTE ES UN POZO PERFORADO, CON UNA PROFUNDIDAD DE 57.8 METROS, QUE ACTUALMENTE ABASTECE A LAS COMUNIDADES, SOBRE EL SE PRETENDE CONSTRUIR UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO.</i>
OTROS:

Tabla 3. 6 resumen de aforo. Fuente: Alcaldía municipal de Caluco.

3.8 Caseta de bombeo.

3.8.1 Memoria eléctrica del equipo de bombeo del pozo.

- **Cálculo del amperaje requerido:**

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot E \cdot \text{Cos}\phi \cdot N} \quad \text{Ecuación 24 Corriente nominal}$$

Donde:

I_p = Corriente Nominal o a Plena Carga que consume un Motor (Amperes).

P = Potencia que desarrolla un motor (Watts o Kilowatts).

E = Tensión a la que se conecta el motor (Volts).

$\text{Cos}\phi$ = Factor de potencia.

N = Rendimiento del motor.

- **Datos generales del motor:**

Potencia: 10 hp

Voltaje de operación: 240 voltios.

Corriente nominal: 26.42 amp

Velocidad: 3600 rpm

Eficiencia: 80.0%

Entonces:

$$I_{pc} = \frac{10 * 746}{\sqrt{3} * 240 * 0.85 * 0.8}$$

$$I_{pc} = 26.42 A$$

- **Alimentador del motor:**

$$I_{conductor} = 1.25 \times I_{pc \text{ del motor}}$$

$$I_{conductor} = (1.25) \times (26.42) \gg I_{conductor} = \mathbf{33.025 \text{ Amp}}$$

- Se recomienda utilizar cables o conductores del tipo THHN calibre No. 8 AWG, 90 °C, siendo su I_N igual a 55 Amp, a este valor se le aplica el factor de corrección del 80 %, por más de tres conductores con corriente en un mismo ducto (de 4 a 6 conductores) es: $55 \times 0.8 = 44$ Amp, si a este valor le aplicamos el factor de corrección por elevación de temperatura del 96 % (31 – 35 °C), tendremos $44 \times 0.96 = 42.24$ Amp; los conductores recomendados pueden manejar una corriente mayor que la que demandará el motor a plena carga por fase. Además, utilizar un conductor calibre 10 AWG para tierra Este valor de corriente es mayor a la corriente demanda por el motor, sin haber corregido con el factor de potencia al 95 %, por lo que es el conductor adecuado y también se utilizará este mismo calibre para alimentar al arrancador de este, desde el interruptor principal

- Se recomienda utilizar conductor multiplex con características para ser sumergido
- La caída de tensión para el calibre No. 8, cuya sección transversal “A” es de 8.37 mm² y la distancia “d” estimada desde el arrancador hasta el motor 60.06 metros, será:

Ecuación 25 Caída de tensión.

$$\text{Caída de tensión} = [(3) (I_{pc}) (d)] / [(57) (A)]$$

$$\text{Caída de tensión} = [(3) (26.42) (60.06)] / [(57) (8.37)] \gg 9.97 \text{ voltios.}$$

- Además, se recomienda utilizar el mismo calibre de cable, THHN No. 6, desde el interruptor principal hasta el panel de control.
- **La protección termo magnética del circuito derivado:**
 - I = 1.6 x I_{pc} del motor
 - I = (1.6) x (26.42) » I = 42.27 AMP
- Se recomienda utilizar un interruptor termo magnético de 70 AMP, 2 polos, con aislamiento para 600 Voltios, con rango de disparo ajustable. Instalado en un gabinete metálico NEMA I, con barras de cobre para las fases, el neutro y bornera para polarización.

- **La protección contra sobre carga:**

$$I = 1.15 I_{pc}$$

$$I = (1.15) x (26.42) \gg I = 30.38 \text{ AMP}$$

Se recomienda utilizar un relé de sobre carga electrónico, ajustable y cuyo rango de operación este entre 22 - 32 amperios.

3.8.2 Subestación eléctrica de estación de bombeo

Haciendo el cálculo de potencia con la Potencia Aparente nominal del motor y con el FP sin haber sido corregido, se tiene:

$$KW= (PI) (FD) (FS) (FC). \quad \text{Ecuación 26 Cálculo de la Potencia activa.}$$

DONDE:

KW= Kilowatts o kilovatios

PI= Potencia instalada

FD= Factor de demanda

FS= Factor de seguridad

FC= Factor coincidental.

➤ Considerando un factor de potencia de 0.85, se tiene que:

$$\mathbf{KVA= KW/0.85} \quad \text{Ecuación 27 Cálculo de potencia aparente.}$$

$$KW= (7.46) (0.9) (1.2) (0.8)$$

$$KW=6.44$$

$$KVA= 6.44/0.85$$

$$\mathbf{KVA=7.58}$$

Se recomienda utilizar un transformador de 15 KVA; con un $V_p = 7.6/13.2$ KV y un $V_s = 120/240$ V, instalada en poste de concreto centrifugado de 35 pies.

Es de hacer notar, que esta subestación podrá manejar toda la carga detallada y teniendo en cuenta que la para un futura la carga eléctrica podría aumentar se seleccionó una subestación de 15 KVA, quedando al 49.47 % de carga.

Esta subestación tendrá que ser instalada en poste de concreto, bajo las normativas y estándares de SIGET.

La corriente monofásica que puede entregar esta subestación es:

$$I_{1\phi} = (S) / (\sqrt{3} \times 240) \quad \text{Ecuación 28 Corriente monofásica}$$

-

$$I_{1\phi} = (15,000) / (\sqrt{3} \times 240) \quad \gg \quad I_{1\phi} = \mathbf{36.08 \text{ AMP}}$$

• **Alimentador de la Subestación al Interruptor Principal:**

$$I_{\text{conductor}} = 1.15 I_{1\phi}$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.15 \times 36.08 \gg \mathbf{I_{\text{conductor}} = 41.49 \text{ AMP}}$$

Se recomienda utilizar cables o conductores por fase del tipo THHN calibre No. 6 AWG, 90 °C, siendo su I_N igual a 75 AMP, a este valor se le aplica el factor de corrección del 80 %, por más de tres conductores con corriente en un mismo ducto (de 4 a 6 conductores) es: $75 \times 0.8 = 60 \text{ AMP}$, si a este valor le aplicamos el factor de corrección por elevación de temperatura del 96 % (31 – 35 °C), tendremos $60 \times 0.96 = 57.60 \text{ Amp}$; por lo que los conductores recomendados pueden manejar una corriente mayor que la que podría entregar la subestación por fase.

Se recomienda utilizar ducto de diámetro de 1", este diámetro tiene la capacidad de almacenar en su interior sin exceder el 40% máximo de saturación, 6 conductores THHN No. 6. Además, utilizar un conductor del tipo THHN calibre 6 AWG para el neutro.

3.9.3 Sistema de cloración.

Se recomienda el equipo electromecánico de inyección de cloro, con bomba de pistón y diafragma para un caudal mínimo de 20 GPH y 150 PSI, acoplada a motor monofásico de 1/2 HP 220 v, que incluya: tanque plástico de 90 galones para la mezcla de la solución y motor agitador de 1/4 HP monofásico 110 v, tubería de PVC, base metálica para empotrar, válvulas de paso y demás accesorios para su correcta instalación y operación.

CAPITULO IV: SIMULACIÓN DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

4.1 Información general sobre el software WaterCad.

Watercad es un software utilizado para realizar simulaciones de procesos hidráulicos en redes de tuberías a presión, es un software diseñado para enlazarse con programas de dibujo digital y con sistemas de distribución de agua potable con ejecuciones virtuales.

Frecuentemente se usa para examinar algún fluido con flujo a presión, es un instrumento de investigación que mejora la percepción de los componentes y ejecución de una red de agua potable.

4.2 Pasos para diseñar en WaterCad.

- Crear nuevo proyecto
- Importación de la red desde AutoCAD.

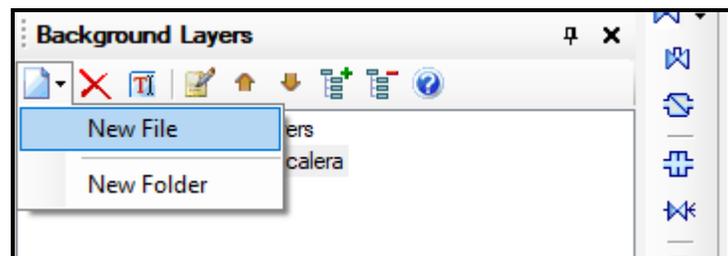


Figura 4 Creación de un proyecto en el sistema de modelación hidráulica. Watercad.

- Configuraciones del proyecto
- Propiedades de proyecto: nombre, y ubicación.
- Unidades
- Calculadora: fluido a modelar y la ecuación de pérdidas.

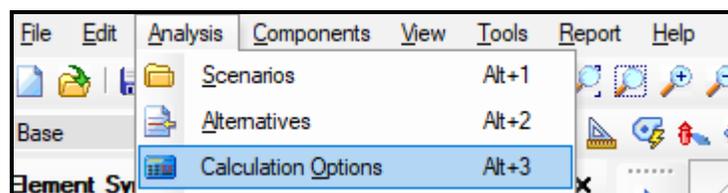


Figura 5 Configuración del modelo. Watercad.

- Crear prototipo para Tubería
- Se modifica diámetro y material.

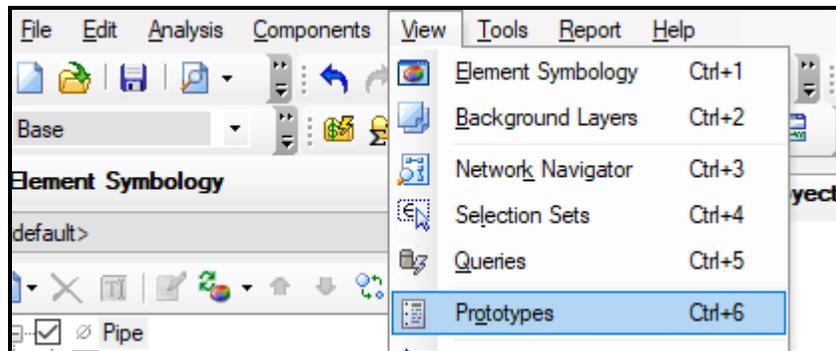


Figura 6 Configuración del diámetro y material de la tubería. Watercad.

- Introducción de elementos.
 - ✓ Tanque o reservorio.
 - ✓ Nodos.
 - ✓ Tubería.

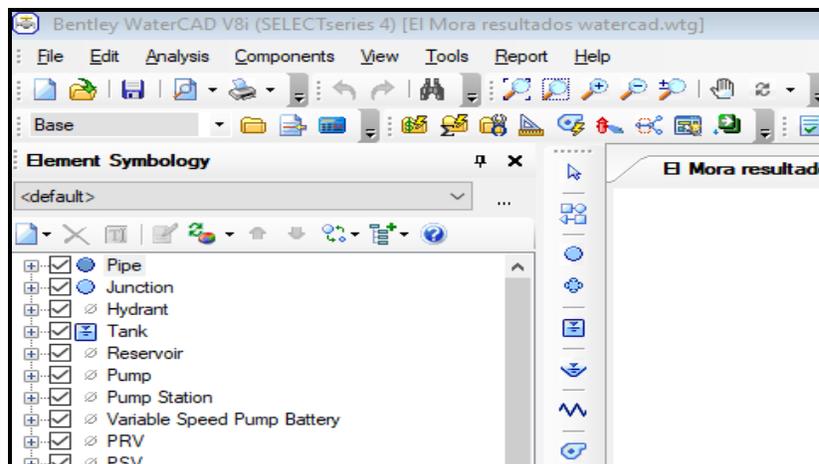


Figura 7 Introducción de elementos de la red. Watercad.

- Asignación de demandas a los nodos.

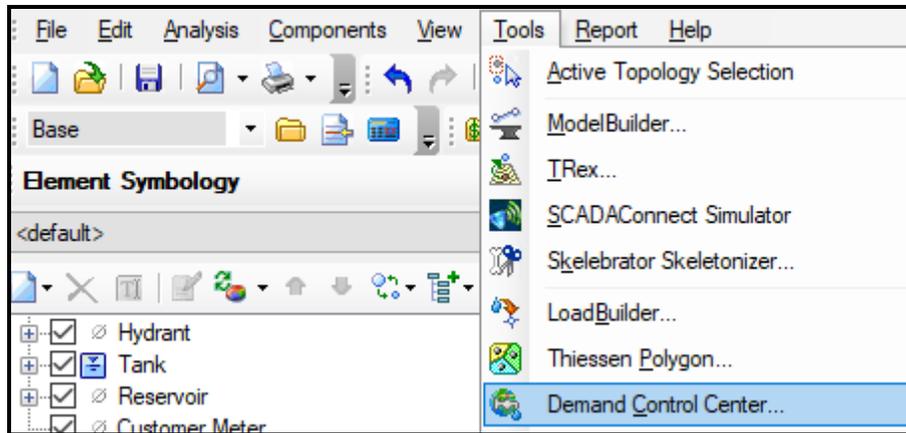


Figura 8 Asignación de demandas nodales. Watercad.

- Validación para reconocimiento de errores.



Figura 9 Reconocimiento de errores. Watercad.

- Realización de la modelación y análisis hidráulico del sistema.

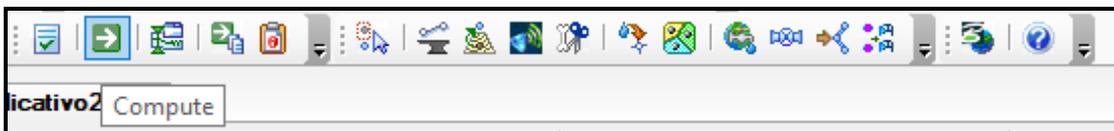


Figura 10 Análisis Hidráulico del sistema o corrida. Watercad.

- Reporta los resultados obtenidos por medio de tablas.

	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Minor Loss Coefficient (Local)
32: P-1	P-1	7	T-1	N-1	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
34: P-2	P-2	42	N-1	N-2	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
36: P-3	P-3	32	N-2	N-3	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
38: P-4	P-4	106	N-3	N-4	1.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
40: P-5	P-5	52	N-3	N-5	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
42: P-6	P-6	93	N-5	N-6	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
44: P-7	P-7	68	N-6	N-7	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
46: P-8	P-8	152	N-7	N-8	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
48: P-9	P-9	87	N-8	N-9	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
50: P-10	P-10	12	N-9	N-10	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
52: P-11	P-11	73	N-10	N-11	1.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
54: P-12	P-12	24	N-10	N-12	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
56: P-13	P-13	45	N-12	N-13	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
58: P-14	P-14	84	N-13	N-14	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
60: P-15	P-15	109	N-14	N-15	1.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
62: P-16	P-16	43	N-14	N-16	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
64: P-17	P-17	20	N-16	N-17	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
68: P-19	P-19	10	N-17	N-18	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
70: P-20	P-20	47	N-18	N-19	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
72: P-21	P-21	49	N-19	N-20	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000
74: P-22	P-22	52	N-20	N-21	2.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.000

Figura 11 Información de los datos generados de la modelación. Watercad.

- Tabla de datos obtenidos del software Watercad para el Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable en los cantones las Flores y Cerro Alto, municipio de caluco, Departamento de Sonsonate. Donde se muestra los nodos, la demanda, altura y presión en la red.

4.3 Ejecución de simulación en WaterCad

4.3.1 Ingreso de información

Existen tres formas: elemento por elemento, modelbuilder y por tablas.

Modo utilizado: por tablas.

Donde ingresar información: introducción de elementos

- Tanque (Ingreso de 3 elevaciones, inicial, mínima y máxima)
- Nodos (Ingreso de tabla)
- Tubería

4.3.2 análisis hidráulico del sistema.

- Revisión por velocidades.
- Revisión por presiones
- Revisión de demandas

- Anotación de información

4.4 Modelación de la red de abastecimiento de agua en el software.

Una vez que se tiene la línea de impelencia y el tanque de almacenamiento, se calcula la red de distribución que transporta el agua potable a los habitantes. Los cantones Las flores y Cerro Alto, poseen una topografía que va de montañoso a lomerío donde el sistema de abastecimiento de agua propuesto será bombeado al tanque de almacenamiento para después ser transportado por medio de gravedad, siendo este sistema de tipo ramificado.

Por lo tanto, existen varias líneas de alimentación principal con sus respectivas derivaciones que permitan abarcar toda la población beneficiada en los cantones.

En las líneas de alimentación principal circulará el caudal de diseño, donde se tomarán en cuenta todos los accesorios necesarios para el buen funcionamiento del sistema.

Para el diseño de la red de distribución del presente estudio se aplicará el software llamado "WATERCAD" que calcula la pérdida de carga a través de la fórmula de Hazen-Williams (Método utilizado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, A.N.D.A.), en la cual primero es necesario la realización de una serie de pasos que se describen a continuación para la utilización correcta del programa:

Una vez Ingresados todos los parámetros de entrada al software que se explicaron en el ítem 4.2 Luego se procede a realizar el diagrama de flujos de toda la red aquí se colocan cada uno de los nodos (estos son puntos donde existe quiebres, cambios bruscos de elevación o piezas de conexión de una red con otra) con su respectiva elevación asignándole el gasto acumulado saliente o entrante concentrado en él y una dirección supuesta del flujo en la tubería.

Obtenidos todos los nodos de la red, se designan los datos supuestos a cada uno de los tramos que enlazan cada nodo, entre los cuales están el diámetro, tipo y presión de trabajo de la tubería.

Con los resultados del programa se observa si en el primer diseño no cumple con las presiones y velocidades requeridas en las Normas Técnicas, se realizan variaciones en los diámetros y tipos de tuberías, siendo este último debido a la topografía y la presión que puede llegar a soportar las paredes de la tubería.

