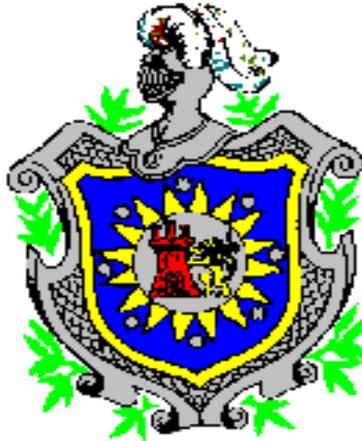


Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
Ingeniería Civil



Informe de Seminario de Graduación para optar al título de
Ingeniero Civil.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de
Abastecimiento de Agua Potable en la localidad de
El Sauce, departamento de León.

Br: José Bayardo Espinoza Medina.

Br: Deyri José Pérez Rodríguez.

Br: Moisés Ignacio González Mendoza.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Chevez

Asesor(s): Ing. Víctor Tirado Picado

Ing. Orlando Chavarría

Ing. José Ángel Baltodano

Managua, Nicaragua 2006

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso porque es la presencia infinita que me da las fuerzas, el conocimiento y la sabiduría para continuar cada día.

A mi padre, Isabel Espinoza Pulido por apoyarme siempre y contar con él en los momentos más difíciles.

A mi madre, Leonor Medina Murillo por ser mi ángel que durante toda la vida ha sabido ser mi apoyo incondicional y el mayor ejemplo de fortaleza y de fe.

A mis hermanos: Javier, Mercedes, Anastasio, Rosa; Espinoza Medina con todo mi amor por sus consejos y ánimos que siempre estuvieron recalcándome en cada momento para lograr un gran sueño de ser un profesional.

A Nora; por su amor, por estar en mis últimos momentos de dificultad y darme palabras de aliento que calaron en mi corazón y me impulsaron en líneas maestras para lograr culminar mis estudios y cumplir mi sueño.

A mis tíos, especialmente Gregorio Espinoza y Carmen Medina quienes en su momento fueron parte de mi esfuerzo y voluntad de apoyarme y continuar mis estudios.

A mis primos, especialmente a Jairo Espinoza y Esmilda Espinoza por que siempre me animaron en todo momento con amor fraternal.

A mis amigos, especialmente Moisés Ignacio González Mendoza, Deyri José Pérez Rodríguez, Dany García Corea con quienes siempre nos dimos fuerzas y nos animamos a seguir tras pasos firmes para lograr una gran meta que hoy se nos está cumpliendo, de la misma manera reitero mi cariño a todos aquellos con quienes

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Pasamos las buenas y las malas en el transcurso de nuestros estudios.

A mis profesores, Ings. Ernesto Cuadra, Víctor Tirado, orlando Chavarria, Jairo Cruz por todo su apoyo brindado en el desarrollo de mi trabajo.

Gracias.....

José Bayardo Espinoza Medina.

AGRADECIMIENTO

Espero que este trabajo sea agradable a Dios que me ha dado sabiduría y paciencia en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de este trabajo. Infinitas gracias.

A mis padres Hermogenes Anastasio González Barrios y Mercedes Georgina González Mendoza que con grandes sacrificios me ayudaron hacer posible este inmenso logro ya que en medio de las dificultades y problemas siempre me dieron apoyo para que lograra culminar con éxito la meta que me propuse.

A mis hermanos: Hermogenez Alberto, Alberto Xavier, Jorge Luis, Adolfo Emilio quienes mediero palabras de aliento para continuar y en especial agradecimiento Lilliam Mercedes.

A mis amigos Deyri José Pérez Rodríguez y José Bayardo Espinoza medina con quienes compartí a lo largo de la carrera grandes experiencias de amistad y compañerismos.

A mis profesores ing. Néstor Cuadra, ing. Víctor Tirado, ing. José Ángel Baltodano quines nos proporcionaron sus conocimientos para plasmarlo en este importante proyecto.

JEHOVA por medio de su hijo JESUCRISTO nos revela en Lucas 12:33:34

33. vended lo que posees y dad limosna; y haceos bolsas que no se envejeczan, tesoro en los cielos que no se agote, donde ladrón no llega ni polilla destruye, 34. Porque donde esta vuestro tesoro, ahí estará también vuestro corazón.

Moisés Ignacio González Mendoza

AGRADECIMIENTO

Hoy, al lograr el ideal que me propuse doy gracias a quienes con fe, esfuerzo y cariño me ayudaron a obtenerlo, especialmente a:

Dios todo poderoso: que me guió paso a paso por el sendero de mis estudios iluminando mi mente.

A mis queridos padres: Manuel Salvador Pérez Fletes y Luz Amada Rodríguez Jirón

Con todo amor por haberme brindado comprensión, cariño y dedicación para alcanzar mi éxito.

A mis hermanos: Marisela del socorro Pérez Rodríguez y Manuel salvador Pérez Rodríguez

Quienes me apoyaron y me animaron en todo momento con amor fraternal.

A mi tío:

Oscar Fletes Calderón, con respeto y estimación.

A mis profesores quienes siempre estuvieron transmitiéndome sus conocimientos de una manera clara y precisa.

A mis amigos.

Especialmente a. José Bayardo Espinoza Medina y Moisés Ignacio Gonzáles Mendoza

Quienes en una u otra forma me alentaron hasta la realización de este sueño deseado y hoy logrado como lo es el ser: Un Ingeniero Civil.

Gracias infinitamente gracias.....Dios...Dios.

GRACIAS

Deyri José Pérez Rodríguez.

ABREVIATURAS.

| | |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| INAA: | Instituto Nicaragüense de Acueductos Alcantarillados |
| ENACAL: | Empresa Nicaragüense de Alcantarillados Sanitarios |
| MARENA: | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales |
| MINSAL: | Ministerio de Salud |
| INEC: | Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos |
| SAAP: | Sistema de Abastecimiento de Agua Potable |
| ENITEL: | Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones |
| ENEL: | Empresa Nicaragüense de Electricidad |
| UNAG: | Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos |
| MAG: | Ministerio de Agricultura y Ganadería. |
| M³: | Unidad Volumétrica Metro Cúbico |
| M³/D: | Metros cúbicos al Día |
| M³/S: | Metros Cúbicos por Segundo |
| M/S: | Metros por Segundo |
| M: | Unidad de Medida Metro Lineal |
| L: | Longitud |
| KM: | Kilómetro |
| MM: | Milímetro |
| PULG: | Pulgadas |
| M²: | Metro Cuadrado |
| H_{as}: | Hectáreas |
| GPM: | Galones por Minuto |
| GAL: | Galones |
| HP: | Unidad de Potencia Caballos de Fuerza |
| KW: | Unidad de Potencia Kilowatts |
| MSNM: | Metro Sobre el Nivel del Mar |
| CPD: | Consumo Promedio Diario |
| CMD: | Consumo Máximo Diario |
| N_o: | Número |
| PVC: | Tubería de Plástico Cloruro de Polivinilo |
| AC: | Tubería de Asbesto Cemento |
| H_f: | Pérdidas por fricción |
| H_T: | Carga Total |
| R: | Reynolds |
| F: | Factor fricción |
| e: | Eficiencia |
| Q: | Caudal |
| V_r: | Velocidad real |
| H_B: | Altura de la Bomba |
| V : | Viscosidad Cinemática |
| F T L: | Flujo de Tubos Lisos |
| g: | Constante Gravitacional |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

RESUMEN

El presente trabajo monográfico abarca el tema sobre evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la localidad de El sauce departamento de León, el cual se encuentra a unos 60 kilómetros al noreste del departamento de León. En esta localidad las principales actividades y rubros están basadas en la agricultura y la ganadería, además de actividades comerciales de productos que no están dentro de los mencionados anteriormente.

Los habitantes de esta localidad se encuentran con problemas de abastecimiento de agua, a consecuencia del crecimiento poblacional el cual genera una mayor demanda de agua; siendo que la vida útil del actual sistema de abastecimiento ya ha sobrepasado el periodo establecido de diseño con mas de treinta años de haber sido instalado. A este hecho se suman una infraestructura deficiente o en mal estado tanto en el sistema de conducción como distribución dando como resultado obviamente un mal suministro del vital liquido el que además es inaceptable e insuficiente para la población conectada.