Luego de tener los datos anteriormente descritos el software calcula la presión de cada nodo, donde básicamente la metodología es obtener el caudal de diseño que circula en el nodo, este caudal se obtiene en base a todas las viviendas que dependen de dicho nodo, Teniendo el caudal se calcula la velocidad que pasa en la sección de la tubería específicamente en ese punto de análisis (nodo), luego sigue el cálculo de las pérdidas de carga unitarias y totales en la tubería aplicando la fórmula de Hazen Williams, con todos estos datos se calcula la diferencia de presión del nodo en análisis así:

Presión en el nodo de análisis = (presión inicial del nodo anterior – la pérdida de carga del nodo anterior y el nodo de análisis) + elevación de los dos nodos.

Donde se obtiene la presión en mca.

De esta manera se obtiene la presión a través del programa WaterCad en el nodo cuando se encuentra circulando el caudal máximo horario, el mismo procedimiento se realiza en cada uno de los puntos que se encuentran en la red de distribución, partiendo del nodo 2 con una presión de 12 m.c.a., siendo esta elevación la altura del agua en el interior del tanque de almacenamiento.

Como en nuestro caso, las presiones de la tubería varían de 10 a 30 m.c.a se realizó un ajuste de diámetros comerciales, Es decir, en los tramos donde las velocidades eran mayores al rango permitido se aumenta el diámetro supuesto a uno mayor comercialmente y para la reducción de las presiones en los puntos más bajos se han colocado válvulas reguladoras de presión estratégicamente, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el programa se observan las presiones de los nodos entre cada tramo y se calcula el punto donde es necesario la válvula reguladora de presión, que permita mantener la presión adecuada dentro de la red.

4.4.1 Datos obtenidos de WaterCad

Resultados de WATERCAD						
Id Tubería	Nodo de inicio	Nodo de fin	Diámetro (in)	Caudal Q (L/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)
P-1	Pozo-1	N-1	2	-1.26966	7	0.6264
P-2	N-1	N-2	2	-2.82974	67	1.3961
P-3	N-2	T-1	2	-2.82974	35	1.3961
P-4	N-1	N-3	2	0.07752	61	0.0382
P-5	N-3	N-4	2	0.05814	49	0.0287
P-7	N-1	N-5	2	0.74351	42	0.3668
P-8	N-5	N-6	2	0.73382	32	0.3621
P-9	N-6	N-7	2	0.02907	106	0.0143
P-10	N-6	N-8	2	0.70475	52	0.3477
P-11	N-8	N-9	2	0.68537	92	0.3382
P-12	N-9	N-10	2	0.66599	69	0.3286
P-13	N-10	N-11	2	0.6563	152	0.3238
P-14	N-11	N-12	2	0.57878	87	0.2856
P-15	N-12	N-13	2	0.54971	13	0.2712
P-16	N-13	N-14	2	0.05814	74	0.0287
P-17	N-13	N-15	2	0.49157	24	0.2425
P-18	N-15	N-16	2	0.47219	46	0.233
P-19	N-16	N-17	2	0.45281	84	0.2234
P-20	N-17	N-18	2	0.06783	110	0.0335
P-21	N-17	N-19	2	0.35591	41	0.1756
P-22	N-19	N-20	2	0.32684	22	0.1613
P-23	N-20	N-21	2	0.30746	10	0.1517
P-24	N-21	N-22	2	0.18411	48	0.0908
P-25	N-22	N-23	2	0.17442	49	0.0861
P-26	N-23	N-24	2	0.16473	52	0.0813
P-27	N-24	N-25	2	0.13566	101	0.0669
P-28	N-25	N-26	2	0.08721	144	0.043
P-29	N-26	N-27	2	0.02907	87	0.0143
P-30	N-27	N-28	2	0.00969	141	0.0048
P-31	N-21	N-29	2	0.12335	9	0.0609
P-32	N-29	N-30	2	0.01938	40	0.0096
P-33	N-30	N-31	2	0.01938	23	0.0096
P-34	N-29	N-32	2	0.10397	33	0.0513
P-35	N-32	N-33	2	0.09428	80	0.0465
P-36	N-33	N-34	2	0.0969	45	0.0478
P-37	N-34	N-35	2	0.07752	11	0.0382
P-38	N-35	N-36	2	0.03876	44	0.0191

P-39	N-35	N-37	2	0.03876	38	0.0191
P-40	N-33	N-38	2	-0.04138	27	0.0204
P-41	N-38	N-39	2	-0.05107	43	0.0252
P-42	N-39	N-40	2	-0.08014	18	0.0395
P-43	N-40	N-41	2	0.25194	9	0.1243
P-44	N-41	N-42	2	0.24225	60	0.1195
P-45	N-42	N-43	2	0.21318	34	0.1052
P-46	N-43	N-44	2	0.18411	49	0.0908
P-47	N-44	N-45	2	0.13566	87	0.0669
P-48	N-45	N-46	2	0.02907	120	0.0143
P-49	N-45	N-47	2	0.06783	451	0.0335
P-50	N-1	N-48	2	0.67122	135	0.3312
P-51	N-48	N-49	2	0.65184	44	0.3216
P-52	N-49	N-50	2	0.09689	154	0.0478
P-53	N-49	N-51	2	0.55495	82	0.2738
P-54	N-51	N-52	2	0.54526	59	0.269
P-55	N-52	N-53	2	0.54526	71	0.269
P-56	N-53	N-54	2	0.53557	50	0.2642
P-57	N-54	N-55	2	0.02907	42	0.0143
P-58	N-55	N-56	2	0.01938	100	0.0096
P-59	N-54	N-57	2	0.49681	129	0.2451
P-60	N-57	N-58	2	0.47743	23	0.2356
P-61	N-58	N-59	2	0.46774	90	0.2308
P-62	N-59	N-60	2	0.43867	83	0.2164
P-63	N-60	N-61	2	0.41929	81	0.2069
P-64	N-61	N-62	2	0.39022	52	0.1925
P-65	N-62	N-63	2	0.35146	22	0.1734
P-66	N-63	N-40	2	0.33208	166	0.1638

Tabla 4.1 resultados obtenidos de WaterCad. Fuente propia.

Resultados de WATERCAD				
ID nodo	Elevacion (m)	N de Acometidas	Demanda	Presion (m H2O)
N-1	5,000.00	7	0.06783	10
N-2	5,001.00	0	0	9
N-3	5,002.00	2	0.01938	12
N-4	5,002.00	6	0.05814	12
N-5	4,998.00	1	0.00969	11
N-6	4,991.00	0	0	9
N-7	5,002.00	3	0.02907	12
N-8	4,984.00	2	0.01938	16
N-9	4,995.00	2	0.01938	11
N-10	4,994.00	1	0.00969	12
N-11	4,990.00	8	0.07752	13
N-12	4,986.00	3	0.02907	13
N-13	4,986.50	0	0	12
N-14	4,984.00	6	0.05814	15
N-15	4,987.00	2	0.01938	12
N-16	4,988.00	2	0.01938	11
N-17	4,988.00	3	0.02907	10
N-18	4,984.00	7	0.06783	14
N-19	4,986.00	3	0.02907	12
N-20	4,985.00	2	0.01938	13
N-21	4,985.20	0	0	13
N-22	4,986.00	1	0.00969	12
N-23	4,981.00	1	0.00969	17
N-24	4,982.00	3	0.02907	16
N-25	4,982.00	5	0.04845	16
N-26	4,983.00	6	0.05814	15
N-27	4,975.00	2	0.01938	23
N-28	4,975.00	1	0.00969	23
N-29	4,982.00	0	0	16
N-30	4,979.50	0	0	19
N-31	4,979.00	2	0.01938	19
N-32	4,985.00	1	0.00969	13
N-33	4,986.00	4	0.03876	12
N-34	4,985.00	2	0.01938	13
N-35	4,985.00	0	0	13
N-36	4,980.00	4	0.03876	18
N-37	4,982.00	4	0.03876	16
N-38	4,983.00	1	0.00969	15

N-39	4,979.00	3	0.02907	19
N-40	4,978.00	0	0	20
N-41	4,977.00	1	0.00969	21
N-42	4,973.00	3	0.02907	25
N-43	4,971.00	3	0.02907	27
N-44	4,968.00	5	0.04845	30
N-45	4,968.00	4	0.03876	30
N-46	4,969.00	3	0.02907	29
N-47	4,969.00	7	0.06783	29
N-48	4,997.00	2	0.01938	15
N-49	4,996.00	0	0	11
N-50	4,993.00	10	0.09689	18
N-51	4,986.00	1	0.00969	13
N-52	4,981.00	0	0	18
N-53	4,980.00	1	0.00969	19
N-54	4,981.00	1	0.00969	18
N-55	4,980.00	1	0.00969	19
N-56	4,981.00	2	0.01938	18
N-57	4,986.00	2	0.01938	13
N-58	4,985.00	1	0.00969	14
N-59	4,980.00	3	0.02907	19
N-60	4,983.00	2	0.01938	16
N-61	4,980.00	3	0.02907	19
N-62	4,979.00	4	0.03876	20
N-63	4,977.00	2	0.01938	22

Tabla 4.2 resultados obtenidos de WaterCad. Fuente propia.

CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Obras preliminares

Alcance del trabajo

El contratista suministrará los materiales y realizará por su cuenta y riesgo las construcciones e instalaciones provisionales para la debida conducción y ejecución de las obras tales como: bodegas, oficinas, instalaciones provisionales de agua potable, drenajes de aguas lluvias y aguas negras, servicios sanitarios, servicios de energía eléctrica para luz y fuerza, y en caso de ser necesario cercas protectoras; así como también todas las obras preliminares para acondicionar el sitio.

5.1.1 Chapeo y limpieza

Consiste en el corte y limpieza de la maleza existente en el terreno y desalojo del material resultante hacia un lugar fuera de la obra donde no cause daños a terceros. Se incluye en este rubro el retiro de todo material extraño que no va a ser utilizado en la construcción (ripios, basura, chatarra, etc.)

Medida y forma de pago

Se medirá por m², y se pagará según se indique en el plan de oferta o como indique el contrato.

5.1.2 trazo y nivelación para tuberías

El contratista trazará las rasantes y dimensiones de la construcción de acuerdo con las medidas y niveles expresados en los planos y establecerá las referencias planimétricas, necesarias para plantear ejes y niveles establecidos por los proyectistas, cuantas veces sea necesario. El contratista será el responsable de que el trabajo terminado quede conforme con los alineamientos, niveles, pendientes y referencias indicados por el Supervisor. El contratista podrá efectuar el trazo de la construcción desde el momento en que reciba el sitio donde deberá

Construir, pero se abstendrá de comenzar las excavaciones hasta que reciba la autorización, previa revisión y aprobación de los trazos y niveles por el Supervisor.

Condiciones

El trazo deberá ejecutarse con el sistema que el supervisor determine según el tipo de trabajo de que se trate.

Forma de pago

Se medirá por metro lineal. El costo incluye los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y todo lo necesario para dejar el trazo y nivelación completamente terminados, según lo establecido en los planos y especificaciones. Se pagará según se indique en el plan de oferta o como indique el contrato.

5.2 Terracería

Alcance del trabajo

El contratista suministrará la dirección técnica transporte, herramientas, equipo y demás servicios necesarios para desarrollar los trabajos de terracería en el área de trabajo mostrada en los planos. Específicamente se realizarán los trabajos de cortes y rellenos necesarios para establecer las terrazas a los niveles indicados, así como la conformación de taludes indicados en los planos.

Trabajo incluido

5.2.1 Excavación, relleno y compactación

En Zanjas: Se realizará la excavación en zanjas hasta encontrar suelo firme, se realizará según el tipo de suelo, blando o duro.

Será responsabilidad del contratista el uso de las herramientas necesarias para tal fin. También deberá asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

5.2.2 Cajas para válvulas

El Contratista tomará todas las precauciones, como la colocación de obstáculos para impedir el acceso de personas ajenas a la obra durante el tiempo que no se trabaje; la boca de la excavación deberá permanecer tapada de manera que no permita el acceso accidental o premeditado de personas. Asimismo, deberá tomar las medidas del caso, para conservar la excavación mientras se ejecuten las obras, y evitar derrumbes de las paredes o la entrada de material extraño desde el exterior. Si a pesar de estas precauciones, por negligencia u otra razón se derrumba o falla

cualquier porción de la excavación, el Contratista deberá extraer la tierra o material suelto, por su propia cuenta.

Medida y forma de pago

Se medirá por metro cúbico (m³) excavado y por metro cúbico (m³) compactado. Se pagará según se indique en el plan de oferta o como indique el contrato.

El fondo de la zanja debe conformarse para proveer un apoyo firme, estable y uniforme a lo largo de toda la longitud de la tubería. Los materiales más económicos son: arena, fina o triturado pequeño, ya que su compactación se obtiene con un mínimo de apisonamiento. Con esta base, el objetivo primordial es evitar vacíos debajo y alrededor de cuadrante de la tubería. El fondo de la zanja deberá ser también continuo, plano y libre de piedras, troncos o materiales duros y cortantes.

Deberá nivelarse también de conformidad con el perfil longitudinal de la canalización. Para proceder a instalar las tuberías, previamente las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas. El refine consiste en el perfilamiento tanto de las paredes como del fondo, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias rocosas que hagan contacto con el cuerpo del tubo. De acuerdo al tipo y clase de tubería a instalarse, los materiales de la cama de apoyo que deberá colocarse en el fondo de la zanja serán:

En terrenos normales y semi-rocosos será específicamente de arena gruesa o gravilla, que cumpla con las características exigidas como material selecto a excepción de su granulometría. Tendrá un espesor no menor de 0,10 m, debidamente compactada o acomodada (en caso de gravilla), medida desde la parte baja del cuerpo del tubo. Sólo en caso de zanja, en que se haya encontrado material arenoso no se exigirá cama.

5.2.3 Relleno compactado con material selecto

Este relleno se efectuará cuando el material producto de la excavación sea material duro, laja, piedra o resulte completamente inadecuado para su reutilización.

El banco de préstamo donde sea tomado este material deberá ser previamente aprobado por la Supervisión. Deberá estar libre de desperdicios orgánicos o material compresible o destructible, el mismo que no debe tener piedras o fragmentos de piedras mayores a $\frac{3}{4}$ " en diámetro, debiendo además contar con una humedad óptima y densidad correspondiente.

Método de compactación

Después del tendido de las tuberías y después de haberse controlado y aprobado definitivamente su debida colocación, se rellenarán las zanjas utilizando las siguientes clases de material:

Desde el fondo hasta 30 cm medidos encima de la clave superior de la tubería, se colocará material proveniente de la excavación o seleccionado (acarreado) no cohesivo o ligeramente cohesivo. El material estará libre de piedras y será aprobado por el Supervisor.

A partir de la capa de relleno mencionada en el párrafo anterior, se colocará material de la excavación, pero libre de piedras y de material orgánico, o material selecto, y se compactará en capas con espesores que garanticen el efecto de compactación requerido. El espesor máximo de cada capa será de 20 cm.

Medida y forma de pago

Se medirá por metro cúbico (m³) de suelo compactado, y su precio incluirá el suministro de la tierra blanca, agua, etc. En el lugar de la obra, la mano de obra por la revoltura y mezcla compactada. Se pagará según se indique en el plan de oferta o como indique el contrato.

5.2.4 Desalojo de material sobrante

El contratista desalojará por su cuenta el material sobrante de las excavaciones, hacia un lugar fuera de la obra autorizado por la Municipalidad respectiva o el Ministerio de Obras Públicas y donde no se ocasione daños a terceros.

Forma de pago

El costo del desalojo del material sobrante por excavación no será pagado por separado.

5.3 Sección albañilería

Alcance del trabajo

En esta partida se incluyen todas las obras de albañilería a ejecutarse en la construcción. El contratista proveerá la mano de obra, transporte, materiales, herramientas, andamios, etc. para ejecutarlas en concordancia con los planos y especificaciones; y serán revisadas por la Supervisión, quien dará su aprobación.

Trabajo incluido

5.3.1 Mampostería de ladrillo de barro

El trabajo consiste en la elaboración de elementos como muros, tapiales, gradas, etc.

Materiales

- Cemento Portland
- Arena
- Agua
- Ladrillo de barro hecho a mano de 9 x 14 x 28 cms.

5.3.2 Construcción de tanque de almacenamiento

Deberá construirse con las dimensiones y refuerzos que indican los planos y la ubicación definitiva deberá ser aprobada por la Supervisión.

Será un tanque de distribución de 100 M3.

En la capa de material bajo la fundación se deberá dejar una pendiente mínima de 1% hacia el centro de modo que este quede más elevado que los bordes.

Los ladrillos serán contruidos a máquina o a mano, bien cocidos, de dimensiones 10 cm x 14 cm x 28 cm (tipo calavera) y resistencia a la ruptura por compresión igual o mayor de 70 kg/cm². El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento arena de 1:3.

La construcción del tanque se considerará como unidad global y deberá incluir todos los trabajos de terracería hasta una profundidad de 2.0 m, materiales y mano de obra

necesarios para completar la obra. Se considerarán como parte integral del tanque la caja para válvulas de salida y limpieza, acera perimetral y canaleta de drenaje, accesorios de rebose y respiraderos, la tapadera metálica con su respectivo candado para intemperie, escalera de acceso interna y externa, impermeabilización interna y pintura para exteriores de color que sea requerido.

Pago

Se pagará a los precios especificados en el contrato, y estará a criterio de la Supervisión el pago parcial por avance en la construcción.

Forma de pago

Se medirá por metro cuadrado. Se pagará según se indique en el plan de oferta o como indique el contrato.

5.4 Sección instalaciones hidráulicas

Alcance del trabajo

Esta sección incluye toda la mano de obra los materiales, los equipos y los servicios necesarios para el suministro, la entrega y la instalación de toda obra de tuberías, válvulas y accesorios de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Tuberías

5.4.1 Tubería y accesorios de PVC.

Las tuberías a instalarse de PVC, serán:

Tubería de 2" de JR en la red de distribución.

- En el caso de los accesorios todos serán material de polivinilo según la norma ANSI Para presiones de 160 PSI.
- Las presiones de trabajo serán variables, y están indicadas en los cálculos hidráulicos del diseño del sistema y en detalle de planos constructivos.

5.4.2 Válvulas y accesorios

Deben cumplir las Normas técnicas establecidas en su última versión. El cuerpo de cada válvula deberá ser de construcción resistente, Serán en bronce para diámetros

de 2". Deberán contar con protección contra la oxidación con resina epóxicas, pintura vinílica o similar, adecuadas para uso en contacto con agua para consumo humano.

En el cuerpo de la válvula deberá estar fundida en alto relieve la siguiente información:

Todas las válvulas mayores a 2" serán bridadas.

Todas las bridas deberán cumplir con las normas ANSI/B16.1 o B16.5.

5.4.3 Válvulas de compuerta

Serán fabricadas según Norma AWWA C-509, presión máxima de trabajo de 160 psi, junta brida según ANSI B16.1, Clase 125; a instalar en posición horizontal y deberán suministrarse con empaques, pernos y tuercas.

Para diámetros mayores de 2" serán en Bronce y roscadas según ASTM B 61.

Serán instaladas en los sitios donde se indica y/o donde se indica válvula de control en redes y/o salida de tanques y captación.

5.4.4 Válvulas de aire de expulsión de aire

Sobre las líneas de aducción serán de doble función en 2" junta cementante NPT clase ANSI 150 (presión máxima 160 psi). En ambos casos llevarán su respectiva válvula de aislamiento tipo compuerta bronce ASTM B61.

5.4.5 Válvula globo para tanque

Esta válvula deberá tener una presión de trabajo de 160 psi.

Los materiales serán los siguientes:

- Cuerpo, conector, horquilla, vástago, plato posterior, plato anterior, tornillo, y tuerca en bronce ASTM B62.
- Varilla y pelota en bronce ASTM B-62.
- Anillo en fieltro.
- Sello de nitrilo.

5.4.6 pruebas de tuberías para agua potable

Esta prueba tendrá una duración de 2 horas, debiéndose efectuar de la siguiente forma:

Se colocará una bomba de pistón para ser operada manualmente en el extremo más bajo, en el extremo superior se colocará un manómetro provisto de una válvula de compuerta.

Se instalará en la parte más alta de la red una válvula de aire, con el objeto de operarla y se pueda eliminar todo el aire contenido en las tuberías. Se inyectará agua a la red a través de la bomba manual, la cual deberá tener una válvula de retención para evitar retorno de agua a la bomba.

Después de comprobar que la red está totalmente llena de agua y que no existen burbujas de aire, se procederá a elevar la presión hasta 160 PSI (que corresponde al 150% de la presión de trabajo para las tuberías cuando dicha presión sea obtenida, se cerrará la válvula instalada junto a la bomba.

Se revisará la presión del manómetro a los 5 minutos y de no haber variación alguna se procederá a una segunda revisión a los sesenta minutos, durante este tiempo no deberá haber variación, si este es el caso se procederá a desconectar la bomba y lacrándose (sellándose) esta conexión.

En el caso de que la presión hubiese bajado, se deberá efectuar la revisión exhaustiva de toda la tubería instalada. Se deberá cambiar todas las piezas defectuosas en las fugas encontradas, desarmando el tramo correspondiente y si el defecto es de una conexión o tubería, esta será sustituida.

Si el defecto fue ocasionado por la mala ejecución de la mano de obra, esta podrá corregirse sin necesidad de sustitución, siempre y cuando en la siguiente prueba no hubiese ningún tipo de problema.

Una vez aceptada la prueba por la Supervisión, se descargará la tubería hasta bajar la presión a 50 PSI, dejándose así hasta la colocación de los accesorios y poder con ello detectar cualquier fuga por daños posteriores a la prueba.

Desinfección sanitaria

Después que la red de agua potable o cualquier parte de ella haya sido instalada y/o reparada, deberá ser desinfectada tal como se indica a continuación antes de ser puesta en servicio.

5.4.7 Desinfección de tuberías

Una vez instalada y probada hidráulicamente toda la red, ésta deberá ser desinfectada con cloro.

Previamente a la clorinación, es necesario eliminar toda suciedad y materia extraña, para lo cual se inyectará agua por un extremo y se le hará salir al final de la red.

Para el caso de usar en la desinfección cloro líquido, se aplicará una solución a gas o cloro directamente de un cilindro, con aparatos adecuados para controlar la cantidad inyectada y asegurar la difusión efectiva en toda la tubería.

Será preferible usar el aparato clorinador de solución. El punto de aplicación será de preferencia al comienzo de la tubería y a través de una llave "corporation".

En la desinfección de la tubería por compuesto de cloro disuelto, podrá usar compuestos de cloro tal como hipoclorito de calcio o similares, cuyo contenido de cloro sea conocido. Para el cálculo de la cantidad de compuesto de cloro a utilizar se usará la siguiente formula:

$$\text{Grs.} = (P \times V) / (\% \text{ Cl} \times 10)$$

Donde:

Grs= Peso en gramos del compuesto a usarse.

P= gr. o p.p.m. de la solución a prepararse.

V= Volumen de agua en las tuberías.

% Cl = Porcentaje de cloro disponible en el compuesto.

Para la adición de estos productos se usará una solución en el agua, al que será inyectada o bombeada dentro de la nueva tubería y en una cantidad tal que de un dosaje de 50 p.p.m. como mínimo.

El periodo de retención, será por lo menos de tres horas. Al final de la prueba, el agua deberá tener un residuo de por lo menos de 5 p.p.m. de cloro. Durante el proceso de la cloración todas las válvulas y otros accesorios serán operados repetidas veces, para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente expulsada llenándose la tubería con el agua dedicada al consumo.

5.4.8 Anclajes

En todos los cambios de dirección horizontal de la tubería de distribución de Agua Potable, en codos, Tees y puntas muertas definitivas, se utilizarán anclajes de mampostería de piedra, con mezcla 1:3. También se utilizarán anclajes para asegurar las válvulas dentro de su respectivo pozo de visita o tubo guía. En general los anclajes para los cambios de dirección deben tener la forma de una pirámide truncada, con la base pequeña sirviendo de apoyo al cuerpo de accesorio respectivo y la base más grande apoyada al terreno.

5.4.9 Cajas de válvulas

El fondo será emplantillado con grava y las paredes de ladrillo de barro. Las dimensiones, están indicadas en los planos, de manera que dichas cajas, puedan alojar convenientemente los extremos de los tubos, las válvulas y tapaderas según se indique.

El concreto que se emplee en sus estructuras deberá ser $f'c=210$ kg/cm².

El mortero para pegar ladrillo será de 1 parte de cemento y 4 partes de arena.

Forma de pago

Todo el sistema el sistema de distribución de agua potable se medirá por m, incluyendo material, mano de obra y todo tipo de accesorios.

Las válvulas se medirán por unidad. Las cajas, anclajes y se medirán por unidad. El precio de las obras aquí descritas debe comprender el suministro, instalación/construcción y todos los costos asociados para su correcta instalación.

5.5 Tanque de almacenamiento

Sin restringir la generalidad de lo que a continuación se describe, se detallan las siguientes partidas principales:

Obras en predio de tanque

Las obras principales serán:

La nivelación de la terraza, según los niveles indicados en planos.

Construcción de cerco con postes de concreto y malla ciclón, según se indica en planos y de acuerdo a la Sección 5, Misceláneos.

5.5.1 Tanque

El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad de 100 m³ para la red, Será construido en mampostería de ladrillo de barro. Los elementos de concreto armado en $f'c=210$ kg/cm². El acero de refuerzo será grado 40. Tanto el repello como el afinado deberán contener un aditivo impermeabilizante cuya ficha técnica debe someterse a aprobación de la Supervisión. En los planos se muestra el detalle de armado, sus especificaciones y los planos de armado y colocación de molde. La mano de obra a utilizar deberá ser calificada. Deberán atenderse las especificaciones del ítem 6 referente al Concreto.

El tanque tendrá cajas al ingreso y a la salida, las cuales alojarán los accesorios y válvulas, según ha sido indicado en los planos. Refiérase al numeral de VALVULAS Y ACCESORIOS para las especificaciones de los mismos.

La cloración se hará por medio de un hipoclorador en Tee, el cual deberá instalarse al ingreso al tanque.

Los numerales siguientes contienen sus especificaciones.

5.5.2 Clorador.

Al ingreso del Tanque sobre la línea de aducción, se instalará un dispositivo de cloración de según se ha indicado en los planos. El Hipo clorador será fabricado en acero al Carbono en junta bridada; el dosificador será en PVC 160 PSI Deberá estar

provisto de un drenaje para limpieza en acero grado alimenticio. Sobre este dispositivo se depositarán las pastillas de cloro.

El Constructor junto al Proveedor del clorador deberán determinar la dosificación de acuerdo al análisis de agua realizado al finalizar la construcción del sistema.

5.5.3 Medidores.

Las características del medidor en todos sus aspectos a suministrar deberán cumplir con lo establecido en la Norma ISO 4064-1. Deberá presentar el original de la Certificación de fabricación de cada Producto ofertado de acuerdo a las Normas ISO 4064-1-2005 y adjuntar los certificados de homologación con relación a la norma en referencia.

5.5.4 Análisis de agua

Será indispensable que se realicen los análisis físico-químico y bacteriológico del agua. Estos deberán correr por cuenta del Realizador del proyecto. La muestra será tomada en el ingreso al tanque y servirán para determinar la cantidad de cloro que se suministrará al sistema. Estos resultados deberán ser proporcionados al suministrante del sistema de cloración para que los incorpore en el diseño del mismo.

Alcance

La galería será construida con las dimensiones indicadas en los planos. Consistirá de muretes perimetrales que servirán para confinar la grava redondeada del tamaño No.2 que servirá de filtro. Se colocará la tubería de PVC 160 psi JR la cual será perforada a todo lo largo de su mitad superior, tal y como se indica en los planos. Así se colectará el agua para el abastecimiento.

A la salida de la tubería se instalará una válvula de control y un medidor instalada en caja. También se dejará una tubería de limpieza sellada con un tapón hembra. La zona de la fuente no deberá ser intervenida con ninguna actividad como limpieza ni chapeo. Deberá únicamente trabajarse en la zona marcada en los planos sin talar ningún árbol ni realizar excavaciones más allá de los límites indicados.

Forma de pago

El pago será por unidad, y deberá incluir todos los trabajos de suministro, acarreo, desalojo del material, mano de obra, equipo y herramientas. La válvula de compuerta y el macro-medidor se pagarán por separado según se indica en los apartados correspondientes de estas especificaciones.

5.6 Sección miscelánea

5.6.1 Cerca de postes de concreto y malla ciclón

Alcance

Las cercas se ubicarán en el perímetro del lugar donde se construirá el tanque los Serán construidas según se indica en los planos. Tomar en cuenta el detalle constructivo en los esquineros. Todas las obras metálicas, deberán fabricarse de acuerdo con las medidas que se indiquen en los planos.

Los cortes y/o perforaciones dejarán líneas y superficies rectas y limpias. El equipo para corte podrá ser el que mejor facilite el trabajo del contratista exceptuando el corte con acetileno, el cual no se permitirá en ningún caso.

Al soldar se observará lo siguiente:

Las piezas que se vayan a soldar se colocarán correctamente en su posición y se sujetarán por medio de abrazaderas, cuñas tirantes, puntales y otros dispositivos apropiados o por medio de puntos de soldadura hasta que la soldadura definitiva sea concluida.

Las superficies a soldar deberán limpiarse completamente, liberándolas de escamas, óxidos, escorias, polvo, grasa o cualquier materia extraña que impida una soldadura apropiada.

En el ensamble o unión de partes de una estructura mediante soldadura, deberá seguirse una secuencia para soldar, que evite deformaciones perjudiciales y origine esfuerzos secundarios.

La soldadura deberá ser compacta en su totalidad y habrá de fusionarse completamente con el metal base.

Las piezas a soldar se colocarán tan próximas una a la otra como sea posible y en ningún caso quedarán separadas una distancia mayor de 4mm.

Una vez aplicada la soldadura las escamas deberán retirarse dejando limpia la zona de soldadura. El montaje se hará a plomo, escuadra y nivel conforme los planos; y se arriostrarán provisionalmente, hasta donde fuese necesario, para mantenerlas en su posición correcta. Inmediatamente de haber sido inspeccionada y aprobada la estructura y después de su fabricación, se le aplicará pintura en spray para galvanizado en las zonas de soldadura y otras que se hayan dañado.

Cuando ésta haya secado se procederá a colocar la malla.

Materiales

- Los postes de hierro galvanizado
- malla ciclón.
- Alambre espigado
- Concreto simple para las bases de los postes.

Forma de pago

Se medirá por metro. El precio unitario de las cercas incluye el suministro, fabricación, pintura, transporte, instalación, soldadura, refuerzos, columnas, marcos, excavaciones, rellenos, bloques, localización y en general todo gasto por mano de obra, materiales, equipos, etc., en que incurra el Contratista para construir y dejar terminada la cerca conforme los planos y especificaciones. Se medirá por metro lineal. Queda entendido que se excluyen de la medida y pago, las cercas de malla ciclón temporales que el Contratista coloque en los linderos del terreno o en otros sitios de la obra.

5.7 Portones

Alcance

Todas las obras metálicas, deberán fabricarse de acuerdo con las medidas que se indiquen en los planos.

Los cortes y/o perforaciones dejarán líneas y superficies rectas y limpias. El equipo para corte podrá ser el que mejor facilite el trabajo del contratista exceptuando el corte con acetileno, el cual no se permitirá en ningún caso.

Al soldar se observará lo siguiente: Las piezas que se vayan a soldar se colocarán correctamente en su posición y se sujetarán por medio de abrazaderas, cuñas tirantes, puntales y otros dispositivos apropiados o por medio de puntos de soldadura hasta que la soldadura definitiva sea concluida.

Las superficies a soldar deberán limpiarse completamente, liberándolas de escamas, óxidos, escorias, polvo, grasa o cualquier materia extraña que impida una soldadura apropiada.

En el ensamble o unión de partes de una estructura mediante soldadura, deberá seguirse una secuencia para soldar, que evite deformaciones perjudiciales y origine esfuerzos secundarios. La soldadura deberá ser compacta en su totalidad y habrá de fusionarse completamente con el metal base. Las piezas a soldar se colocarán tan próximas una a la otra como sea posible y en ningún caso quedarán separadas una distancia mayor de 4mm.

Una vez aplicada la soldadura las escamas deberán retirarse dejando limpia la zona de soldadura. El montaje se hará a plomo, escuadra y nivel conforme los planos; y se arriostrarán provisionalmente, hasta donde fuese necesario, para mantenerlas en su posición correcta. Inmediatamente de haber sido inspeccionada y aprobada la estructura y después de su fabricación, se le aplicará pintura en spray para galvanizado en las zonas de soldadura y otras que se hayan dañado.

Cuando ésta haya secado se procederá a colocar la malla.

Forma de pago

Se medirán por unidad. El precio unitario considera incluido el suministro, fabricación, pintura, transporte, instalación, soldadura, refuerzos, columnas, marcos, excavaciones, rellenos, bloques, localización y en general todo gasto por mano de

obra, materiales, equipos, etc., en que incurra el Contratista para construir y dejar terminada las puertas y portones conforme a los planos y especificaciones.

5.8 Concreto ciclópeo

Se usará en los anclajes, y en cualquier otra estructura que se indique en los planos. El concreto ciclópeo consiste de concreto con una resistencia mínima a la compresión después de 28 días de 180 kg/cm², debe contener piedras sanas, limpias resistentes y durables de formas cúbicas, no alargadas (lajas) hasta por un volumen igual al cincuenta por ciento (50%) del volumen del concreto. Las piedras deberán ser de superficie fina, sin la presencia de poros. Previo a su colocación dentro del concreto, las piedras o cantos rodados deberán ser saturados de agua y limpiados convenientemente de cualquier impureza. Durante la colocación, la piedra o canto no deberá dejarse caer, sino depositarse cuidadosamente en su lugar final para no golpear la formaleta u otra parte de la estructura, y además el Contratista tomará las precauciones para que cada piedra o canto esté completamente rodeada por una capa de concreto, cuyo espesor no sea menor de 5 cm.

Se medirá por m³ y el precio debe incluir todos los costos asociados para el suministro, colocación y curado.

5.7 Sección concreto estructural

Alcance del trabajo

En esta partida están comprendidos todos los trabajos relacionados con concreto simple y reforzado, indicados en los planos, anexos, o en las especificaciones. El contratista proveerá mano de obra, transporte, materiales, herramientas, equipo y todos los servicios necesarios para el suministro, fabricación, desmantelamiento de encofrados, suministro, armado y colocación del acero de refuerzo. Antes del inicio de las obras, el constructor suministrará muestras de todos los materiales que pretenda utilizar en la fabricación del concreto, a fin de someterlas a análisis de laboratorio.

Si durante el período constructivo se hicieran cambios en cuanto a las fuentes de suministro de los agregados, el laboratorio seleccionado por el Supervisor, efectuará

los nuevos análisis y dosificaciones, los cuales serán pagados por el constructor sin costo adicional al propietario y éstos a su vez serán verificados por la supervisión.

Será responsabilidad del contratista, proveer materiales que cumplan con las propiedades y resistencias descritas en los planos y en estas especificaciones.

El contratista deberá tener la capacidad instalada y el equipo apropiado tal como andamios, puntales metálicos y fabricación de moldes modulares que permitan su utilización en múltiples usos aprovechando que el diseño tanto estructural como arquitectónico está sustentado en un sistema módulo base.

Trabajo incluido

5.7.1 Moldes y formaletas

Para el diseño y la construcción de los moldes, encofrados, cimbras, formaletas y cualquier otra estructura provisional se deberán seguir las disposiciones establecidas por las normas ACI-347, última versión. Estarán bajo la responsabilidad del contratista y deberán ser aprobados por la Supervisión. El material para los moldes será: madera cepillada, plywood, molde metálico y/o bloques de concreto de acuerdo a lo indicado en los planos. Se podrá utilizar madera o plywood usados, siempre y cuando se garantice la obtención de las superficies y las formas requeridas en los planos y especificaciones.