La solución al problema de suministro de agua potable para la localidad de El sauce, depende sobretodo de la disponibilidad de recursos económicos y del personal capacitado, para llevar a cabo las investigaciones efectuando las evaluaciones y ejecutando el trabajo requerido.

Para dar soluciones a este problema que enfrenta la localidad de El sauce, en cuestión, se analizo la alternativa en cuanto a un abastecimiento partiendo de la evaluación y tomando en cuenta una serie de factores y limitantes tales como:

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

- 1. Recursos económicos disponibles.*
- 2. Localización del lugar de los elementos de la obra*
- 3. Falta de equipos especializado para realizar investigaciones de campo.*
- 4. Falta de recursos para la realización de exámenes de laboratorios actualizados.*

Cabe señalar que aunque estos estudios que han sido tomados en cuenta para evaluar y mejorar el sistema, creemos que no funcionaria con su optima capacidad por las limitaciones que ya se mencionan; sin embargo se garantiza que con la ejecución de este proyecto se mejoraran las condiciones en cuanto a calidad y cantidad de agua.

Los resultados de los estudios que han servido como guia para esta evaluación y mejoramiento y toda la información de relevancia se expone en los anexos del presente trabajo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN.

Por ser el agua el elemento más necesario a la vida y a las actividades de la sociedad, los sistemas de abastecimientos de aguas son primordiales en consecuencia para toda la comunidad.

Cuando una localidad dispone de limitada cantidad de agua para su abastecimiento, tiene problemas para el desarrollo de sus actividades y aún en su apariencia estética; es necesario, mejorar el sistema suministrando agua a la población en cantidades suficientes y de buena calidad en un período establecido. Esa cantidad dependerá esencialmente de la población y su crecimiento, del desarrollo en sus actividades comerciales, públicas, institucionales y otros factores; es por esto que el proyecto evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de El Sauce departamento de León, tiene como objetivo primordial mejorar el servicio, así como establecer las posibles soluciones técnicas que permitan a la población tener un servicio eficiente para un mayor desarrollo humano, sostenible y duradero.

El presente trabajo consiste en establecer un sistema que funcionará como fuente-tanque-red (FTR) con el objetivo de solventar la necesidad de agua potable en la población en un periodo de diseño de veinte años.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de El Sauce departamento de León.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar la proyección de la población y demanda de agua para el período de diseño.
- Analizar la línea de conducción y red de distribución.
- Determinar las velocidades, pérdidas y presiones en línea de conducción.
- Determinar las velocidades, pérdidas y presiones en la red de distribución.
- Hacer un estudio de impacto ambiental en la fase construcción y operación.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el sistema de distribución de agua potable funciona de manera deficiente.

La cantidad de agua bombeada es insuficiente para cubrir la demanda. Las condiciones físicas del sistema son deficientes debido a la falta de mantenimiento ya que no ha existido una administración del sistema que se ocupe del mismo.

Debido a las múltiples deficiencias del sistemas la mayor parte de la población ha instalado tuberías que se unen a las existentes, estas tuberías instaladas sin ningún tipo de supervisión van anexadas de manera incorrectas de tal manera que estas provocan fugas que se convierten en cuantiosas pérdidas, todo esto conlleva a proponer una alternativa viable para la solución del problema.

La gran problemática que vive la población de este municipio es motivo para hacer estudios que sean necesarios para garantizar el suministro del sistema de mayor importancia para esta población como es el abastecimiento de agua potable que contribuye al desarrollo de El Sauce.

MARCO TEÓRICO

Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable esta desplazándose ciertamente hacia sistema de tuberías como resultado de una mejora en los niveles de vida y las mayores aspiraciones de la población en diferentes zonas.

Cuando una población carece de un servicio múltiple de agua potable, dado a que las aguas se encuentran muy lejos o a mucha profundidad, la economía de escala establece que más de una población debe de ser servida por este sistema. Las fuentes de aguas superficiales como ríos y reservorios presentan un reto. Estas con frecuencia están ubicadas muy lejos del grupo de localidades hacer atendidas e implican la construcción y operación de instalaciones más complejas.

Partes con la que consta un sistema de Abastecimiento de Agua Potable y sus características generales.

Se puede establecer que el sistema de Abastecimiento de Agua Potable consta esencialmente de:

Fuentes de Abastecimiento y Obras de Captación

Líneas de Conducción

Almacenamiento

Tratamiento

Estación de Bombeo

Red de Distribución

Fuentes de Abastecimiento de Agua y Obras de Captación

Las fuentes de abastecimiento deben de ser básicamente permanente y suficiente, pudiendo ser superficiales o subterráneos suministrando el agua por gravedad o bien mediante estaciones de bombeo.

La captación de agua puede ser tomada de fuentes superficiales o en fuentes subterráneas dependiendo de las condiciones o disponibilidad de las aguas superficiales (lagos, ríos, etc.) o subterráneas (pozos).

Las fuentes de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de agua potable, de forma tal que para proceder a la secuencia de diseño de todos dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada.

Tipos de Fuentes

Aguas Superficiales

Corriente: ríos, arroyos y quebradas

Estancadas: lagos, lagunas, quebradas, etc.

Aguas sub. Superficiales: manantiales y afloramientos.

Aguas Subterráneas: acuíferos

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Aguas superficiales

Proviene en gran parte del escurrimiento, pueden recibir aportes de manantiales. Están sometidas a la acción del calor, la luz estos pueden ser contaminados por el vertido de ciertos afluentes cargados de sustancias orgánicas.

Aguas sub. Superficiales

El agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forme de manantiales.

Aguas subterráneas

Son todas las aguas que se infiltran profundamente y que descienden por gravedad hasta alcanzar el nivel de saturación que constituye el depósito de agua subterránea o acuíferos.

Acuíferos

Son aquellas formaciones o estratos comprendidos dentro de la zona de saturación de las cuales se pueden obtener aguas con fines utilitarios. En una unidad geológica saturada capaz de suministrar agua a pozos y manantiales, los que a su vez sirven de fuente prácticas de abastecimiento.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Ventajas y Desventajas del Tipo de Fuente de Abastecimiento.

| Variables | Agua Superficial | Agua Subterránea |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Disponibilidad de Caudal | Mayor disposición | Mediano a bajo |
| Variación de Caudal | Muy variado | Poca variable |
| Localización | Casi siempre se sitúan largos del sitio de consumo | Existe mas libertad para ubicar la captación mas cerca |
| Extracción | No siempre se requiere bombeo. | Siempre se requiere bombeo |
| Costos de Bombeo | Mas bajos | Mas altos |
| Características Físicas | Presentan mayor turbidez en invierno | Menor |
| Grado de Mineralización | Variable | En función de las características de los estratos |
| Contaminación | Alta posibilidad de contaminación bacteriológica sobre todo en época de invierno | Poca posibilidad de contaminación |
| Tratamiento | En general el costo es muy alto | Casi siempre es mas bajo a veces solo requiere cloración |

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Las aguas captadas deben en general ser conducidas al sitio de consumo para lo cual se requieren de las líneas de conducción, estos pueden ser por gravedad o por bombeo; pueden ser a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce el agua desde la obra de captación, hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras accesorios dispositivos y válvulas integradas a ellas.

La capacidad debe de ser suficiente para transportar el gasto de diseño para el fin de periodo de diseño.

Según su ubicación puede ser:

Fuente-Red

Tanque-Red

Fuente-Tanque

Diferentes tipos de líneas de conducción

De acuerdo a la naturaleza y ubicación de la fuente de abastecimiento así como la topografía de la región, las líneas de conducción, pueden considerarse de dos tipos:

Líneas de conducción por gravedad.

Líneas de conducción por bombeo.

Líneas de Conducción por Gravedad

Una línea de conducción por gravedad debe de aprovechar al máximo la energía disponible (altura de carga) para conducir el gasto necesario, lo cual en la mayoría de los casos nos conducirá a la selección del diámetro mínimo, que satisfaciendo razones técnicas (capacidad) permita presiones menores o iguales que la resistencia física del material.