Procedimiento de ejecución

Los moldes tendrán la resistencia necesaria y suficiente para soportar la presión del concreto y las cargas de trabajo de la construcción, sin dar lugar a desplazamientos durante el colado y curado, se deberán asegurar que las dimensiones, superficies y alineamientos cumplan con lo especificado en los planos.

Los moldes se colocarán firmemente y sus uniones deberán estar cerradas de tal modo que no permitan filtraciones ni escurrimientos. Antes de proceder a la construcción de los moldes, al material: madera cepillada, plywood, etc. se le dará un tratamiento con pintura, a efecto de garantizar la multiplicidad de uso.

En el proceso de colado de vigas, losas, columnas y paredes de concreto se usarán moldes, que garanticen, que cuando éstas sean desmoldadas, el acabado sea definitivo, ya que no se realizará en ellas ningún tipo de repello, afinado, etc. Para ello se usará un aditivo que permita que el concreto no se adhiera a las superficies de contacto, y así obtener el acabado exigido. Para obtener un buen acabado de todos los elementos estructurales ya mencionados, cuando éstos se desamolden, deberá usarse un aditivo que reúna las propiedades de ser un agente químico desmoldador, no oxidable y que no sea perjudicial al concreto. Este se debe aplicar al molde ya sea por rociador, cepillo o rodillo. Todos los moldes deben de estar libres de moho. Su aplicación en moldes porosos y no porosos deberá realizarse según las proporciones recomendadas por el fabricante.

Cualquier exceso de aditivo desmoldador en los moldes será secado y no se permitirá que se impregne en los moldes.

Antes de reutilizar los moldes, éstos se limpiarán cuidadosamente para quitar los residuos de concreto seco de las superficies, que volverán a estar en contacto con la nueva mezcla. El contratista no podrá, por ningún motivo, someter las estructuras desencofradas a carga alguna, ni aun cuando ésta sea provisional.

El diseño y la construcción de los encofrados, cimbras y otras estructuras relacionadas, estarán bajo la responsabilidad del contratista, pero deberán ser aprobados por el Supervisor antes de ser usados para moldear el concreto.

El concreto deberá alcanzar suficiente resistencia antes de retirar los encofrados. No se retirarán los encofrados de columnas ni los laterales de moldes en vigas y paredes, antes de 12 horas, después de efectuado el colado.

El encofrado de vigas y losas o cualquier otro miembro que soporte el peso del concreto no podrá removerse antes de 7 días del colado respectivo. Las operaciones de desencofrado y las que siguen a continuación no deberán ocasionar daños a la estructura. El contratista será responsable por los daños causados por el retiro de los encofrados antes del tiempo requerido, así como cualquier daño o perjuicio causado por cualquier encofrado defectuoso.

Forma de pago

El pago por moldeado deberá incluirse en el precio de la partida correspondiente de concreto armado; se pagará en las partidas de concreto armado que corresponda.

Concreto

Materiales

Cemento

Todo cemento deberá ser Pórtland Tipo 1, de conformidad con las especificaciones ASTM C15071, deberá ser aprobado por la Supervisión, entregado en la obra en su empaque original y deberá permanecer sellado hasta el momento de su uso. Las bodegas para el almacenamiento de cemento permanecerán secas, para lo cual se cerrarán todas las grietas y aberturas de la bodega. Las bolsas deberán ser estibadas lo más cerca posible unas de otra para reducir la circulación de aire, evitando su contacto con paredes exteriores.

Las bolsas deberán colocarse sobre plataformas de madera, levantadas 0.15m sobre el piso y ordenadas de tal forma que cada envío de cemento sea fácilmente inspeccionado o identificado. No se permitirá el uso de cemento endurecido por el almacenamiento o parcialmente fraguado en ninguna parte de la obra.

El contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado, antes de utilizar el cemento acopiado recientemente. Los sacos de cemento se colocarán unos sobre otros hasta un máximo de 10 bolsas y su almacenamiento no será mayor de 30 días.

No se permitirá mezclar en un mismo colado cementos de diferentes marcas, tipos o calidades.

Agua

En el momento de usarse, el agua deberá estar limpia, fresca, potable, libre de aceites, ácidos, sales, álcali, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan causar daños al o a los procesos constructivos.

Agregados

Los agregados pétreos serán arena y piedra triturada adecuada, granulométrica, conforme los registros de las normas ASTM C-33, última versión, para concreto de peso normal y los resultados de los ensayos.

Todos los agregados deberán estar razonablemente exentos de impurezas, evitando su contaminación con materiales extraños durante su almacenamiento y su manejo. Los agregados de diferente tipo y granulometría deberán así mismo, mantenerse separados hasta su mezcla en proporciones definidas.

El agregado fino será de granos duros, libres de pómez, polvo, grasa, sales, álcali, sustancias orgánicas y otras impurezas perjudiciales para el concreto. Su gravedad específica no deberá ser menor de 2.50, su módulo de finura entre 2.3 y 3.1 y su colorimetría no mayor del No. 3, de conformidad a la norma ASTM C-40, última versión, y cumplirá con los límites de graduación de las especificaciones ASTM C117, última versión.

El agregado grueso será de piedra triturada proveniente de roca compacta. No se aceptará grava que presente poros o aspecto laminar. El tamaño máximo del agregado no podrá exceder de 1/3 del espesor de las losas y deberá estar formado por granos limpios, duros, sin arcilla o fango. El agregado grueso para el concreto de relleno de huecos en paredes de bloques será de tamaño no mayor de 3/8" (chispa). Los agregados se almacenarán y mantendrán en una forma tal que impida la segregación y la inclusión de materiales foráneos.

Aditivos

Solamente con la autorización de la Supervisión, el contratista podrá usar aditivos para mejorar la resistencia y la colocación del concreto y conforme a las especificaciones ASTM C-494-67 T. Todo aditivo deberá usarse siguiendo estrictamente las instrucciones impresas del fabricante y para verificar su comportamiento combinado se efectuarán pruebas de cilindro de concreto. Cuando algún aditivo sea usado a opción del contratista, o sea requerido por el Supervisor, como medida de emergencia para evitar atrasos en la obra o remediar errores o

negligencias del contratista, no habrá compensación adicional alguna. En los demás casos, cualquier costo resultante por el uso de aditivos deberá incluirse en los precios del contrato, a menos que los documentos contractuales estipulen específicamente de otra manera.

5.7.2 Acero de refuerzo

Calidad del refuerzo

El contratista deberá suministrar, almacenar en estantes separados del suelo y proteger de la intemperie, así como detallar, doblar, cortar y colocar todo el acero de refuerzo como se muestra en los planos o como lo indique el supervisor. Todas las varillas del acero de refuerzo para proyectos de una planta deberán ser de grado 60 según la norma ASTM A-615, última versión, con un límite de frecuencia mínima de 4200 Kg/Cm², a excepción de las No.3 y No.2 que serán grado 40. Las varillas exceptuando las de 1/4" de tipo corrugado y el grabado será de acuerdo a la norma ASTM-A-305, última versión. Antes de cualquier armadura o colocación, el acero deberá ser sometido a prueba de tensión (ruptura) por el laboratorio conforme a las normas de muestreo preparación y método de prueba ASTM A 615, última versión.

En ningún caso se aceptarán varillas de grados y diámetros comúnmente conocidas como "comerciales". Las superficies de las varillas deberán estar libres de sustancias extrañas como costras, herrumbres, descascaramientos, aceites, grasas o cualquier otro recubrimiento que pueda reducir o eliminar su adherencia al concreto.

Colocación del refuerzo

El contratista colocará el acero de refuerzo de acuerdo a lo indicado en los planos y atendiendo las indicaciones complementarias de la Supervisión.

Los amarres deberán sujetarse firmemente para evitar desplazamientos de las varillas, o rupturas en el alambre durante el desarrollo de la armadura y ejecución del colado.

Los empalmes y ganchos del refuerzo se harán siguiendo los lineamientos de los planos estructurales. En el caso de que los planos no lo definan, se seguirán las estipulaciones del reglamento ACI-318 en su última versión.

Procedimiento de ejecución

Concreto

Producción

Si el concreto va a ser producido en el sitio, los ingredientes serán mezclados en concretoras en perfecto estado de funcionamiento, capaces de proporcionar una masa uniforme y descargarla sin una segregación perjudicial. La concretora se hará girar a la velocidad recomendada por el fabricante y el tiempo de mezclado será de por lo menos 1.5 minutos para volúmenes del metro cúbico (m³) o menores. Este tiempo se incrementará en 20 segundos por cada metro cúbico (m³) o fracción en exceso de 1 metro cúbico (m³). El concreto endurecido será rechazado.

El tiempo de mezclado se podrá prolongar hasta un máximo de 4 minutos cuando las operaciones de carga y mezclado no produzcan la uniformidad de composición y consistencia requerida para el concreto.

Las mezcladoras no se cargarán en exceso, ni se les dará velocidad mayor que la que recomiendan los fabricantes. El concreto se preparará siguiendo las propiedades de diseño de las mezclas, a manera de obtener la resistencia especificada con su adecuación al campo.

Las mezclas obtenidas deberán ser plásticas y uniformes con un revenimiento que esté de acuerdo al tipo de elemento a colar, entre los 7.5 y 10 cm. (de 3 a 4 pulgadas). No se deberá, por ningún motivo, agregar más agua de la especificada, sin autorización de la Supervisión. No se permitirá hacer sobre mezclados excesivos que necesiten mayor cantidad de agua para presentar la consistencia requerida, ni se admitirá el uso de mezclas retempladas.

Si alguna mezcladora llegara a producir resultados insatisfactorios, se dejará de usar inmediatamente, hasta que se repare o se sustituya por otra.

El concreto premezclado que sea usado en la obra se preparará, transportará y entregará de acuerdo con los requisitos establecidos en las especificaciones para concreto premezclado, ASTM C-94.

En el caso de la mezcla elaborada en la obra, no se podrá usar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los 30 minutos de haber añadido el agua al cemento para la mezcla.

En las estructuras (paredes de retención, cimientos, columnas, vigas, losas, etc.) no se permitirá el concreto mezclado a mano.

Solamente la supervisión podrá autorizar, en caso de emergencia, la utilización del concreto fabricado a mano. En tal caso, se hará en una plataforma sin fugas de agua y cada revoltura no será mayor de 0.25 m³.

El grado de fluidez del concreto necesario en los diferentes usos se obtendrá manteniendo siempre la relación agua-cemento. La fluidez será comprobada midiendo su revenimiento con el método Standard establecido por la norma ASTM C-143, última versión.

Antes de todo colado deberá estar completo el encofrado y aprobado por parte de la Supervisión el refuerzo o cualquier dispositivo que debe quedar ahogado en el concreto. Tanto el encofrado como el equipo de conducción deberán estar libres de concreto endurecidos y de materiales extraños, inmediatamente antes del colado. La colocación de cualquier conducto o dispositivo dentro del concreto no debe menoscabar la resistencia del elemento estructural, su ubicación deberá ser siempre aprobada expresamente por la Supervisión. En ningún caso, deberán ahogarse dispositivos de aluminio, a menos que estén debidamente pintados o recubiertos.

Los conductos a presión estarán diseñados para resistir la presión y la temperatura a que van a estar sometidos, pero en ningún caso se admitirán temperaturas superiores a los 65 grados centígrados, ni presiones manométricas superiores a los 14 kg/cm². La protección de concreto para los conductores ahogados será de 4 cms, en miembros a la intemperie y de 2 cms. en miembros no expuestos a la intemperie.

Colocación del concreto

El contratista notificará por escrito a la Supervisión, por lo menos con 48 horas de anticipación, la fecha en que pretende colar, para que pueda realizar una inspección adecuada en horas diurnas y nunca en día de asueto obligatorio, días festivos o domingos, por lo tanto, el contratista tomará en cuenta lo anterior para sus solicitudes de inspección.

Antes del inicio de cualquier vaciado de concreto, se deberá obtener la aprobación de la Supervisión. No se permitirá colocar concreto, cuando en opinión de la supervisión, las condiciones impidan la colocación y consolidación del mismo. Así también, todos los equipos y métodos usados para la colocación del concreto estarán sujetos a la aprobación de la Supervisión.

Cuando la colocación del concreto sea sobre superficies de tierra, éstas deberán estar limpias, compactadas, humedecidas y sin agua estancada. Las superficies de concreto existentes sobre las cuales se colocará concreto fresco, serán picadas y deberán estar limpias, sin aceite, agua estancada, lodo o cualquier tipo de desecho. Todas las superficies se humedecerán antes de colocar el concreto.

Para evitar la segregación del concreto en colados profundos, se podrán usar formaletas, las cuales tendrán en su parte superior embudos o mangas de metal o de hule, o bien se podrán hacer ventanas en el molde con una separación máxima de 1.50 más. En ningún caso se apilarán cantidades de concreto para luego manipularlo a lo largo de formaletas. En el caso de uso de formaletas (canales) metálicas, éstas tendrán una pendiente que no exceda la relación 1/2. El colado se hará a una velocidad tal que permita que el concreto se conserve, todo el tiempo de colado, en estado plástico y fluya fácilmente en los espacios comprendidos entre varillas. No se permitirá vaciar en las estructuras, concreto que se haya endurecido completo o parcialmente, o que esté contaminado con sustancias extrañas; ni se deberá revolver nuevamente dicho concreto. Si el proceso de mezclado en la obra se detuviera por un período mayor de 25 minutos, la mezcladora deberá limpiarse, removiendo los materiales remanentes, antes de renovar su funcionamiento.

Una vez que se empiece el colado, éste se llevará a cabo como una operación continua hasta que se complete el colado de un tablero o sección, a menos que específicamente se autorice de otra manera.

En caso de ser necesarias juntas de colado, éstas deberán ser autorizadas por la Supervisión y se harán como se describe "JUNTAS DE COLADO".

La consolidación del concreto se hará por medio de vibradores de bastón, capaces de transmitir 3500 impulsos por minuto. Los vibradores serán de inmersión y con bastón de hasta 1 1/4" de diámetro. La vibración deberá ser lo suficientemente intensa para afectar visiblemente el concreto en una altura de 2.5 centímetros y en un radio de 50 centímetros alrededor del punto de aplicación, y no deberá prolongarse mucho tiempo para evitar la segregación de los agregados. Además, se tendrá el cuidado de que los vibradores no golpeen el acero y que, a la vez, el concreto logre cubrir el refuerzo y penetrar en las esquinas de las cimbras. No se admitirá el vibrado a mano, a menos que la Supervisión lo autorice en casos especiales o de emergencia. El contratista tendrá por lo menos un vibrador extra por cada tres que estén en uso, y tendrá en la obra por lo menos un vibrador accionado con motor de gasolina.

Si por falta o mal funcionamiento de vibradores se interrumpiese el colado, el concreto no utilizado deberá ser repuesto en su totalidad por cuenta del contratista. Cualquier sección de concreto, que después de colada se encuentre porosa o defectuosa, deberá removerse y reemplazarse enteramente a costo del contratista, según lo ordene la Supervisión.

Juntas de colado

Todas aquellas zonas o elementos que indicados por la Supervisión formen una etapa de colado, se colarán monolíticamente y de una manera continua. En caso de ser necesarias juntas de colado, se harán y ubicarán donde causen menos debilitamiento de la estructura.

Cuando se dé una interrupción en el colado, el concreto se vibrará de tal manera que se eviten juntas frías, respetándose para tal caso las dimensiones y

recomendaciones de la supervisión; debiéndose usar, además, en los casos necesarios, retardadores del fraguado, los cuales deberán ser aprobados previamente por la Supervisión.

En el caso de interrumpirse el colado por un lapso tal que provocase la pérdida de la plasticidad del concreto o un período mayor de 5 horas antes del nuevo colado, se limpiará y picará la superficie expuesta del concreto viejo y posteriormente se procederá a la aplicación de una resina epóxica aprobada por la Supervisión, siguiendo las instrucciones del fabricante, para asegurar una adecuada unión con el próximo colado.

Las juntas con el colado se podrán hacer únicamente en los lugares y niveles mostrados en los planos, o indicados por la Supervisión, y los procedimientos de su construcción estarán sujetos a lo descrito en esta sección y a la aprobación de la Supervisión.

Protección y curado

Durante el colado y después de éste, el concreto deberá ser protegido de manera adecuada contra los efectos del sol y la lluvia, con el propósito de evitar un secado prematuro y excesivo o un lavado violento antes de tener una dureza suficiente. Así mismo se deberán prevenir daños mecánicos eventuales, como golpes violentos o cargas aplicadas que pudieran afectar su forma y resistencia.

El concreto se mantendrá húmedo cubriéndolo **permanentemente** con una capa de agua o un material aprobado por la Supervisión. El curado se podrá hacer mediante un sistema de tubos perforados, por medio de rociadores o cualquier otro método aprobado por la Supervisión, que mantenga la humedad en forma permanente. El rociado superficial esporádico no será admitido.

Reparación de defectos superficiales

Todos los defectos superficiales que resulten en el concreto al retirar los encofrados, deberán ser corregidos inmediatamente. Las colmenas, desprendimientos, rajaduras, agrietamientos y agujeros deberán picarse hasta encontrar concreto compacto,

después serán lavados hasta quedar totalmente limpios y serán resanados, reponiendo el concreto faltante.

La superficie de contacto entre el concreto nuevo y el concreto viejo o endurecido, será tratada con material adhesivo y/o expansivo según el caso, aprobado por la Supervisión o bien en otros casos, se podrá usar mortero de reparación, o lechada y mortero cemento-arena o lechada y pasta; según indique y apruebe la Supervisión. En el caso del tratamiento de superficies con resinas epóxicas, la reparación estará a cargo de personal experto en esta clase de operaciones. Los alambres y varillas salientes serán cortados hasta una profundidad de 2 centímetros dentro de la sección del concreto, y los agujeros o vacíos resultantes serán rellenados, después de ser lavados con lechada.

En elementos de concreto cuyas superficies quedarán expuestas, los excesos, protuberancias, depresiones y cualquier otra deformación de dichas superficies, serán reparadas hasta dejar en forma correcta el plano requerido.

CAPITULO VI: PRESUPUESTO

6.1 Clasificación de los costos.

La realización del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable está basada en la metodología siguiente:

- a) Obtención de las cantidades de obra de los planos de diseño
- b) Para la elaboración del Presupuesto, se utilizó el Sistema de Costos del

FISDL, eligiendo la zona correspondiente a la que pertenece el proyecto, y eligiendo un porcentaje de dichos costos.

6.1.1 Costos directos.

Son los gastos que tienen aplicación directa a un producto determinado, por lo tanto, es la suma de material, mano de obra, herramienta y equipo necesarios para la realización de un proceso constructivo.

6.1.2 Costos indirectos.

Son gastos que se erogan para cubrir administración y todos aquellos conceptos de carácter general que no sean fácilmente distribuidos en el costo directo. Así como gastos generales de una empresa aplicados por sus oficinas centrales, distribuyendo en las diversas obras que se realizan y las determinadas para el propio proyecto consideradas solo en él.

Se puede tomar como una aproximación del costo indirecto del 25 al 35% del costo directo, donde para el caso se tomará el 25%.

6.2 Presupuesto de construcción del sistema de agua potable.

PLAN DE OFERTA

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO DE CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR.

N°	CODIGO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTOS DIRECTOS			COSTO DIRECTO TOTAL	COSTO INDIRECTO	IVA	C. UNITARIO TOTAL	COSTO PARCIAL	TOTAL PARTIDA
					MATERIAL	MANO DE OBRA	OTROS						
		OBRAS PRELIMINARES											
1.0	11.1	LIMPIEZA (CHAPEO)	159.00	M ²	\$0.15	\$0.10	\$0.04	\$0.29	\$0.07	\$0.05	\$0.36	\$0.41	\$65.13
2.0	13.5	TRAZO Y NIVELACIÓN LINEAL PARA TUBERIAS	4501	ML	\$0.25	\$0.17	\$0.07	\$0.49	\$0.12	\$0.08	\$0.61	\$0.69	\$3,152.25
		LINEA DE TUBERIA (DISTRIBUCIÓN E IMPELENCIA)											
3.0	14.12	EXCAVACIÓN A MANO HASTA 1.5 M (MAT. SEMI DURO)	2700.60	M ³	\$5.21	\$3.64	\$1.56	\$10.41	\$2.60	\$1.69	\$13.01	\$14.70	\$39,709.96
4.0	12.3.5	TUBERÍA DE HO.GO. DE 4" T/LIVIANO	110.00	ML	\$12.04	\$8.42	\$3.61	\$24.07	\$6.02	\$3.91	\$30.09	\$34.00	\$3,739.88
5.0	X.X.X	CAMISA HO.GO CON ROSCA DE 4 " @ 6 M	138.00	U	\$4.65	\$3.26	\$1.40	\$9.30	\$2.33	\$1.51	\$11.63	\$13.14	\$1,812.80
6.0	12.8.2	UNION UNIVERSAL HO.GO 4"	15.00	U	\$12.14	\$8.49	\$3.64	\$24.27	\$6.07	\$3.94	\$30.34	\$34.28	\$514.22
7.0	12.8.14	CODO DE HO.GO. A90° DE 4"	19.00	U	\$10.69	\$7.48	\$3.21	\$21.37	\$5.34	\$3.47	\$26.71	\$30.19	\$573.52
8.0	12.19	TUBERIA PVC JC 2" 160 PSI	4501.00	ML	\$2.25	\$1.58	\$0.68	\$4.50	\$1.13	\$0.73	\$5.63	\$6.36	\$28,609.48
9.0	12.2.64	TEE PVC JR 6 2"	15.00	U	\$15.07	\$10.55	\$4.52	\$30.14	\$7.54	\$4.90	\$37.68	\$42.57	\$638.59
10.0	12.2.51	CODO LISO 90° PVC 2" JC	5.00	U	\$10.68	\$7.48	\$3.20	\$21.36	\$5.34	\$3.47	\$26.70	\$30.17	\$150.86
11.0	12.2.52	CODO LISO 45° PVC 1" JC	6.00	U	\$2.52	\$1.76	\$0.75	\$5.03	\$1.26	\$0.82	\$6.29	\$7.10	\$42.63
12.0	X.X.X	CAMISA PVC LISA DE 2" @ 6 M	750.17	U	\$0.60	\$0.42	\$0.18	\$1.20	\$0.30	\$0.20	\$1.50	\$1.70	\$1,271.53
13.0	12.5.3	VA LVULA DE AIRE DE 2"	9.00	U	\$43.76	\$30.63	\$13.13	\$87.51	\$21.88	\$14.22	\$109.39	\$123.61	\$1,112.47
14.0	12.8.29	PURGA DE LODOS P/CAÑERIA DE 2"	2.00	U	\$50.69	\$35.48	\$15.21	\$101.37	\$25.34	\$16.47	\$126.71	\$143.19	\$286.37
15.0	12.10.2	ANCLAJE DE MAMPOSTERIA PARA CAÑERIA DE HO.GO.	18.33	U	\$5.26	\$3.68	\$1.58	\$10.52	\$2.63	\$1.71	\$13.15	\$14.86	\$272.42
16.0	12.10.3	ANCLAJES DE CONCRETO PARA TUBERIA SIN MOLDEADO	40.00	U	\$0.87	\$0.61	\$0.26	\$1.73	\$0.43	\$0.28	\$2.16	\$2.44	\$97.75
17.0	15.3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	664.05	M ³	\$8.04	\$5.62	\$2.41	\$16.07	\$4.02	\$2.61	\$20.09	\$22.70	\$15,073.19
18.0	15.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL EXISTENTE	2025.45	M ³	\$4.19	\$2.93	\$1.26	\$8.38	\$2.10	\$1.36	\$10.48	\$11.84	\$23,974.75
19.0	12.1.31	ACOMETIDA DOMICILIAR A.P. PVC DE 2"	161.00	U	\$6.06	\$4.24	\$1.82	\$12.11	\$3.03	\$1.97	\$15.14	\$17.11	\$2,753.97
20.0	32.30.1	PRUEBA A PRESION DE TUBERIA	4611.00	ML	\$0.48	\$0.33	\$0.14	\$0.95	\$0.24	\$0.15	\$1.19	\$1.34	\$6,187.39

21.0	12.12.4	LIMPIEZA Y DESINFECCION TUBERIA AGUA POTABLE	4501.00	ML	\$0.05	\$0.04	\$0.02	\$0.10	\$0.03	\$0.02	\$0.13	\$0.14	\$635.77
22.0	16.1	DESALOJO DE MATERIAL	664.05	M³	\$3.07	\$2.15	\$0.92	\$6.14	\$154	\$100	\$7.68	\$8.67	\$5,759.14
	12.11.8	TANQUE DE DISTRIBUCION VOL= 100.M3											
23.0	13.1	TRAZO POR UNIDAD DE AREA	33.39	M²	\$0.11	\$0.08	\$0.03	\$0.22	\$0.06	\$0.04	\$0.28	\$0.31	\$10.38
24.0	14.12	EXCAVACIÓN A MANO HASTA 1.5 M (MAT. SEMI DURO)	100.17	M³	\$5.21	\$3.64	\$1.56	\$10.41	\$2.60	\$1.69	\$13.01	\$14.70	\$1472.91
25.0	15.2	RELLENO COMPACTADO CON SUELO CEMENTO PROP 20:1	11.54	M³	\$17.52	\$12.26	\$5.26	\$35.04	\$8.76	\$5.69	\$43.80	\$49.49	\$571.36
26.0		EMPEDRADO FRAGUADO E =0.175 M PROP.1:3	26.24	M²	\$8.64	\$6.04	\$2.59	\$17.27	\$4.32	\$2.81	\$21.59	\$24.39	\$640.10
27.0	2.10.20	LOSA DE CONCRETO INF, E= 12.5 CM (REF # 3, @ 25 cm A.S) F' C=210	41.62	M²	\$16.01	\$11.21	\$4.80	\$32.02	\$8.01	\$5.20	\$40.03	\$45.23	\$1882.40
28.0		SF (REF ANILLOS # 4 + REF RADIAL 56 # 3 @ 30) FC=210 KG/CM 2	14.33	ML	\$35.04	\$24.53	\$10.51	\$70.08	\$17.52	\$11.39	\$87.60	\$98.99	\$1418.50
29.0	3.12.13	PARED DE LADRILLO TRINCHERA PROP. 1:3	66.43	M²	\$17.49	\$12.24	\$5.25	\$34.97	\$8.74	\$5.68	\$43.71	\$49.40	\$3,281.47
30.0	2.10.13	LOSA SUPERIOR E =18CM 2 LECHOS N3 @ 25 CM A.S	39.82	M²	\$43.97	\$30.78	\$13.19	\$87.94	\$21.99	\$14.29	\$109.93	\$124.22	\$4,946.25
31.0	9.13.12	REPELLO EXTERIOR DEL TANQUE	69.35	M²	\$3.05	\$2.13	\$0.91	\$6.09	\$1.52	\$0.99	\$7.61	\$8.60	\$596.53
32.0	9.4.6	AFINADO EXTERIOR DEL TANQUE	69.35	M²	\$1.02	\$0.71	\$0.31	\$2.04	\$0.51	\$0.33	\$2.55	\$2.88	\$199.82
33.0	9.3.13	REPELLO INTERIOR DEL TANQUE C/IMPERMEABILIZANTE SIKA 1	63.49	M²	\$3.31	\$2.32	\$0.99	\$6.62	\$1.66	\$1.08	\$8.28	\$9.35	\$593.66
34.0	9.4.6	AFINADO INTERIOR DEL TANQUE	63.49	M²	\$1.02	\$0.71	\$0.31	\$2.04	\$0.51	\$0.33	\$2.55	\$2.88	\$182.94
35.0		TAPADERA METALICA PARA TANQUE	1.00	U	\$0.00	\$0.00	\$200.00	\$200.00	\$50.00	\$32.50	\$250.00	\$282.50	\$282.50
36.0		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE 4"	1.00	U	\$0.00	\$0.00	\$220.50	\$220.50	\$55.13	\$35.83	\$275.63	\$311.46	\$311.46
37.0		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE LIMPIEZA DE 3"	1.00	U	\$0.00	\$0.00	\$220.50	\$220.50	\$55.13	\$35.83	\$275.63	\$311.46	\$311.46
38.0		CAJA PARA VALVULAS	1.00	U	\$0.00	\$0.00	\$367.50	\$367.50	\$91.88	\$59.72	\$459.38	\$519.09	\$519.09
39.0		ACCESORIOS VARIOS(NIPLES CODOS,ADAPTADORES, TEE)	1.00	S.G	\$0.00	\$0.00	\$200.00	\$200.00	\$50.00	\$32.50	\$250.00	\$282.50	\$282.50
40.0		ESCALERA DE ACCESO PARA TANQUE (EXTERIOR E INTERIOR	1.00	S.G	\$0.00	\$0.00	\$500.00	\$500.00	\$125.00	\$81.25	\$625.00	\$706.25	\$706.25
41.0		PRUEBA DE TANQUE	1.00	U	\$0.00	\$0.00	\$315.00	\$315.00	\$78.75	\$51.19	\$393.75	\$444.94	\$444.94
		EQUIPO DE BOMBEO ELECTROMECANICO Y SUB ESTACION ELECTRICA											
42.0	12.9.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA DE 10 HP/240 V	1.00	U	\$3,505.00	\$2,453.50	\$1,051.50	\$7,009.99	\$1,752.50	\$1,139.12	\$8,762.49	\$9,901.61	\$9,901.61
43.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE COLUMNA DE SUCCIÓN DE ACERO GALVANIZADO DE Ø 4" CON CAMISA.	20.00	U	\$50.00	\$35.00	\$15.00	\$100.00	\$25.00	\$16.25	\$125.00	\$141.25	\$2,825.00
44.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK) TIPO VERTICAL DE Ø 4", ROSCADA (ROSCAS MACHO-HEMBRA), DE ACERO AL CARBÓN, PARA EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE.	2.00	U	\$208.33	\$145.83	\$62.50	\$416.66	\$104.17	\$67.71	\$520.83	\$588.53	\$1,177.06

45.0		SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE CABEZAL DE DESCARGA DE ACERO, TIPO "L", DE 1 1/2" X 1 1/2", CON NIPLE DE SUCCIÓN ROSCADO (NPT) Y NIPLE DE DESCARGA BRIDADO, CLASE 150, PRESIÓN DE TRABAJO 50 PSI, CON ORIFICIO PARA LA LÍNEA DE AIRE Y ORIFICIO PARA EL CABLE ELÉCTRICO, PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO SUMERGIBLE.		U	\$666.67	\$466.67	\$200.00	\$1333.33	\$333.33	\$216.67	\$1666.66	\$1883.33	\$0.00
46.0		SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE CABLE SUMERGIBLE ENCHAQUETADO PLANO, MONOFASICO, CON CONDUCTORES THHN NO. 10, PARA 75 °C, 60 HZ	400.00	PIES	\$5.00	\$3.50	\$150	\$10.00	\$2.50	\$163	\$12.50	\$14.13	\$5,650.00
47.0		SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL DE CONTROL A VOLTAJE REDUCIDO TIPO AUTOTRANSFORMADOR DE 3 BOBINAS DE 10 HP, MONOFASICO, GABINETE NEMA 1, CON IP PARA AMBIENTE SALINO (COSTA) QUE INCLUYA: CONTROL DE NIVELES (Y TRES ELECTRODOS DE COBRE), PARRAYOS SECUNDARIO, VOLTÍMETRO ANALÓGICO, AMPERÍMETRO ANALÓGICO, PROTECTOR DE VOLTAJE, PROTECCIÓN DE SOBRE CARGA, BANCO DE CAPACITORES (CORRECCIÓN AL 95% DEL FP), PLC (PARA CIRCUITOS DE CONTROL DE: NIVELES, PRESIÓN Y TIEMPO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO), SELECTOR DE TRES POSICIONES (MANUAL-0-AUTOMÁTICO), BOTONERAS DE PARO Y DE ARRANQUE, LUCES INDICADORAS (PARO, OPERACIÓN, FALLA, ALTO NIVEL, BAJO NIVEL), UN VENTILADOR Y UN EXTRACTOR DE AIRE C/U CON FILTROS, ETC.; CON SUS RESPECTIVAS PROTECCIONES, MEDICIONES Y DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA ESTANDARIZADOS	100	U	\$1458.34	\$1020.83	\$437.50	\$2,916.67	\$729.17	\$473.96	\$3,645.84	\$4,119.80	\$4,119.80
48.0	X.X.X	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA ELÉCTRICA SECUNDARIA DESDE EL INTERRUPTOR PRINCIPAL HASTA EL PANEL DE CONTROL DE 10 HP, TRES FASES Y EL NEUTRO (3 CONDUCTORES THHN NO.8 AWG), MAS (1 CONDUCTORES THHN NO.10 AWG) EN TUBERÍA CONDUIT DE Ø 1".	6.00	ML	\$12.50	\$8.75	\$3.75	\$25.00	\$6.25	\$4.06	\$3125	\$35.31	\$21188
49.0	X.X.X	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA ELÉCTRICA SECUNDARIA DESDE EL PANEL DE CONTROL DE 10HP HASTA EL CABEZAL DE DESCARGA, TRES FASES Y EL NEUTRO (3 CONDUCTORES THHN NO.8 AWG), MAS (1 CONDUCTORES THHN NO.10 AWG) EN TUBERÍA CONDUIT DE Ø 1"	30.00	ML	\$12.50	\$8.75	\$3.75	\$25.00	\$6.25	\$4.06	\$3125	\$35.31	\$1059.38
50.0	X.X.X	GESTIÓN DE FACTIBILIDAD DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE LA ZONA	100	S.G.	\$83.34	\$58.33	\$25.00	\$166.67	\$4167	\$27.08	\$208.34	\$235.42	\$235.42
51.0		PAGO POR INSTALACION DE MEDIDOR ELECTRICO TRIFÁSICO Y CONEXION DEL SERVICIO	100	S.G.	\$1583.34	\$1,108.33	\$475.00	\$3,166.67	\$79167	\$514.58	\$3,958.34	\$4,472.92	\$4,472.92
52.0		CONSTRUCCIÓN DE TRAMO DE LÍNEA ELÉCTRICA PRIMARIA MONOFASICA MÁS NEUTRO, QUE INCLUYE: POSTES DE CONCRETO DE 35 PIES, HERRAJES, AISLADORES, RETENIDAS, CABLE ACSR NO. 2	300.00	ML	\$16.67	\$1167	\$5.00	\$33.33	\$8.33	\$5.42	\$4166	\$47.08	\$14,123.59
53.0	8.7.1	CONSTRUCCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 45 KVA, FORMADA POR TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN DE 15 KVA, 7.6/13.2 KV, 240/480 V; QUE INCLUYA: HERRAJES, AISLADORES, PROTECCIONES (PARARRAYOS Y CORTACIRCUITOS CON FUSIBLES), RED DE TIERRA, CABLES DE CONEXIÓN PRIMARIA	100	S.G.	\$3,333.34	\$2,333.33	\$1,000.00	\$6,666.67	\$1666.67	\$1,083.33	\$8,333.34	\$9,416.67	\$9,416.67