Para el diseño de una línea de conducción por gravedad deben de tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Capacidad para transportar el gasto de diseño
- Carga disponible, o diferencia de elevación.
- Selección de la clase o diámetro de la tubería a emplear capaz de soportar la presión hidrostática ajustarse a la máxima economía.
- Clase de tubería en función del material (hierro fundido, hierro galvanizado, asbesto cemento, PVC), que la naturaleza del terreno exige: necesidad de excavaciones anti-económicas que imponga el uso de tuberías sobre soporte.
- Estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, pilas rompe presión, etc.

Selección de la clase de tubería a emplear

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. que Permitirá determinar la clase de tubería HF (hierro fundido), HG (hierro galvanizado), AC (asbesto cemento), PVC (tubo liso plástico) más conveniente.

En el caso en que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (HG).

La clase de tuberías a seleccionar estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea de carga estáticas siendo los costo función del espesor, se procurara utilizar la clase de tubería ajustada a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática lo impongan.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Diámetro

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de pilas rompe presiones, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

Para obtener el diámetro de la tubería la cual se propone adoptarlo en función del gasto y las velocidades que recomiendan según las consideraciones económicas.

Se determina mediante la fórmula:¹

$$D: 1.13 \sqrt{\frac{Q}{V_{LIMITE}}}$$

¹ Extraída de los apuntes de clases de hidráulica II, impartida por el ingeniero Néstor Lanza.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las velocidades límites que se recomiendan en dependencia del gasto y del material de la tubería pueden ser adoptadas según los datos de la siguiente tabla:

| | LAS VELOCIDADES LIMITES (M/S) CUANDO LOS GASTOS Q(L/S) TIENEN DATOS | | | C(CONSTANTE DE RESISTENCIA DEL MATERIAL) |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------|
| TUBERIA | 2----100 | 100----500 | 500----3000 | |
| ACERO | 1-----1.3 | 1.3-----1.5 | 1.5-----1.7 | 120 |
| HIERRO FUNDIDO | 1.1----1.5 | 1.5-----1.8 | 1.8-----2.5 | 100 |
| ASBESTO CEMENTO | 1.1-----1.7 | 1.7-----3.1 | ----- | 120 |
| PVC | 1-----2 | 2-----3.5 | ----- | 150 |

Para los caudales de orientación aproximada se pueden aceptar los valores medios de las velocidades límites para el material dado de la tubería.

Accesorio y Válvulas.

Las líneas por gravedad requieren válvulas de aires (ventosas) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.

Válvulas de Aire

Las líneas por gravedad tiene la tendencia a acumular aire en los puntos alto, cuando se tiene presiones alta el aire tiende a disolverse y continua en la tubería hasta que se expulse, pero en los puntos alto de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería

La acumulación de aire en los puntos alto provoca reducción del área de flujo del área y consecuentemente se produce un aumento en las perdidas y por ende una disminución del gasto produce golpes repentino en la tubería, a fin de prevenir este fenómeno debe utilizarse válvulas automáticas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado.

Válvula de Limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentado existiera la tendencia a la acumulación de sedimento en los puntos por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permiten periódicamente la limpieza de tramo de tubería.

Líneas de Conducción por Bombeo

A diferencia de una línea de conducción por gravedad donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía, al elegir diámetro cuyas pérdidas de carga sean máxima, en el caso de líneas de conducción por bombeo la diferencia de elevación es la carga a vencer, que será incrementada de acuerdo a la selección de diámetros menores, existirá relación inversa de costo entre potencia requeridas y diámetro de la tubería.

ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua tanto desde el punto de vista económico así como su importancia en el funcionamiento Hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente. Los almacenamientos realizan las funciones de:

- Compensar las variaciones de consumo diario
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendio

Para el diseño de un tanque de almacenamiento se requiere considerar:

1. Capacidad o volumen de almacenamiento
2. Ubicación
3. Tipo de tanque
4. Material de construcción

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El volumen compensado de variaciones horarias:

Para población ≤ 20000 habitante= $25\% * CPD$

Y para población ≥ 20000 se determina en base a la curva masa. El 25% representa las seis horas de consumo.

El volumen de reserva para eventualidades.

$V_{de\ reserva} = 15\% * CPD$ (consumo promedio diario).

Reserva para combatir incendio se hará con un almacenamiento de dos horas de acuerdo a la demanda de agua por incendio

Para población ≥ 5000 hab. : $Incendio = (CMH-CMD) * 2/24$ ²

La ubicación está en dependencia de la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio.

Tipos de tanques.

Pueden ser constituidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torre, cuando por razones de servicio haya que elevarlos.

Suelo: concreto armado (rectangular o circular).

Elevados: metálicos o de concreto.

Dimensiones: dependiendo de la capacidad requerida. Determinada la capacidad se selecciona la altura del cuerpo del tanque tomando en cuenta la mejor relación H/L ó H/D.

² Información que fue extraída de normas técnicas para el diseño de abastecimiento de agua potable

Materiales de construcción

Los tanques elevados pueden construirse de concreto armado o metálico o dependiendo de las condiciones locales, mantenimientos agresividad por la corrosión, la conveniencia para solucionar uno de otro tipo, mientras que los tanque sobre suelo pueden ser dimensionado de la manera antes mencionada (rectangular o circular principalmente metálicos).

Las dimensiones mas económica para tanques $D=H$, consumo mínimo de materiales.

TRATAMIENTO

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán de mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen pozo de tratamiento (como mínimos cloración) dependiendo de la calidad del agua.

ESTACIÓN DE BOMBEO

La mayoría de los casos los S.A.A.P necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua para abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores de la ciudad.

RED DE DISTRIBUCIÓN

Distribuye el agua a todos los puntos de consumo. Su importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño (20-25 años).

Las cantidades de agua están definidas por los consumos, estimados en base a las dotaciones de agua.

Tipos de redes.

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

Tipos ramificados.

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueda constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos. Este tipo de red es usado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

Tipo mallado

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el mas conveniente y se trata siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio mas eficiente y permanente.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Configuración de la red

Las redes malladas estarán constituidas por la matriz de distribución de las tuberías principales, tuberías secundarias o de relleno y ramales abiertos.

Las tuberías principales constituyen las mallas cuyos tramos se definen con el nodo que lo comprenden. Para ellos se definen un nodo en bases a lo siguiente:

Intersección de dos tuberías principales.

Todo punto de alimentación.

Tramos no mayores de 500m (100-300)

Tubería principal

Diámetros mayores se tomaran en cuenta, tomando en cuenta el desarrollo de la ciudad dependiendo de las áreas en expansión ya sea en la periferia motivado por la existencia de zonas planas propicias para el crecimiento.

Otras están limitadas por las condiciones topográficas de difícil desarrollo urbanístico por la existencia de ríos, mares o por disposiciones legales que no permiten el desarrollo hacia determinadas zonas, conduce a proyectos mallas internas previendo el desarrollo vertical.

Criterios de diseño

La red debe de presentar un servicio eficiente y continuo por lo cual su diseño debe de atender a las condiciones más desfavorables.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Al estudiar las variaciones de consumo, determinamos las horas del día, cuando el consumo de agua de la población llega a su máximo, lo cual permite definir el consumo máximo:

El consumo máximo horario es la condición que debe de ser satisfecha por la red de distribución, a fin de no provocar deficiencia en el sistema (CMH=2.5CPD) con bombeo de máximo día, desde el tanque; desde la bomba consumo de máximo día, en este caso verificamos las presiones o rangos de presiones mínimas de operación que debe satisfacer la red de distribución.

Es a través del consumo de máximo día que se determina el mayor consumo de la población y por ende es la condición más desfavorable de la red de la urbanización o de la localidad correspondiente a la condición bombeo de máximo día con consumo promedio en la red, para fin del período de diseño.

Bombeo de máximo día sin consumo en la red para periodo de diseño. Esto re replica cuando se aplica en el caso que se usan estaciones de bombeo, debería presentar los cálculos que determinen la capacidad y la carga total dinámica del equipo de bombeo. Este análisis cumple con el propósito de determinar las presiones máximas.

Velocidades permisibles

El criterio básico que se sigue en el diseño de las tuberías principales de la red es que las velocidades operación en los diversos tramos se mantenga dentro del rango recomendado por la normas, lográndose así un uso efectivo de las tuberías. Las velocidades de flujo permisibles andan entre los 3m/s y 0.6m/s como mínimo.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Presiones mínimas y máximas

Las presiones mínimas residuales en cada punto, están determinadas en base a los diámetros seleccionados, pérdidas por fricción en el tramo de tubería, caudal concentrado en el nodo y la ubicación del tanque. Las presiones mínimas residuales permitidas en ciudades, serán de 14 m y la presión máxima será de 50m. En sistemas rurales la mínima es de 8m y la máxima 60m.

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo recomendado como tubería de relleno es de 2" y el permisible es de 1 ½" en áreas rurales.

Sistema de distribución por gravedad

De acuerdo a la ubicación de la fuente respecto a la red y tanque de almacenamiento el análisis tratándose de una sola red se hace en base, al consumo de máxima hora y caso de incendio.

Sistema de distribución por bombeo

Existen 2 alternativas:

Bombeo directo al tanque de almacenamiento y distribución por gravedad.

Bombeo contra red de distribución, almacenamiento para la cual se hace el análisis del CMH (Consumo de máxima hora), CI (Consumo por Incendio) con bombeo de máximo día, bombeo de máximo día sin consumo a la red.

Procedimiento de diseño

Se requiere conocer el punto de entrega para esto se tendrá conocimiento de la ubicación de la fuente; el punto de entrega será determinado por la ubicación del tanque de almacenamiento que por medio del plano de curva de nivel y del conocimiento que se tenga de la localidad.

Una vez identificados los puntos de entrega se procede al trazado de las tuberías principales (circuitos), red secundaria. El criterio básico que se sigue en el diseño es las velocidades y las presiones.

Definidos los circuitos y anillos principales se procede a definir las salidas en cada punto de concentración o nodo evitando salidas concentradas a distancias menores de 200m y mayores de 300m.

Para el análisis de la red de distribución es necesario tener tramos de tubería con longitudes no mayores a 500 mts. Principalmente longitudes entre 200 y 300 mts. Para garantizar un flujo estable a lo largo de la red distribución. En la unión de tuberías o cuando se da un cambio de diámetro de la misma, ahí habrá una salida de flujo.

Definidas las salidas de gastos, que lógicamente tienen que ser iguales a las entradas, éstas se distribuirán de acuerdo a la topografía del terreno y la selección de las mismas en cada tramo de la red.

Se procede al balance de las pérdidas de carga en los diferentes nodos por los métodos de análisis.

Una vez establecido el sistema de distribución de diámetros se procede a rellenar cada circuito utilizando tuberías de menores diámetros que los empleados como mínimo de 2”

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La ubicación de hidrantes se conectan a las tuberías principales de 3" y su separación en zonas residenciales unifamiliares debe de ser de 200 m. mientras que en otras zonas la separación será de 300 m.

Análisis hidráulico de red cerrada

Una red de distribución cerrada de tubería puede ser interpretada como el conjunto de tuberías principales de agua potable de una urbanización o de cualquier otra localidad. Los caudales de salida son interpretados de forma concentradas en los nodos que se determinan a través de las áreas tributarias.

Para el análisis de una red de distribución cerrada por métodos prácticos manuales así como también por medio de programas, es necesario tener datos principales dentro del proceso de análisis como son: las elevaciones de los puntos de interés, caudales a lo largo del tramo de tuberías, diámetro de las mismas en donde entra en juego el tipo de material a utilizar en la tubería por lo que respecta estos pueden ser de AC (asbesto cemento), HF (hierro fundido), PVC (tubería plástico de cloruro de polivinilo) y HF (hierro galvanizado), longitudes de los tramos y caudal de entrada a la red de distribución.

El método de balance descarga en los nodos es un proceso iterativo basado en las primicias de los caudales supuestos que se distribuyen en la red de distribución cumpliendo en cada nodo de la red la ecuación de continuidad dando si que la sumatoria de los caudales de entrada a la red deberá ser iguales a la sumatoria de los caudales de salida.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las sumatorias de la pérdidas de carga en cada circuito de la red en análisis deberá ser menor a 0.5 m y a lo largo de todo el esquema menor a 1 m, la convención de signos se adopta en cada circuito de forma independiente consistente con los caudales en la distribución en que las agujas del reloj se tomen como positivo, en caso contrario será negativo, dando así el signo de las pérdidas correspondientes a sus caudales; de modo que el caudal de la tubería en común a dos circuitos, para uno será positivo y para el otro será negativo.

CAPITULO II

GENERALIDADES.

2.1 Posición geográfica

El Sauce está ubicada entre las coordenadas 12° 53' 00" de latitud norte y 86° 32' 00" de longitud oeste.

La fundación del municipio de El Sauce se dio en 1723 cuando llegó a Nicaragua el Guatemalteco don Guadalupe Trejo colectando limosna para levantar un templo al señor de Esquíputas en la villa. El señor Trejo traía una imagen de Cristo Negro, a los que los feligreses hicieron objeto de veneración y le construyeron una ramada bajo un árbol del Sauce.

Debido a las romerías continuas se construyó la Ermita del señor de Esquíputas en El Sauce. La feria anual que tiene lugar en el crecido, poblado motivo a que el jefe de estado doctor José Núñez en el año de 1832 le confiriera al poblado el título de villa del Sauce.

El pueblo y municipio, el Sauce anteriormente estaba adscrito a la jurisdicción del departamento de Chinandega conforme ley de 27 de agosto de 1858: el 19 de marzo de 1859 por decreto legislativo fue anexada al departamento de León, conjuntamente con los municipios y pueblos de Telica, Quetzal guaque, El Jicaral y Santa Rosa.

2.2 Territorio

El sector urbano comprende seis zonas:

Zona 1 El Sauce (Barrio BELLO AMANECER)

Zona 2 El Sauce

Zona 3 El Sauce (BAVINIC)

Zona 4 El Sauce

Zona 5 La Palomera

Zona 6 El Sauce

El municipio de El Sauce se localiza en la zona noreste del departamento de León, perteneciente a la jurisdicción política, administrativa de este departamento cuya fecha de fundación fue en 1913.

Este municipio cuenta con una extensión territorial de 727 Km. Cuadrado **ver figura 1 en anexo 3.**

2.3 Accidentes Geográficos

El sistema del municipio esta representado por las alturas del cerro el Jicote, cerro del Aguacate con 500 metros de altura, el Guanacastillo con 500 metros de altura, el cerro San Marcos con 530 metros de altura, el cerro de los Cascajos o Cascajoso con 600 metros y el Bonete **ver figura.**



2.4 Caracterización Climatológica

De acuerdo con la clasificación climatológica de Nicaragua según estudios de INETER el clima del área de estudio corresponde a tropical de Sabana, que caracteriza a la región del pacifico y partes occidentales de la cordillera central, desde el nivel medio del mar (nmm) hasta los 1000 mts de altura.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Tomando como referencia los registros de la estación hidrometeorológica ordinaria (HMO) de El Sauce, período 1962-1988, el promedio anual de la precipitación es del orden de 1782 mm, observándose un periodo seco con duración promedio de 6 meses, entre noviembre y abril en el que ocurre un 9 % de la precipitación total anual y un período lluvioso entre mayo y octubre en el que ocurre el 91% restante de la precipitación anual.

En relación con la evaporación las mediciones en pana de evaporación clase A indican que tienen un comportamiento inverso al de la precipitación, es decir que la tendencia es que aumente entre la estación seca y disminuye durante la época de lluvia de acuerdo a los registros en el período y estación mencionados, el promedio total anual de la evaporación es de 2222 mm.

La temperatura media anual es de 27.4 °C, ocurriendo las más elevadas entre los meses de abril y mayo y las mínimas entre diciembre y enero.

2.5 Hidrología

La hidrología que presenta el municipio El Sauce son: río grande, las quebradas; san José, las mercedes el partillo, el salitre, ojo de agua y el Malacatoya, en período de invierno se encuentra con caudales considerados dependiendo de la originalidad y los ramales que llegan a estas, en verano la mayoría llegan a un nivel mínimo de agua y algunas se secan principalmente cuando hay sequías prolongadas; esto como complemento de información del trabajo. **Ver mapa hidrogeológico en anexo 3.**

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El sauce se encuentra a una elevación de 163.39 metros sobre el nivel del mar. (MSNM)

2.6 Referencias Geográficas

La cabecera municipal se encuentra localizada a 177 Km. al noreste de Managua, capital de la república.