54.0	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO PRINCIPAL DE 100 AMP, TRES POLOS, AISLAMIENTO PARA 600 VAC, INSTALADO EN GABINETE NEMA I, CON BORNERA PARA NEUTRO Y BARRAS DE COBRE COPPERWELD DE 5 PIES PARA POLARIZACIÓN	1.00	U	\$208.34	\$145.83	\$62.50	\$416.67	\$104.17	\$67.71	\$520.84	\$588.55	\$588.55
55.0	SUM INISTRO Y MONTAJE DE ACOMETIDA ELECTRICA SECUNDARIA DE LA SUBESTACION ELECTRICA AL INTERRUPTOR PRINCIPAL, DOS FASES MAS NEUTRO (UN CONDUCTORES POR FASE THHN No.4), MAS UN HILOS THHN No. 6 PARA EL NEUTRO, EN TUBERIA CONDUIT DE 1 1/4", LONGITUD APROXIMADA 30 MTS. SUB TERRANEA A CASETA DE CONTROL	30.00	ML	\$3125	\$2188	\$9.38	\$62.50	\$15.63	\$10.16	\$78.13	\$88.28	\$2,648.44
56.0	CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDA ELÉCTRICA SECUNDARIA DESDE EL PANEL DE CONTROL HASTA EL INTERRUPTOR DE PRESIÓN, CON CONDUCTORES THHN NO. 14, EN TUBERÍA CONDUIT DE Ø 1/2"	35.00	ML	\$10.42	\$7.29	\$3.12	\$20.83	\$5.21	\$3.38	\$26.04	\$29.42	\$1,029.78
57.0	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR DE PRESIÓN (DIAFRAGMA ELASTOMÉRICO) CON RANGO DE TRABAJO DE 15 A 100 PSI (1-8 BARS), UNION NPT, VOLTAJE DE TRABAJO 240 VAC 60 HZ, TRIPOLAR CON CONTACTOS NO Y NC, GABINETE NEMA 3R GRADO DE PROTECCIÓN IP 55 (PARA INTENPERIE), TEMPERATURA AMBIENTE HASTA 60 °C, QUE INCLUYA: NIPLES DE ACERO DE 1/1 1/2", VÁLVULA TIPO GLOBO DE 1/1 1/2", TEE DE 1/1 1/2", INTERRUPTOR MANUAL DE BLOQUEO DE CONTACTOS, ETC. PARA AGUA POTABLE, Y DEMÁS ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN	1.00	U	\$93.75	\$65.63	\$28.13	\$187.50	\$46.88	\$30.47	\$234.38	\$264.84	\$264.84
58.0	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO DE 119 GAL.; QUE INCLUYE: TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 1/2", VÁLVULAS DE MARIPOSA DE 1 1/2", UNIONES DE DESMONTAJE DE 1 1/2", NIPLES DE 3" (DIFERENTES LONGITUDES), TEES DE 1 1/2", ETC, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN. INSTALADOS SOBRE PLATAFORMA (INCLUYE CONSTRUCCION DE PLATAFORMA)	2.00	U	\$500.00	\$350.00	\$150.00	\$1,000.00	\$250.00	\$162.50	\$1,250.00	\$1,412.50	\$2,825.00
59.0	SUM INISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE INYECCIÓN DE CLORO, CON BOMBA DE PISTÓN Y DIAFRAGMA PARA UN CAUDAL MINIMO DE 20 GPH Y 150 PSI, ACOPLADA A MOTOR MONOFÁSICO DE 1/2 HP, QUE INCLUYA: TANQUE PLÁSTICO DE 90 GALONES PARA LA MEZCLA DE LA SOLUCIÓN Y MOTOR AGITADOR DE 1/4 HP MONOFÁSICO, TUBERÍA DE PVC, BASE METÁLICA PARA EMPOTRAR, VÁLVULAS DE PASO Y DEMÁS ACCESORIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN	1.00	S.G.	\$3,958.34	\$2,770.83	\$1,187.50	\$7,916.67	\$1,979.17	\$1,286.46	\$9,895.84	\$11,182.30	\$11,182.30

60.0	X.X.X	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE LUCES Y TOMA CORRIENTES DE LA CASETA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO(120/240 V, MONOFÁSICO), QUE INCLUYE: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO DE SEIS ESPACIOS (120/240 V), UN DADO TÉRMICOS DE 15 A/1P, UN DADOS TÉRMICOS DE 20 A/1P, BARRA DE COBRE COPPERWELD DE 5 PIES (PARA POLARIZACIÓN), 2 LUMINARIAS FLUORESCENTES AHORRADORAS, 1 INTERRUPTOR DOBLES, 2 TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS, CAJAS RECTANGULARES, CAJAS OCTAGONALES, CABLEADO Y DUCTERÍA PARA CADA UNIDAD.	100	S.G.	\$833.34	\$583.33	\$250.00	\$1666.67	\$416.67	\$270.83	\$2,083.34	\$2,354.17	\$2,354.17
61.0	X.X.X	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DOS LUMINARIAS PARA EXTERIOR (TIPO ALUMBRADO PÚBLICO) DEL TIPO AHORRADORAS COMPACTAS DE 85 WATTS Y FOTOCELDA, QUE INCLUYE: POSTE METÁLICO DE 1 1/2", CABLEADO Y DUCTERÍA	100	S.G.	\$833.34	\$583.33	\$250.00	\$1666.67	\$416.67	\$270.83	\$2,083.34	\$2,354.17	\$2,354.17
62.0	X.X.X	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDA ESPIGA Ø1 1/2" ACERO AL CARBONO C-150 CON DERIVACION DE 1"	2.00	U	\$58.39	\$40.87	\$17.52	\$116.78	\$29.20	\$18.98	\$145.98	\$164.95	\$329.90
63.0		SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA INCLUSORA/EXCLUSORA DE AIRE TRIPLE FUNCION,HF Ø 2".JUNTA ROSCADA NPT, C-150	100	U	\$83.34	\$58.33	\$25.00	\$166.67	\$41.67	\$27.08	\$208.34	\$235.42	\$235.42
64.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIÓN DE DESMONTAJE TIPO DRESSER, Ø1 1/2" HFD SEGÚN AWWA C-219	100	U	\$42.70	\$29.89	\$12.81	\$85.40	\$21.35	\$13.88	\$106.75	\$120.63	\$120.63
65.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDADO Ø1 1/2" ACERO AL CARBON C-150, CON DERIVACIÓN DE Ø 1" HG		U	\$68.75	\$48.13	\$20.63	\$137.50	\$34.38	\$22.34	\$171.88	\$194.22	\$0.00
66.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANÓMETRO, TIPO BOURDÓN ESFERA CON GLICERINA, CARÁTULA Ø 1 1/2" LECTURA EN RANGO 0 A 200 PSI, CONEXIÓN Ø 1/2" CON COLA DE COCHINO RANGO DE MEDICIÓN DE 0 A 200 PSI	100	U	\$52.62	\$36.83	\$15.79	\$105.24	\$26.31	\$17.10	\$131.55	\$148.65	\$148.65
67.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA, Ø 1 1/2", HIERRO FUNDIDO DÚCTIL JB, CLASE C-125, SEGÚN AWWA C-509, V ÁSTAGO LEVADIZO	3.00	U	\$354.17	\$247.92	\$106.25	\$708.33	\$177.08	\$115.10	\$885.41	\$1,000.52	\$3,001.55
68.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FILTRO PARA MEDIDOR DE FLUJO HFD Ø1 1/2", JB CLASE C-150	100	U	\$229.17	\$160.42	\$68.75	\$458.33	\$114.58	\$74.48	\$572.91	\$647.39	\$647.39
69.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDADO ACERO AL CARBON Ø 1 1/2", L= 50 CM, BRIDA C-150	100	U	\$93.75	\$65.63	\$28.13	\$187.50	\$46.88	\$30.47	\$234.38	\$264.84	\$264.84
70.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR DE FLUJO DE 1 1/2" JB, CLASE C-150, CON LECTURA DE VOLUMEN ACUMULADO EN M3	100	U	\$916.67	\$641.67	\$275.00	\$1833.33	\$458.33	\$297.92	\$2,291.66	\$2,589.58	\$2,589.58
71.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDADO ACERO AL CARBON Ø1 1/2", L= VARIABLE, BRIDA C-150	5.00	U	\$76.67	\$53.67	\$23.00	\$153.33	\$38.33	\$24.92	\$191.66	\$216.58	\$1,082.89
72.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDADO ACERO AL CARBON Ø 1 1/2", L=0.60, BRIDA C-150, CON DERIVACION DE Ø 1", PARA INYECCION DE CLORO Y DERIVACION DE Ø 1" PARA SALIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA PLANTA	100	U	\$68.75	\$48.13	\$20.63	\$137.50	\$34.38	\$22.34	\$171.88	\$194.22	\$194.22
73.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA CHECK, Ø1 1/2", HFD, SEGÚN AWWA C-508, CLASE C-125	100	U	\$335.81	\$235.06	\$100.74	\$671.61	\$167.90	\$109.14	\$839.51	\$948.65	\$948.65

74.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INYECCION DE CLORO, CAMISA DE BROCE Ø1"	100	U	\$20.84	\$14.58	\$6.25	\$4167	\$10.42	\$6.77	\$52.09	\$58.86	\$58.86
75.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELECTRODOS PARA CONTROL DE NIVELES EN POZO	100	U	\$229.17	\$160.42	\$68.75	\$458.33	\$114.58	\$74.48	\$572.91	\$647.39	\$647.39
76.0		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUITO BRIDADO ACERO AL CARBON Ø 1 1/2", L=0.60, BRIDA C-150, CON DERIVACION DE Ø 1 1/4", PARA SALIDA A TANQUE HIDRONEUMATICO	100	U	\$83.34	\$58.33	\$25.00	\$166.67	\$41.67	\$27.08	\$208.34	\$235.42	\$235.42
77.0	12.7.1	CAJA PARA TUBERIA DE LIMPIEZA	100	U	\$17.31	\$12.11	\$5.19	\$34.61	\$8.65	\$5.62	\$43.26	\$48.89	\$48.89
78.0		BASE DE APOLLO DE CONCRETO ARMADO	4.00	U	\$14.00	\$9.80	\$4.20	\$28.00	\$7.00	\$4.55	\$35.00	\$39.55	\$58.20
		CASETA DE CONTROL											
79.0		CASETA DE CONTROL (SEGÚN PLANOS)	100	S.G.	\$5,833.34	\$4,083.33	\$1,750.00	\$11,666.67	\$2,916.67	\$1,895.83	\$14,583.34	\$16,479.17	\$16,479.17
COSTO TOTAL			DOCIENTOS VEINTIOCHO MIL NOVECIENTOS VENETE Y TRES PUNTO SESENTA Y UNO										\$228,923.71
IVA (13 %)			VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS SESENTA PUNTO CERO OCHO										\$29,760.08
VALOR DE LA OFERTA			DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES PUNTO SETENTA Y NUEVE										\$258,683.79

CONCLUSIONES

Con la formulación de este proyecto se contribuye a la gestión de la población de los cantones Las Flores y Cerro Alto, concluyendo que este diseño es rentable desde el punto de vista social ya que beneficia directamente a 161 familias de escasos recursos proponiendo un diseño seguro y funcional, así mismo el diseño facilita o deja encaminado los requerimientos ante alguna organización no gubernamental (ONG) u otra entidad, a que se realice el financiamiento para la ejecución en la introducción del sistema de abastecimiento de agua potable propuesto, que permitirá mejorar las condiciones de vida de los habitantes, cumpliendo con los parámetros de diseño y calidad requeridos, de acuerdo a las Normas y Reglamentos vigentes en El Salvador.

Debido a las condiciones topográficas del área que comprende el proyecto, es factible que la conducción del sistema de la red de distribución funcione por medio de gravedad, ya que permite proporcionar el agua a cada una de las viviendas con las presiones, características estéticas y de composición química adecuadas para su consumo.

El monto total para la ejecución del proyecto asciende a \$258,683.79 dólares de los Estados Unidos de América, en base a los costos unitarios del FISDL en su última edición del año 2014.

RECOMENDACIONES.

Para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable es necesario el mantenimiento continuo durante la vida útil del proyecto, a través de un personal previamente capacitado en el manejo del sistema de potabilización electromecánica del agua y cualquier eventualidad en las obras realizadas.

En el caso que el Proyecto no se ejecute en la actualidad, se deberá evaluar un rediseño del Sistema, debido al aumento de la población de diseño, la cual varía anualmente por acción de la tasa de crecimiento de la población del área de influencia del municipio de Caluco. Por lo que quedara a juicio las partes involucradas un rediseño.

Debido a que el agua natural de la fuente presenta únicamente riesgo de contaminación fecal, se recomienda la desinfección mediante cloro, utilizando un hipoclorador mecánico que permitirá dosificar el cloro en la entrada de la línea de aducción.

Debido a las características de los costos directos considerados en la formulación del proyecto, es necesario realizar un ajuste de estos a lo largo del tiempo, ya que estos varían según las actualizaciones de los costos FISDL.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Gobierno de El Salvador. (2020) Portal de transparencia del FISDL. Recuperado de: <https://www.transparencia.gob.sv/search?utf8=%E2%9C%93&ft=proyectos+de+abastecimiento+de+agua+potable+caluco+canton+las+flores>.

ISDEM (2016) Directorio municipal de Sonsonate Acajutla. Recuperado de: http://www.isdem.gob.sv/directorio-de-negocios/wpbdp_category/departamento-de-sonsonate/

Arqhys Arquitectura. (2012). Sistema de Agua potable: recuperado de: <https://www.arqhys.com/arquitectura/agua-sistema.html>.

Ing. Alirio Bernal Gaitán (2006). Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras.

J.M. Azevedo Netto y Guillermo Álvarez. (1976). Manual de Hidráulica Editorial Harla S.A. de C.V., Quinta Edición.

Ernest W. Steel. (1986). Abastecimiento de agua y alcantarillado. Editorial Gustavo Pili S.A. de C.V., 4° Edición.

Tesis rediseño del sistema de agua potable, diseño de alcantarillado y aguas lluvias para el municipio de san Luis del Carmen, Chalatenango. (2010)

Terence J. McGhee, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Sexta Edición, 1982.

Ing. José Manuel Jiménez Terán. (2013) Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.

Ranal Mc. Grawhill (1969) mecánica de fluidos e hidráulica.

Fondo de inversión social y desarrollo local FISDL. (2008) Costos FISDL

ANEXOS

ANEXO N°1: UBICACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

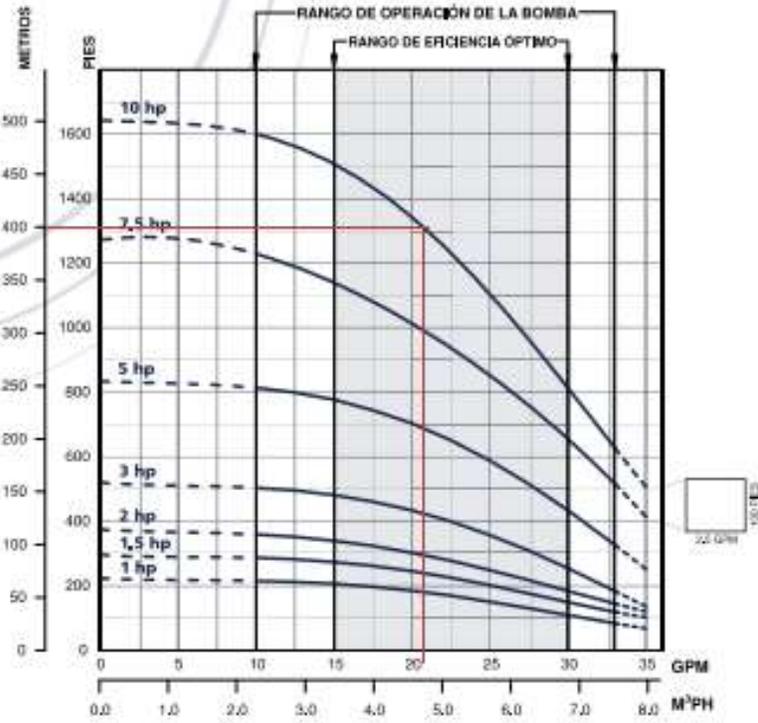
Ubicación de área donde se construirá el tanque de almacenamiento.



ANEXO N°3: CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA 10 HP

Bombas Sumergibles de 4"

Curva de Rendimiento Tri-Seal de 25 GPM



ANEXO N° 4 REGISTRO FOTOGRAFICO.



Fotografía N°1 Pozo.



Fotografía N°2 levantamiento topográfico



Fotografía N°3. Tramo de la línea impelencia.



Fotografía N°4. Tramo de la línea impelencia.



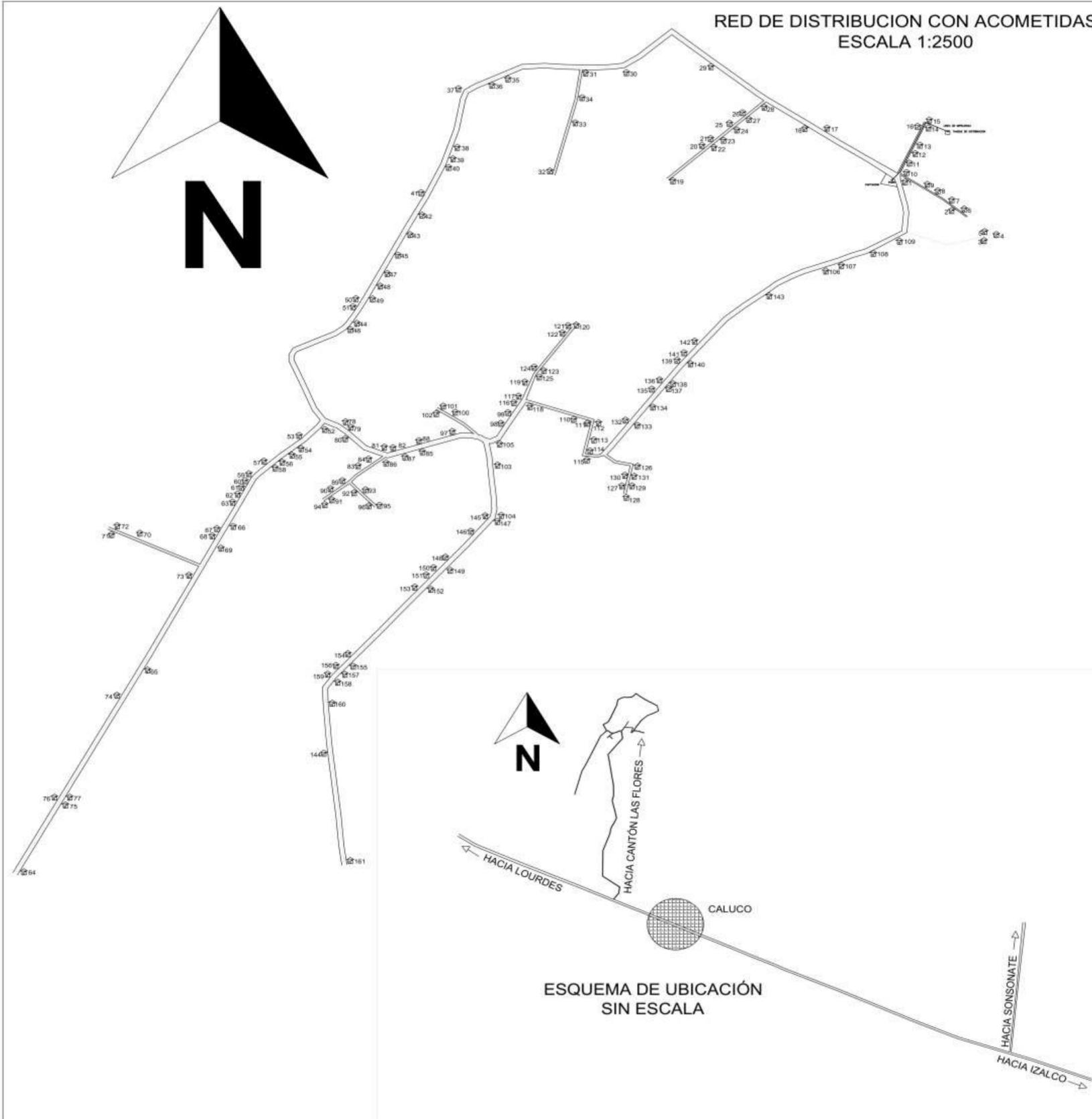
Fotografía N°5 área destinada para la construcción del tanque de almacenamiento.