2.7 Tradición y cultura:

La principal fiesta religiosa en El Sauce es celebrada en honor al señor de Esquíputas o Cristo Negro el 18 de enero de cada año.

La imagen del señor de Esquíputas es muy venerada, el municipio se convierte en esa época en lugar de peregrinaciones por parte de creyentes de otros municipios de Managua, de Centroamérica e incluso del país de México.

El templo del municipio es muy elegante y es el tercer templo en el cual se le ha rendido culto a la milagrosa imagen, el primero fue una pobre ramada o capilla provisional, el segundo fue construido por la devoción de don Joaquín Serrias en el año 1750.

El tercer templo fue iniciado y concluido en su estructura por el párroco Fernando Hidalgo, su inauguración fue el dos de abril de 1888 aun con sus torres no construidas se finalizó el 29 de abril de 1962.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El 25 de diciembre del año 2000 el templo fue incinerado casi en su totalidad principalmente las columnas y vigas así como la estructura de techo siendo estas de maderas muy preciosas, esto ocurrió en la madrugada del día 25 de diciembre cuando un niño que participaba en la tradición del nacimiento del niño Jesús movió una veladora y esta incendió el pesebre posteriormente comenzó la tragedia hasta quedar casi en ceniza.

Luego comenzó la reconstrucción, con la ayuda de muchos feligreses quienes aportaron con fe y amor, materiales y mano de obra y así poder reconstruir el templo que un día fue nombrado como uno de los mejores de Centro América y que para entonces era una desconsolación para muchos creyentes.

Sin embargo fue de ésta manera que volvió a reconstruirse y hoy en día es el lugar de todos los creyentes de fe cristiana del señor de Esquipulas ofrendar romerías en homenaje al Cristo Negro.

Las fiestas que se realizan en el municipio en honor al señor de los milagros es otra actividad de muestra de fé cristiana.

2.8 Infraestructuras de servicios municipales

La municipalidad dispone de servicios públicos e infraestructuras, contándose dentro de estos energía eléctrica y telecomunicaciones, cuatro puestos médicos, cuatro puestos de salud, y dos centros de salud y existen todos los niveles educativos como son preescolar, primaria y secundaria. El servicio de recolección de residuos sólidos en el área urbana es dos veces por semana, a través de un tractor equipado con un trailer y depositados en un área no apropiada a cielo abierto, esto porque no cuentan con un lugar definido correctamente para depósito y tratamiento de la basura.

2.9 Aspecto Económico

La economía de la localidad reposa sobre la ganadería y la agricultura; además existen otras actividades comerciales de productos locales y de todo el país, Gasolineras, Asociaciones Ganaderas, Distribuidoras, Veterinarias, Farmacias, Laboratorios Clínicos entre otros.

CAPITULO III

3 Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable

3.1 Área del Trabajo

El Sauce esta conectado mediante una carretera de todo tiempo de unos 28Km, de estos; 18Km. adoquinados y 10Km. parcialmente pavimentados, con el ramal Telica – San Isidro de la carretera panamericana, la distancia por carretera entre Managua y El Sauce es de unos 177 km. También hay camino de todo tiempo que conectan a esta localidad con Estelí, Villa Nueva, Achuapa, San Antonio y Las Mercedes. Cuenta con servicio telefónico a cargo de ENITEL con cobertura local, nacional e internacional, así como con servicio de correos.

En la localidad de El Sauce hay un centro de salud que brinda atención medica general, también existen clínicas médicas privadas.

De acuerdo a información proporcionada por el centro de salud, las enfermedades diarreicas agudas representan uno de los principales problemas de salud del municipio, así como las enfermedades de transmisión vectorial tales como la malaria y la leptospirosis.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

En relación con la infraestructura educativa la localidad cuenta con 4 establecimientos a nivel preescolar, 2 de los cuales son privados, 4 escuelas primarias, 3 institutos de enseñanza secundaria de los cuales en uno de estos se imparten especializaciones técnicas. También se brinda educación de adultos.

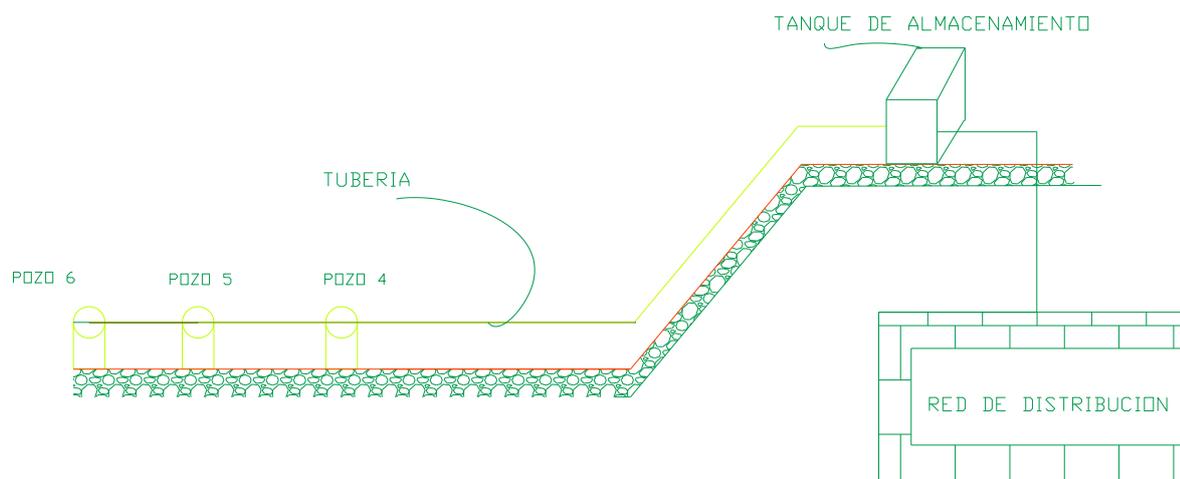
En la localidad se brinda el servicio de energía eléctrica, agua potable y recolección de basura. El servicio de alcantarillado sanitario solamente cubre una zona reducida en la que existen unas 150 viviendas. Para la disposición de excretas la solución predominante consiste en letrinas. Las aguas sucias de las mayorías de las casas son regadas en los patios o se dejan escurrir por las calles.

La población actual es de unos 9595 habitante, cuyas principales actividades económicas son la agropecuaria y la ganadería. También se nota actividad comercial reflejada en las existencias de distribuidora, pulperías, farmacias, ferreterías, expendios de combustible y lubricantes, venta de madera, establecimientos que brindan servicios legales, médicos y de laboratorios clínicos entre otros.

El estado tiene representaciones del MED, MINSA, MAG, MARENA, UNAG, además de las instituciones que brindan servicio como INAA, ENEL y ENITEL.

3.2 Sistema Actual de Abastecimiento de Agua Potable.

El actual sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad, presenta un esquema Fuente – Tanque- Red (FTR) **ver esquema.**



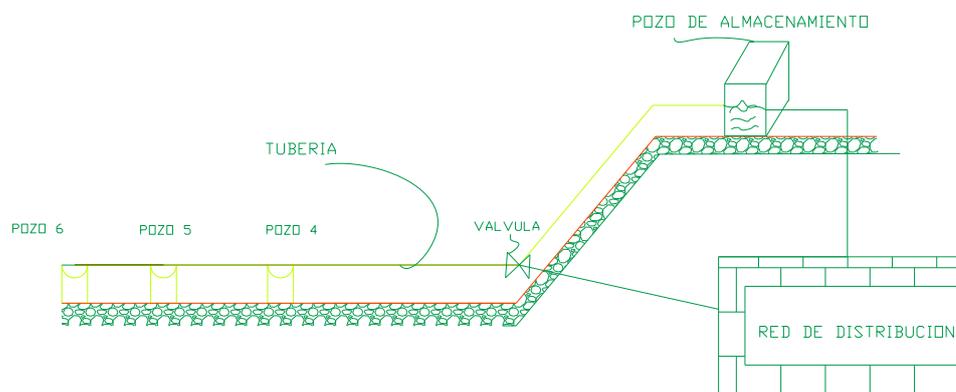
La fuente está constituido por el acuífero del valle El Sauce, cuyas aguas son captadas mediante tres pozos perforados número (4 ,5 y 6) de los cuales operan 17 horas/día, suspendiéndose la operación entre las 8 p.m. y 3:00 a.m. La extracción del agua se realiza con equipo de bombeo eléctrico.

La capacidad de los pozos número 4,5 y 6 es del orden de 93 m³/ hora, de acuerdo al registro de bombeo que fueron suministrado por ENACAL municipal.

De los pozos el agua es conducida a la red y al tanque de almacenamiento por medio de una tubería de 150mm (6”) de diámetro, con una longitud total de 5159.20mt entre el último pozo y el tanque.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La distribución del agua potable a la población no se oferta como un solo sistema fuente- tanque –red, sino que gran parte de la población es abastecida directamente de la fuente a la red esto ocurre con la incorporación de los nuevos barrios; además no se estima el consumo de estos, solo se sabe que lo que producen los pozos en su período de operación, es lo que consume toda la población de la localidad sin tener registro efectivo de dicho consumo. De la misma manera sabemos que no existen medidores en estos barrios, por tanto pagan cuotas fijas. Según información recopilada en el campo mediante la inspección y ayuda brindada por ENACAL municipal, se dice que existe una válvula ubicada a lo largo de la línea de conducción lo que permite tener dos accesos de distribución siendo una de estas el abastecimiento directo a la población a través de esta válvula que conecta a gran parte de la población; posteriormente cuando esta población satisface su demanda y los pozos aun en operación el agua sube al tanque para luego ser distribuido por gravedad al resto de la población **ver esquema.**



Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Cuando esta en mal estado una tubería de la que va directa a la población o se requiere hacer limpieza se cierra la válvula que conduce el agua directa a la población y por tanto solo subirá el agua al tanque a la misma vez se cierra la válvula del tanque que viene al resto de la población conectada y así de esta manera es como se hacen algunos cambios de tuberías y reparaciones pertinentes.

Dado que el sistema existente tiene más de 30 años de haberse instalado y siendo de AC (asbesto cemento) y PVC (tubería plástica lisa) este sistema se encuentra en un estado que es difícil su recuperación y evaluación así como también las instituciones que toman parte de esto no tienen información exactas de las longitudes de tuberías de estos materiales y de la cobertura de los mismos. Según el director de ENACAL de la localidad no tienen información acerca de estos mucho menos de medidores y válvulas.

También se nota que algunas zonas tienen muy poca diferencia de elevación con respecto al tanque de almacenamiento, lo que es insuficiente para garantizar un flujo permanente con una presión mínima aceptable. La red carece de válvulas o las existentes están en mal estado, de modo que para realizar operaciones es necesario interrumpir el servicio en toda la localidad.

El estudio del sistema actual indica que el mismo tiene comprometida la capacidad de producción para abastecer la demanda futura de corto plazo, se requiere analizar la línea de conducción, ampliar el almacenamiento y mejorar la red de distribución.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La calidad físico-química de las aguas muestras que es apta para el consumo humano respecto a la calidad bacteriológica puede mencionarse que hay cloración permanente, siendo el nivel de cloro residual verificado periódicamente.

3.2.1 Captación y Estaciones de Bombeo

La fuente está constituida por las aguas subterráneas de el Valle del río El Sauce. De acuerdo a lo expuesto en los estudios del INAA el valor medio anual del flujo subterráneo del acuífero es del orden de $4.0 \times 10^6 \text{m}^3$.

El agua es extraída mediante 3 pozos perforados (N^o.4, 5 y 6), cuyas características se presentan en el **anexo 1 (estudios de fuentes)** de éste trabajo.

De acuerdo a los registros de bombeo que lleva la filial del INAA El Sauce durante el año 2006 del mes de mayo los pozos N^o.4, 5 y 6 operaron en promedio 526 horas cada uno a razón de 17 horas/día, produciendo en conjunto 48,948 m³/mes.

La calidad físico- química del agua subterránea de acuerdo a los análisis realizados cuyos resultados se presentan en el **anexo 2 (Normas Regionales CAPRE)** es apta para el consumo humano.

Los pozos No 4 ,5 y 6 están dotados con equipos de bombes eléctricos de turbina de eje vertical en buen estado de funcionamiento cuyas características son las siguientes:

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Cuerpo de la bomba | |
| Largo | 51B120 |
| Marca | Jacuzzi |
| Modelo | 8LcAa/T497 |
| Serie | 1c8-22151 |
| Tazones intermedios | 3629(19) |
| Tazón superior | 3653 |
| Tazón inferior | 3706 |
| Impulsores | Cerrados 3630(9) |
| Eje p/ cuerpo de bomba | 1”*64” (1) |
| Tubo de succión | 4” *10” c/pasión (1) |
| Cabezal de descarga | |
| Marca | Jacuzzi |
| Modelo | 4 ^a /T624-4*4*3/4 |
| Serie | 1C8-22151 |
| Columna total | 80’ |
| Tubos de columna | 4” *10” (7) |
| | 4” *5’ (2) |
| Ejes | ¾” *10’/s 1045 c/manga (7) |
| | ¾” *5c/s 1045 c/manga (1) |
| | ¾” *146/s 1045 c/manga (1) |
| | ¾” *43s 1045 c/manga (1) |
| Chumaceras | ¾” *4’ p/manga (8) |
| Motor eléctrico | |
| Marca | US |
| Fases | 3 |
| Hp | 20 |
| Hz | 60 |
| Volts | 230/460 |
| Amps. | 51.6/25.8 |
| Rpm | 1750 |
| Sf | 1.15 |
| Frame | 256 |
| Banco de transformadores | 25Kva(2)=50Kva |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

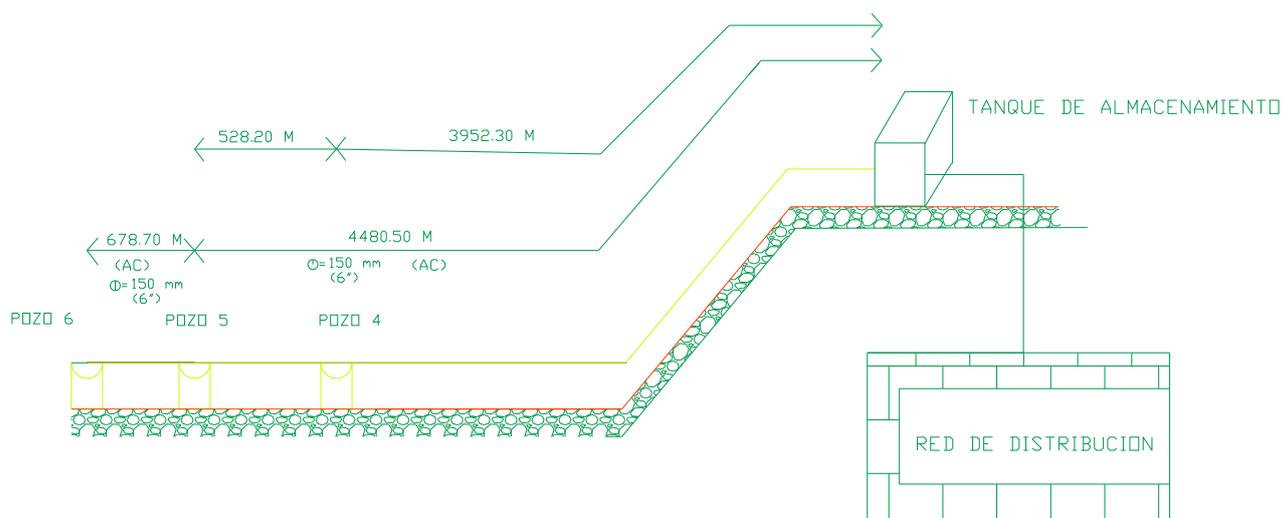
Las sartas de dichos equipos de bombeo tienen diámetros de 4". Cuentan entre sus accesorios con medidor maestro, manómetro, válvula de check, válvulas de compuerta y de aire, todas las cuales se encontraron en buen estado físico y en funcionamiento durante las investigaciones realizadas.