Fotografía N°6 tramo línea de distribución.

ANEXO N° 5 PLANOS.

RED DE DISTRIBUCION CON ACOMETIDAS
ESCALA 1:2500



N° Acometida	Nombre de Beneficiario
1	Juan Carlos Marin
2	Mario Hernandez
3	Pedro Pablo Morales
4	Rigoberto Olla
5	Jose Manuel Morales
6	Nicolasa Hernandez
7	Jose Ines Henriquez
8	Jose Rigoberto Henriquez
9	Gerardo Morales
10	Pablo Morales
11	Federico Galdamez
12	Daniel Hernandez Cruz
13	Ronald Daniel Hernandez
14	Maria Dilia Galdamez
15	Roberto Morales
16	Geovani Morales
17	Lucio Enrique Sibrian
18	Candido Henriquez
19	Petronila Martinez
20	Visitacion Garcia
21	Jose Remberto Garcia
22	Alexis Sibrian
23	Edwin Sibrian
24	Juan Jose Sibrian
25	Eugenia Argelia Garcia
26	Nelson Rauda
27	Graciela Garcia
28	Mercedes Sibrian
29	William Anzora
30	Fredy Consuegra
31	Juan Anzora
32	Adrian Anzora
33	Gumerindo Anzora
34	Carlos Anzora
35	Maria Elena Anzora
36	Jose Anzora Alberto
37	Mario Marroquin
38	Cordelia Menjivar
39	Audencio Anzora
40	Heriberto Anzora
41	Noe de Jesus Alfaro
42	Amada Alfaro
43	Jose Moises Anzora
44	Carmen Alfaro
45	Amelito Garcia
46	Fermin Menjivar
47	Alfonso Guardado
48	Cleila Armida Hercules
49	Rogelio Garcia
50	Iglesia Evangelica
51	Ester Recinos
52	Dora Garcia
53	Rubia Alfaro
54	Elias Garcia

N° Acometida	Nombre de Beneficiario
55	Orfelia Menjivar
56	Maria Menjivar
57	Andres Perez
58	Irene Galdamez
59	Raul Anzora
60	Hilda Marin
61	Isabel Anzora
62	Ana Marin
63	Maura Garcia
64	Eiso Diaz
65	Paz Menjivar
66	Reina Marin
67	Antonio Carabantes
68	Rufino Leveron
69	Amanda Melara
70	Mauricio Marin
71	Alfredo Guardado
72	Antonio Leveron
73	Gladis Anzora
74	Jorge Alas
75	Cristobal Alas
76	Elsa Leveron
77	Ernestina Alas
78	Jaime Henriquez
79	Victor Menjivar
80	Nelson Carabantes
81	Teresa Ramirez
82	Pedro Ramirez
83	Nelson Marin
84	Magdalena Ramirez
85	Maria Nelis Martinez
86	Amalia Guardado
87	Salvador Garcia
88	Irma Valle
89	Rubenia Ramirez
90	Balbino Garcia
91	Abel Franco
92	Concepcion Diaz
93	Constantino Menjivar
94	Amalia Guardado
95	Eliseo Menjivar
96	Bryan Henriquez
97	Carmen Marin
98	ADESCO El Mora
99	Iglesia Catolica
100	Andres Aleman
101	Maribel Alberto
102	Miriam Alberto
103	Jose Henriquez
104	Roberto Morales
105	Jessica Henriquez
106	Siro Hernandez
107	Rogelio Alvarenga
108	Ernesto Alvarenga

N° Acometida	Nombre de Beneficiario
109	Francisca Alvarenga
110	Napoleon Henriquez
111	Rafael Sibrian
112	Isabel Sibrian
113	Adan Henriquez
114	Jaime Henriquez
115	Marco Henriquez
116	Nilson Hernandez
117	Alvaro Menjivar
118	Mirtala Alvarenga
119	Ramon Martinez
120	Alberto Henriquez
121	Dolores Henriquez
122	Felicio Ayala
123	Maria Vasquez
124	Midalis Franco
125	Daysi Henriquez
126	Adelio Menjivar
127	Juan Henriquez
128	Audelia Henriquez
129	Angel Henriquez
130	Salvador Henriquez
131	Angela Henriquez
132	Maria Santos
133	Jesus Henriquez
134	Abel Rodriguez
135	Gabriela Rivera
136	Iglesia Josue
137	Marina Henriquez
138	Julio Guardado
139	Rosaura Henriquez
140	Nery Henriquez
141	Mercedes Henriquez
142	Xiomara Henriquez
143	Hilda Ramirez
144	Marcos Henriquez
145	Rutlia Henriquez
146	Amalia Lopez
147	Delfin Ayala
148	Ermelinda Carabantes
149	Juan Morales
150	Zulma Guevara
151	Silvia Garcia
152	Sonia Acosta
153	Rafael Garcia
154	Isabel Ramos
155	Zoila Alberto
156	Hilda Melara
157	Andres Alberto
158	Maria Eva Morales
159	Ana Miriam Alas
160	Feli Guardado
161	Marcos Adiel Henriquez

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO.		HOJA
UBICACION: CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.		1/4
FECHA: DICIEMBRE DE 2020	CONTENIDO: <ul style="list-style-type: none"> RED DE TUBERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE. ESQUEMA DE UBICACIÓN. LISTA DE BENEFICIARIOS. 	
ESCALA: INDICADAS		
FINANCIAMIENTO ALCALDIA MUNICIPAL DE CALUCO	FIRMA Y SELLO DEL FORMULADOR	



RED DE DISTRIBUCIÓN CON RESULTADOS DE WATERCAD.
ESCALA 1:2500

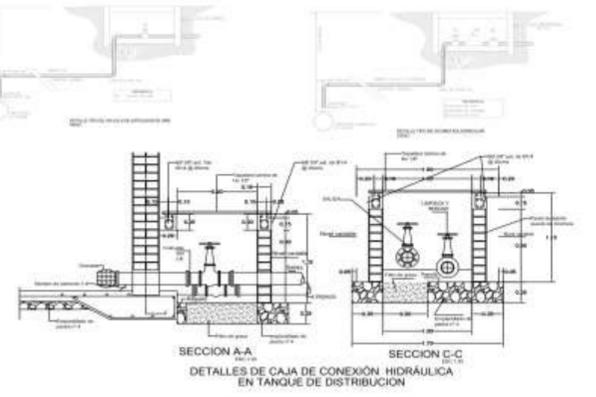
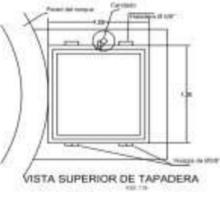
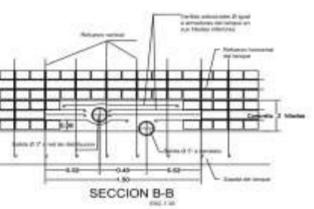
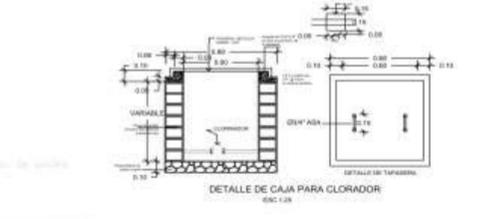
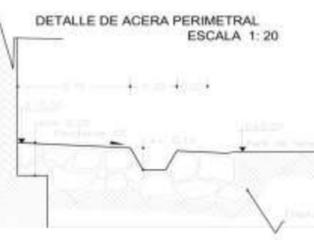
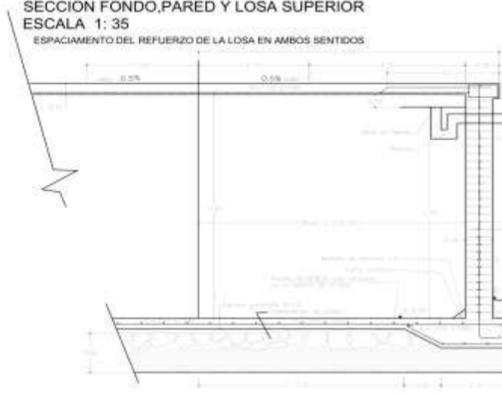
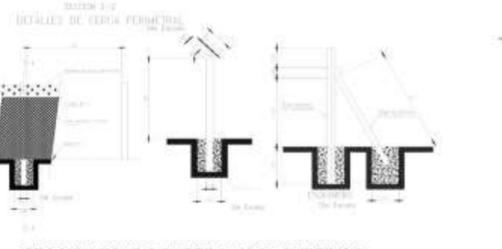
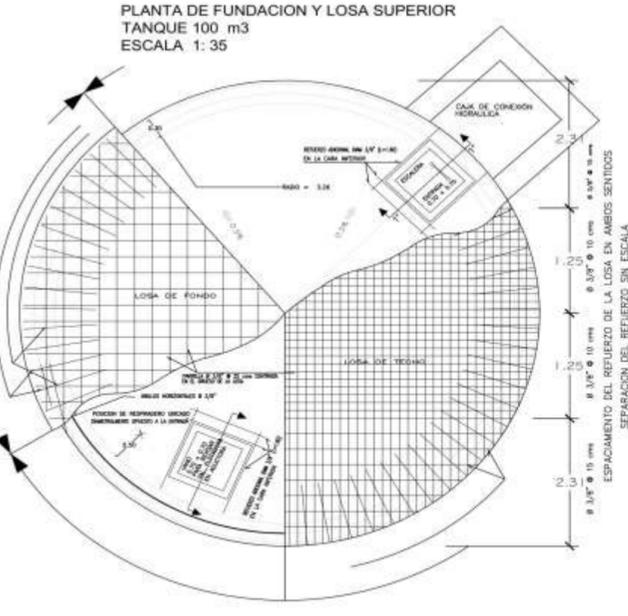
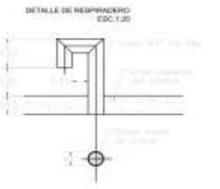
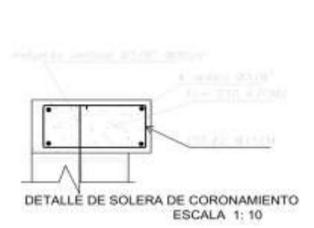
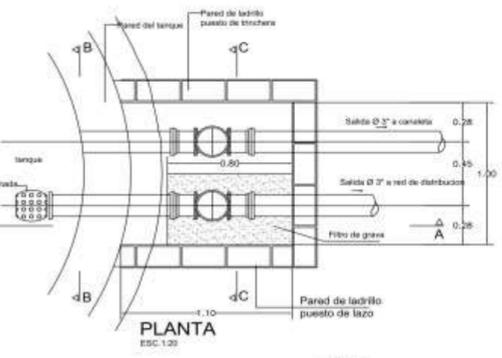
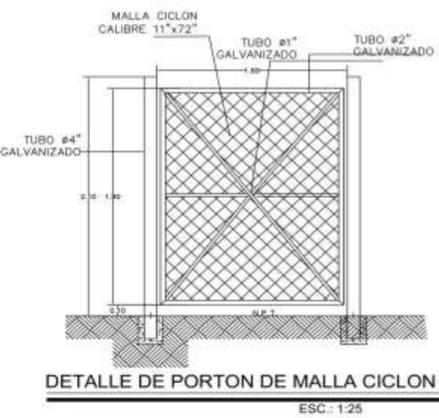
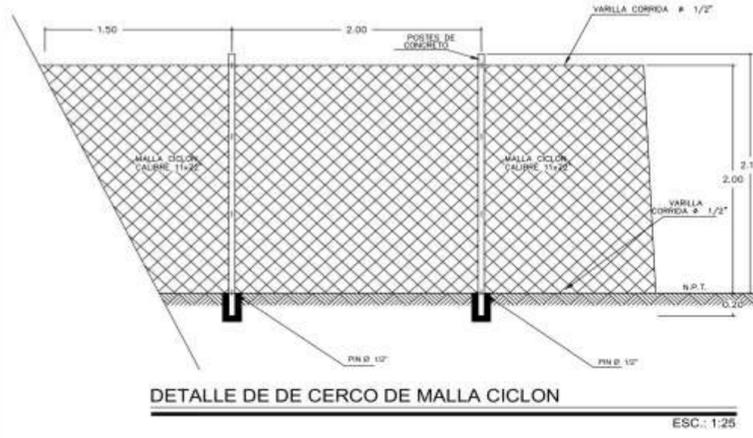
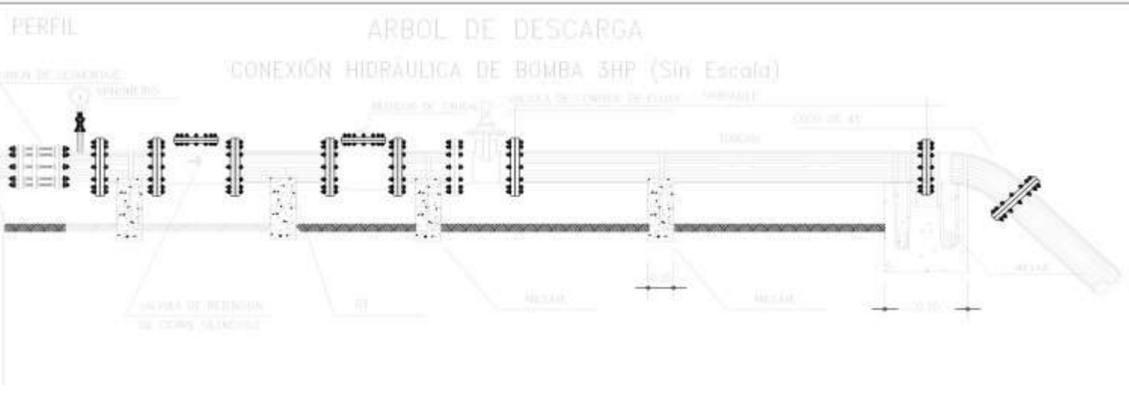
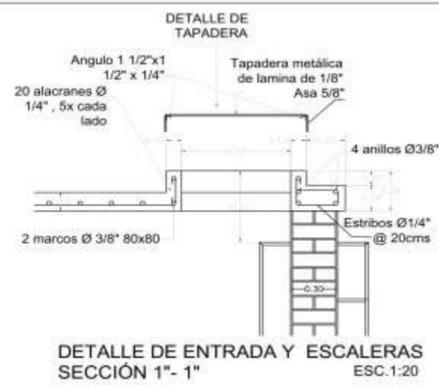
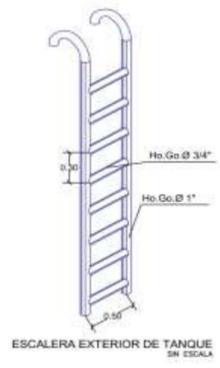


CUADRO DE SIMBOLOS DE ACCESORIOS	
CLAVE	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC JR Ø2" 160 psi
	TUBERÍA DE IMPELENCIA DE HO.GO Ø4"
	VÁLVULA DE EXPULSIÓN DE AIRE
	VÁLVULA DE EXPULSIÓN DE LODOS
	NUDOS DEL SISTEMA