Las casetas que albergan los paneles de control eléctricos en los pozos No. 4,5 y 6 son de losetas de concreto prefabricadas, con techo de zinc sobre la estructura de madera, presentando esta última señales de deterioro. La caseta en el predio del pozo No.5 presenta desplome en algunos tramos de paredes.

En el pozo No.4 hay instalado un equipo de cloración. Por medio de gas cloro, marca Wallace, en buen estado físico.

3.2.2 Línea de Conducción

De los pozos el agua es conducida a la red y al tanque de almacenamiento por medio de una tubería de 150mm (6") de diámetro, con una longitud total de 5159.20mt entre el pozo No. 6 y el tanque. El tramo inicial, entre el pozo No. 5 y el No. 6 de L1=678.70 mt es de asbesto cemento (AC); el tramo entre el pozo No.5 y el tanque es de PVC (L2=4480.50mt) y el tramo entre el pozo No.4 y No.5 es de PVC con (L=528.20mt); la longitud entre el pozo No.4 y el tanque es de 3952.30mt. **Ver esquema.**



El primer tramo entre el pozo No.6 y 5 esta instalado en la banda norte de la carretera El Sauce-Villanueva .A la altura del pozo No. 5 inicia el segundo tramo hasta el pozo No.4 con tubería de AC y cruza la carretera diagonalmente para continuar en la banda sur de la misma, hasta llegar a El Sauce, donde continua por la calle central hasta la primera avenida, cambiando en esta esquina de dirección, hacia el sur, hasta alcanzar el tanque de almacenamiento.

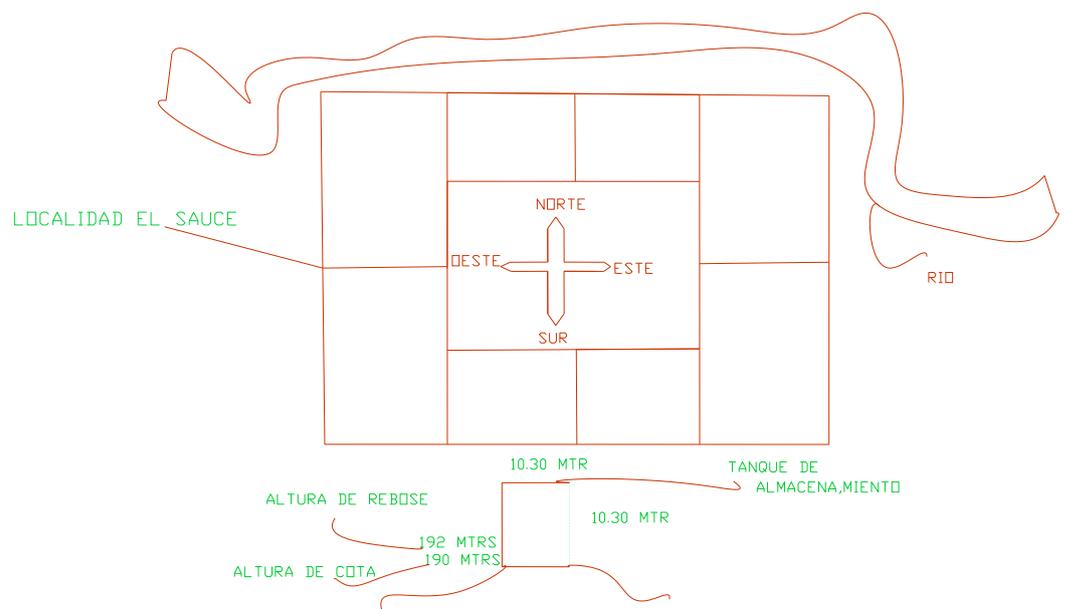
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

A lo largo de la línea de conducción se encuentra instalada una válvula de compuerta la que es accionada en las ocasiones en que se requieren hacer reparaciones de tuberías o limpiezas de las mismas.

3.2.3 Tanque de Almacenamiento.

El tanque de almacenamiento esta ubicado en la parte sur de la localidad. Su fondo esta a una elevación de 190 msnm y el rebose a 192.30 msnm. Es de mampostería internamente la planta es de forma cuadrada y tiene dimensiones de 10.30mts de lado. Su volumen nominal es de 50,000 galones (189 m³). Esta equipado con válvulas en las tuberías de salida y limpieza. El estado de conservación apreciado visualmente es malo presentando fisuras y grietas, por las que ocurre mucha filtración.

El predio del tanque cuenta con un cerco de alambre de púas en mal estado al momento de la inspección.



3.2.4 Red de distribución.

El servicio de distribución que tiene la población se puede decir que es deficiente en cuanto a cantidad, dado que no tiene una cobertura a un cien por ciento, consideramos que se encuentra en un estado que es difícil su recuperación y evaluación así como también las instituciones que toman parte de esto no tienen información exactas de las longitudes de tuberías de estos materiales y de la cobertura de los mismos. Según el director de ENACAL de la localidad no tienen información acerca de estos mucho menos de medidores y válvulas. También se nota que algunas zonas tienen muy poca diferencia de elevación con respecto al tanque de almacenamiento, lo que es insuficiente para garantizar un flujo permanente con una presión mínima aceptable.

La red de distribución carece de válvulas o las existentes están en mal estado, de modo que para realizar reparaciones es necesario interrumpir el servicio en toda la localidad.

La tubería de la red existente es PVC y AC. Su conformación aparentemente obedece a un esquema fuente-tanque-red, no siendo meramente efectiva esta distribución.

La tubería de AC tiene más de 30 años de haber sido instalado, ocurriendo en ella roturas frecuentes. Mientras que la tubería de PVC se ha instalado periódicamente tanto por la delegación municipal como de la población que se ha incorporado en nuevos sectores y que por asuntos económicos que dicha institución carece no ha podido cubrir la necesidad de la población. Es por esto que esta población hace sus conexiones de manera independiente con sus propios recursos.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

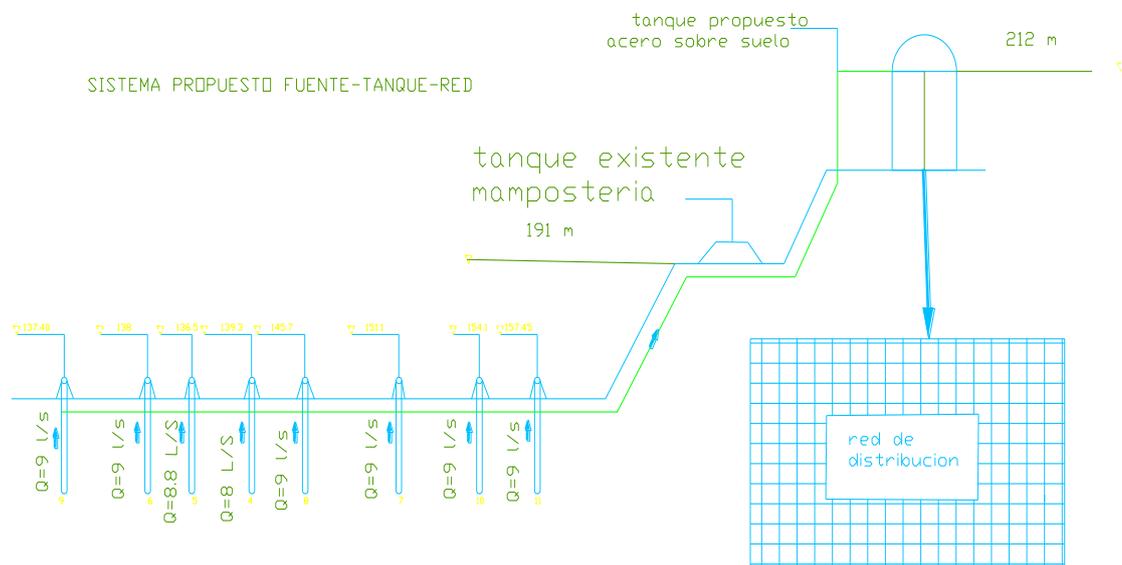
Esto genera irregularidades en la distribución y consumo lo que conduce a una deficiente cobertura en horas de máximo consumo.