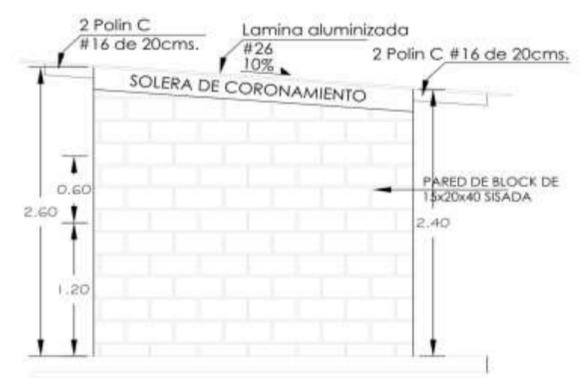
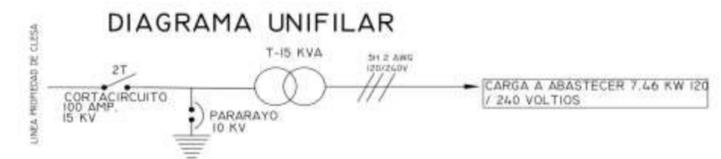
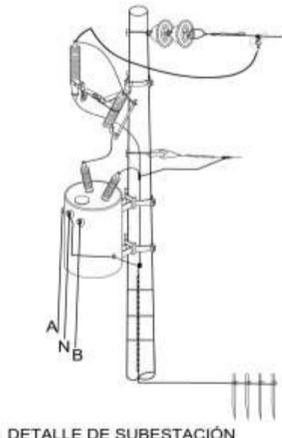
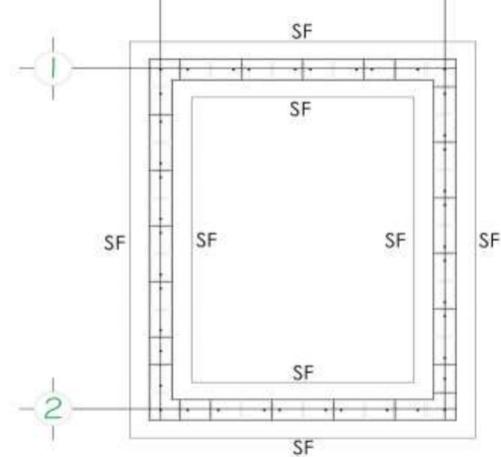
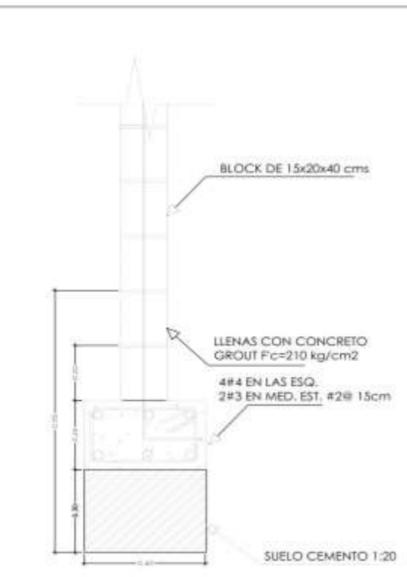
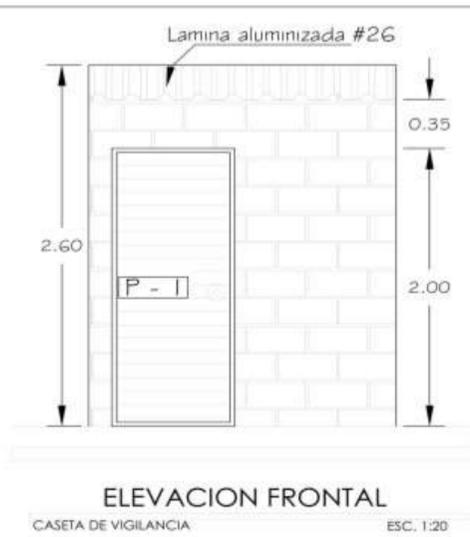
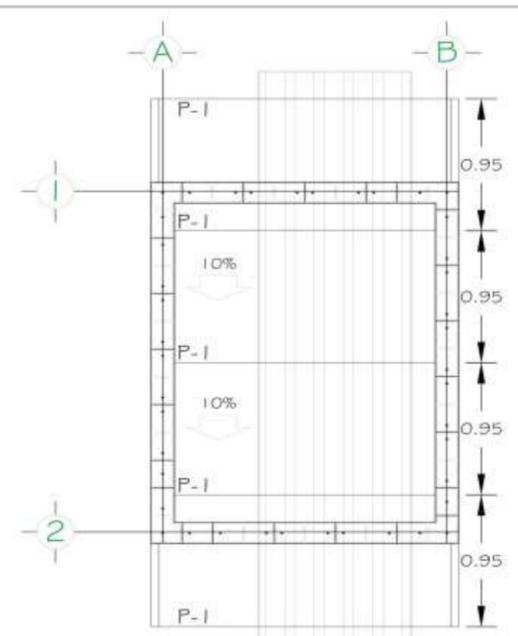
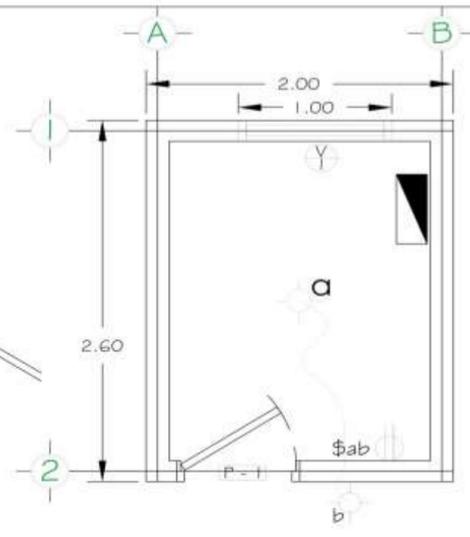
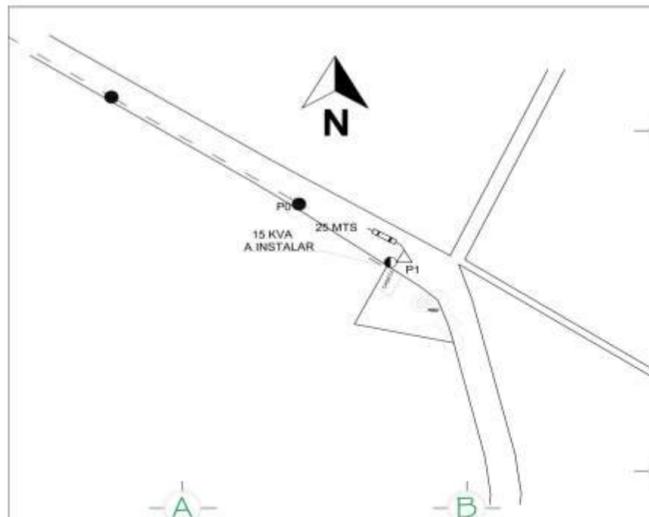
Resultados de WATERCAD						
ID Tubería	Nodo de inicio	Nodo de fin	Diámetro (in)	Caudal Q (L/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)
P-1	Pozo-1	N-1	2	-1	7	0.62640
P-2	N-1	N-2	2	-3	67	1.39610
P-3	N-2	T-1	2	-3	35	1.39610
P-4	N-1	N-3	2	0	61	0.03820
P-5	N-3	N-4	2	0	49	0.02870
P-7	N-1	N-5	2	1	42	0.38680
P-8	N-5	N-6	2	1	32	0.36210
P-9	N-6	N-7	2	0	106	0.01430
P-10	N-6	N-8	2	1	52	0.34770
P-11	N-8	N-9	2	1	92	0.33820
P-12	N-9	N-10	2	1	69	0.32860
P-13	N-10	N-11	2	1	152	0.32380
P-14	N-11	N-12	2	1	87	0.28560
P-15	N-12	N-13	2	1	13	0.27120
P-16	N-13	N-14	2	0	74	0.02070
P-17	N-13	N-15	2	0	24	0.24250
P-18	N-15	N-16	2	0	46	0.23300
P-19	N-16	N-17	2	0	84	0.22340
P-20	N-17	N-18	2	0	110	0.03350
P-21	N-17	N-19	2	0	41	0.17560
P-22	N-19	N-20	2	0	22	0.16130
P-23	N-20	N-21	2	0	10	0.15170
P-24	N-21	N-22	2	0	48	0.09080
P-25	N-22	N-23	2	0	49	0.08610
P-26	N-23	N-24	2	0	52	0.08130
P-27	N-24	N-25	2	0	101	0.06690
P-28	N-25	N-26	2	0	144	0.04300
P-29	N-26	N-27	2	0	87	0.01430
P-30	N-27	N-28	2	0	141	0.00480
P-31	N-21	N-29	2	0	9	0.08090
P-32	N-29	N-30	2	0	40	0.00960
P-33	N-30	N-31	2	0	23	0.00960
P-34	N-29	N-32	2	0	33	0.05130
P-35	N-32	N-33	2	0	80	0.04650
P-36	N-33	N-34	2	0	45	0.04780
P-37	N-34	N-35	2	0	11	0.03820
P-38	N-35	N-36	2	0	44	0.01910
P-39	N-35	N-37	2	0	38	0.01910
P-40	N-33	N-38	2	0	27	0.02040
P-41	N-38	N-39	2	0	43	0.02520
P-42	N-39	N-40	2	0	18	0.03950
P-43	N-40	N-41	2	0	9	0.12430
P-44	N-41	N-42	2	0	60	0.11950
P-45	N-42	N-43	2	0	34	0.10520
P-46	N-43	N-44	2	0	49	0.09080
P-47	N-44	N-45	2	0	87	0.06690
P-48	N-45	N-46	2	0	120	0.01430
P-49	N-45	N-47	2	0	451	0.03350
P-50	N-1	N-48	2	1	135	0.33120
P-51	N-48	N-49	2	1	44	0.32160
P-52	N-49	N-50	2	0	154	0.04780
P-53	N-49	N-51	2	1	82	0.27380
P-54	N-51	N-52	2	1	59	0.28000
P-55	N-52	N-53	2	1	71	0.28900
P-56	N-53	N-54	2	1	50	0.26420
P-57	N-54	N-55	2	0	42	0.01430
P-58	N-55	N-56	2	0	100	0.00960
P-59	N-54	N-57	2	0	129	0.24510
P-60	N-57	N-58	2	0	23	0.23560
P-61	N-58	N-59	2	0	90	0.23080
P-62	N-59	N-60	2	0	83	0.21840
P-63	N-60	N-61	2	0	81	0.20890
P-64	N-61	N-62	2	0	52	0.19250
P-65	N-62	N-63	2	0	22	0.17340
P-66	N-63	N-40	2	0	166	0.16380

Resultados de WATERCAD			
ID nodo	Elevacion (m)	N de Acometidas	Demanda
N-1	5,000.00	7	0.067830
N-2	5,001.00	0	0.0
N-3	5,002.00	2	0.01938
N-4	5,002.00	6	0.05814
N-5	4,998.00	1	0.00969
N-6	4,991.00	0	0.0
N-7	5,002.00	3	0.02907
N-8	4,984.00	2	0.01938
N-9	4,995.00	2	0.01938
N-10	4,994.00	1	0.00969
N-11	4,990.00	8	0.07752
N-12	4,986.00	3	0.02907
N-13	4,986.50	0	0.0
N-14	4,984.00	6	0.05814
N-15	4,987.00	2	0.01938
N-16	4,988.00	2	0.01938
N-17	4,988.00	3	0.02907
N-18	4,984.00	7	0.06783
N-19	4,986.00	3	0.02907
N-20	4,985.00	2	0.01938
N-21	4,985.20	0	0.0
N-22	4,986.00	1	0.00969
N-23	4,981.00	1	0.00969
N-24	4,982.00	3	0.02907
N-25	4,982.00	5	0.04845
N-26	4,983.00	6	0.05814
N-27	4,975.00	2	0.01938
N-28	4,975.00	1	0.00969
N-29	4,982.00	0	0.0
N-30	4,979.50	0	0.0
N-31	4,979.00	2	0.01938
N-32	4,985.00	1	0.00969
N-33	4,986.00	4	0.03876
N-34	4,985.00	2	0.01938
N-35	4,985.00	0	0.00000
N-36	4,980.00	4	0.03876
N-37	4,982.00	4	0.03876
N-38	4,983.00	1	0.00969
N-39	4,979.00	3	0.02907
N-40	4,978.00	0	0.0
N-41	4,977.00	1	0.00969
N-42	4,973.00	3	0.02907
N-43	4,971.00	3	0.02907
N-44	4,968.00	5	0.04845
N-45	4,968.00	4	0.03876
N-46	4,969.00	3	0.02907
N-47	4,969.00	7	0.06783
N-48	4,997.00	2	0.01938
N-49	4,996.00	0	0.0
N-50	4,993.00	10	0.09689
N-51	4,986.00	1	0.00969
N-52	4,981.00	0	0.0
N-53	4,980.00	1	0.00969
N-54	4,981.00	1	0.00969
N-55	4,980.00	1	0.00969
N-56	4,981.00	2	0.01938
N-57	4,986.00	2	0.01938
N-58	4,985.00	1	0.00969
N-59	4,980.00	3	0.02907
N-60	4,983.00	2	0.01938
N-61	4,980.00	3	0.02907
N-62	4,979.00	4	0.03876
N-63	4,977.00	2	0.01938

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.		HOJA 2/4
UBICACION: CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.		
FECHA: DICIEMBRE DE 2020	CONTENIDO: <ul style="list-style-type: none"> RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. TABLAS DE CON RESULTADOS DE WATERCAD. 	
ESCALA: INDICADAS		
FINANCIAMIENTO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CALUCO	FIRMA Y SELLO DEL FORMULADOR	



PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.		HOJA 3/4
UBICACION: CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.		CONTENIDO: • DETALLES DE TANQUE DE 100M3
FECHA: DICIEMBRE DE 2020	FINANCIAMIENTO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CALUCO	
ESCALA: INDICADAS	FIRMA Y SELLO DEL FORMULADOR	



PLANTA DE FUNDACIONES
Casetas de Vigilancia ESC. 1:20

PLANTA DE ACABADOS E INST.
Casetas de Vigilancia ESC. 1:20

PLANTA ESTR. DE TECHOS
Casetas de Vigilancia ESC. 1:20

ELEVACION FRONTAL
Casetas de Vigilancia ESC. 1:20

SOLERA DE FUNDACION
DETALLE SF ESC. SIN ESCALA

ELEVACION LONGITUDINAL
Casetas de Vigilancia ESC. 1:25

ELEVACION POSTERIOR
Casetas de Vigilancia ESC. 1:25

CUADRO DEMANDA DE TRANSFORMADORES		
UBICADO EN POSTE No.	CARGA A ABASTECER	CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR
1	FOURTO DE BOMBEO 7.46 KW	15 KVA

CUADRO DE CONDUCTORES			
LINEA PRIMARIA		LINEA SECUNDARIA(BAJADA)	
1 FASES 7.6 KV	ACSR N° 2 AWG	2 FASES 120/240 V.	THHN 2 AWG
NEUTRO	ACSR N° 1/0 AWG	NEUTRO	THHN 2 AWG

SIMBOLOGIA ELÉCTRICA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CANALIZACIÓN AÉREA
	LUMINARIA FLUORESCENTE CIRCULAR
	INTERRUPTOR DOBLE
	TOMACORRIENTE DOBLE
	TABLERO GENERAL

LISTADO DE MATERIALES	
ACCESORIO PARA MONTAJE DE PARA-RAYO	
ABRAZADERA DE 7" - 9"	
ABRAZADERA DE 5" - 7"	
AISLADOR DE SUSPENSION SINTETICO TIPO EPOXIPO	
ALAMBRE DE COBRE # 4 DESNUDO	
TUERCA ARGOLLA ESPECIAL DE 5/8"	
ALMOHADILLA PARA TRANSFORMADOR	
TRANSFORMADOR DE 15 KVA 7.6 / 15, 2KV-120/240V	
TUERCA ARGOLLA CORRIENTE	
CONECTOR DE COMPRESION YP 25U25	
ARANDELA DE PRESION DE 11/16"	
ARANDELA CURVA AGUJERO DE 11/16"	
TUBO CONDUIT DE 1/2"	
BARRA COOPERWELD 5/8" X 10"	
CABLE ACSR # 2	
CABLE ACSR # 1/0	
CABLE THHN # 1/0	
REMATE PREFORMADO PARA ACSR # 1/0	
CEPO DE 5/8" COOPERWELD	
CEPO DE POLARIZACION DE TRANSFORMADOR	
CINTA AISLANTE SCOTCH 33M	
CINTA BAND-IT DE 3/4"	
CLEVIS DE REMATE	
CONECTOR DE COMPRESION YP 26AU2	
CONECTOR DE COMPRESION YP 2U3	
CORTACIRCUITO DE 10 A 15 KV	
PREFORMADA PARA ACSR # 1/0	
PREFORMADA PARA ACSR # 2	
FUSIBLE PARA ALTA TENSION TIPO T	
HEBILLA BAND-IT DE 3/4"	
PARARRAYO DE 10-15 KV	
PERNO ARGOLLA DE 5/8" X 10"	
PERNO CARROCERIA DE 1/2" X 6"	
PERNO MAQUINA DE 5/8" X 10"	
POSTE DE METAL SECCIONADO NORMA 2.5 DE 35'	

CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR
 FORMULA: $KW = (PI)(FD)(FS)(FC)$
 DONDE:
 KW = KILOWATTS O KILOVATIOS
 PI = POTENCIA INSTALADA
 FD = FACTOR DE DEMANDA
 FS = FACTOR DE SEGURIDAD
 FC = FACTOR COINCIDENTAL

CONCIDERANDO UN FACTOR DE POTENCIA DE 0.9 SE TIENE QUE KVA = $KW/0.85$

MEMORIA DE CALCULO 1						
KW	KVA	TRANSFORMADOR	PI	FD	FS	FC
6.44	7.58	15	7.46	0.9	1.2	0.8

CUADRO RESUMEN DE ESTRUCTURAS										
No. POSTE	VIND. INTERIOR (METROS)	TIPO Y ALTURA DE POSTE	ESTRUCTURAS				CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDA	PROTECCION	ESTADO	
			PRIMARIO	SECCION	NEUTRO	SECUNDARIO				
1	24	CC-35'	130H1+1311C	ABRAZADERA	WI	ACOMETIDA	PERNO	1-15KV	1-CC+PARARRAYO	

SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR DE 15 KVA A INSTALAR
	POSTE DE METAL SECCIONADO NORMA 2.5 DE 35' A INSTALAR
	CORTACIRCUITO
	CASETA DE BOMBEO
	POSTE EXISTENTE PROPIEDAD DE C/ESA
	POZO
	LINEA PRIMARIA EXISTENTE PROPIEDAD DE C/ESA
	TRANSFORMADOR EXISTENTE PROPIEDAD DE C/ESA

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE. HOJA 4/4

UBICACION: CANTONES LAS FLORES Y CERRO ALTO, MUNICIPIO CALUCO, DEPARTAMENTO DE SONSONATE.

FECHA: DICIEMBRE DE 2020

CONTENIDO:
 • CASETA DE BOMBEO
 • DETALLES ELÉCTRICOS

ESCALA: INDICADAS

FINANCIAMIENTO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CALUCO

FIRMA Y SELLO DEL FORMULADOR