La poca diferencia de elevación entre los puntos más altos de la red y el tanque de almacenamiento es insuficiente para garantizar un flujo permanente con una presión mínima aceptable en dichos puntos. En periodos de máximo consumo (picos) el agua no llega a las zonas altas de la localidad, esto respecto a la población que es abastecida a través del tanque siendo mínima.

CAPITULO IV

4. SISTEMA PROPUESTO

Tomando en consideración las características topográficas y la ubicación de los componentes del sistemas de agua potable de la localidad de El Sauce, se ha propuesto que el sistema mejorado tenga el esquema fuente-tanque-red (F-T-R), el cual consiste en la incorporación de 5 pozos los que estarán funcionando con una capacidad de producción de 9 l/s **según estudios de fuentes anexos 1** los cuales estarán ubicados en serie es decir dentro de la misma línea de conducción estos a la vez irán conectados al tanque de almacenamiento. Con respecto a la población que se encuentra conectada directamente de la línea de conducción esta se eliminara; y es a través del tanque que se abastecerá a la población para posteriormente una vez que sale el caudal del tanque este lo distribuirá a la red por gravedad.



Con respecto a la población que se encontraba conectada directamente a la fuente por medio de una tubería esta será eliminada ya que las soluciones que se plasman en este trabajo podrán solventar el abastecimiento de la población.

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO.

4.1.2 Período de diseño.

El período de diseño es de 20 años, sin embargo las componentes del sistema se dimensionaran en etapas, esto desde el punto de vista técnico, para ser más viable la función de las mismas y ser susceptibles de ampliaciones de acuerdo a la demanda.

4.1.3 Población de diseño

La proyección de la población de diseño se hizo mediante el método geométrico utilizando la expresión:³

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Donde:

p_0 = población inicial.

P_n = población proyectada al año n.

r= tasa de crecimiento poblacional.

n= año de proyección.

³ Extraída de los apuntes de clases de hidráulica II, impartida por el Dr. Néstor Lanza.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La población inicial se determinó mediante los datos del censo de 1971 – 1995 que fueron suministrados por INEC y un censo local del año 2004 que fue brindado por la Alcaldía del mismo municipio.

La tasa de crecimiento poblacional (r) se adoptó en función del crecimiento de la población tomando en cuenta el comportamiento de la misma a nivel de la localidad de El Sauce.

La proyección de la población se hizo para un período de 20 años consistente con el período de diseño adoptado para cada una de las etapas de la obra, **ver proyección de población en Pág.63**

4.2 Dotación de Agua.

Los parámetros de dotación de agua para los diferentes tipos de usuarios se determinaran de acuerdo a las dotaciones señaladas en las normas del INAA. Se diferenció la dotación para los diferentes tipos de usuarios: Domiciliarios, Comerciales, Industriales y puestos públicos.

4.2.1 Estudio de demanda

La proyección de la demanda de agua se hace en base a las proyecciones de la población, estimando el consumo y considerando el tipo de usuario con una previsión para pérdidas, que para el presente caso se adopta en un 20% del consumo.

4.2.2 Variaciones de consumo

Para estimar la demanda de máximo día (DMD) se utilizará el factor de 1.3 aplicando a la demanda promedio diario (DPD)

Para la demanda de máximo hora (DMH) se adoptará un factor de 2.5 aplicado a la DPD.⁴

4.3 Capacidad y Calidad del Agua de la Fuente de Abastecimiento.

De acuerdo a las normas del INAA, las fuentes de abastecimiento deben asegurar como mínimo en zonas rurales, 1.30 veces el consumo de máximo día para finales del período de diseño. Sin embargo se tomó en consideración los resultados de los estudios de la fuente.

Adicionalmente se tomó en cuenta las normativas en relación con el tiempo y horario de bombeo, de evitar en todo lo posible el bombeo entre las 17 y las 22 horas y procurar limitar el bombeo en el período comprendido entre las 8 de la noche y las 3 de la mañana.

La calidad del agua debe de cumplir con las normas de CAPRE. En caso contrario deberá someterse a tratamiento correspondiente hasta alcanzar los valores admisibles por dicha norma.

⁴Normas de diseño para sistemas de abastecimientos de agua potable.

4.3.1 Tratamiento

El tratamiento en vista de la naturaleza de las aguas de la fuente de abastecimiento a utilizar, será por desinfección, mediante cloración. Esta podrá ser mediante cloro gaseoso o mediante solución de hipoclorito de calcio o sodio.

4.4 Línea de conducción

El dimensionamiento de la línea de conducción se hizo para el caudal de la demanda de máximo día para la población de diseño. También se tomaron en consideración el tiempo y los horarios de bombeos.

Para el diseño de la línea de conducción se hizo el análisis en presiones y velocidades por cada una de las etapas que fueron definidas a lo largo del periodo de diseño, de modo que estas resultaran adecuadas.

Los pozos existentes N^o.4, 5 y 6 que actualmente abastecen a la población, **según estudios de fuente (ver anexo 1)** seguirán funcionando a lo largo del periodo de diseño con las capacidades correspondientes, como se describe a continuación.

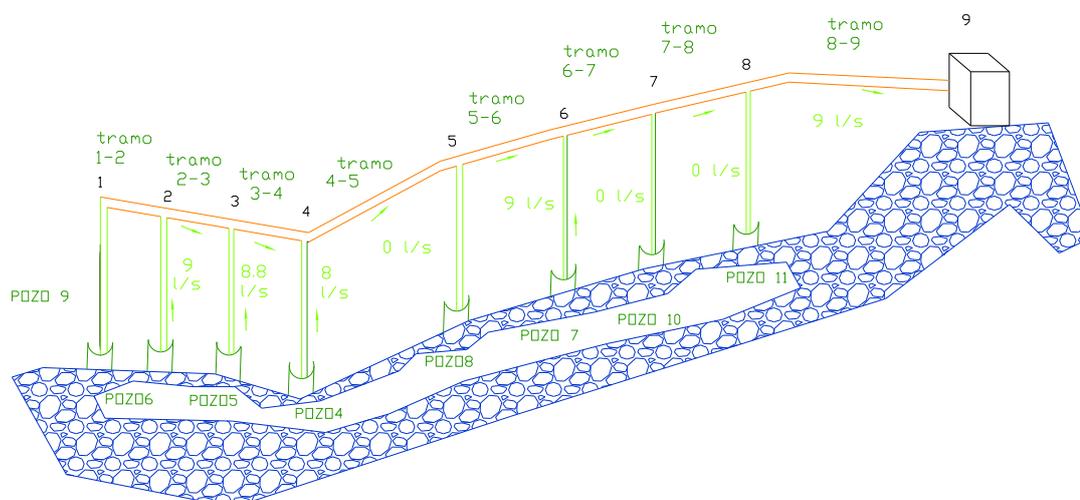
| Producción de pozos m³/día | | | | | | |
|----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pozo N ^o | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 |
| 5 | 509.10 | 509.10 | 509.10 | 509.10 | 509.10 | 509.10 |
| 6 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 |
| Total(m ³ /día) | 1578 | 1578 | 1578 | 1578 | 1578 | 1578 |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Según estudios de demanda se ha observado que actualmente se requiere de una mayor cantidad de agua que la que se produce, por tanto es necesaria la incorporación de un nuevo pozo a la línea (pozo N^o. 7) para satisfacer la demanda de la población en el año 2006.

| Producción de pozos m ³ /día | | | | | | |
|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Pozo N ^o | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 |
| 5 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 |
| 6 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 |
| 7 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| Total | 2128,45 | 2128,45 | 2128,45 | 2128,45 | 2128,45 | 2128,45 |
| DMD(M ³ /día) | 1,643 | 2,154 | 2,738 | 3,600 | 3,821 | 4,178 |

Como se aprecia en el cuadro, el pozo N^o. 7 que fue incorporado satisface la necesidad demandada de la población en el 2006 (**ver proyección de población y demanda de agua Pág.63**) de igual manera este pozo seguirá funcionando según estudios de fuente con un caudal de 9 lps a lo largo del período de diseño. **Ver esquema de incorporación de pozo.**

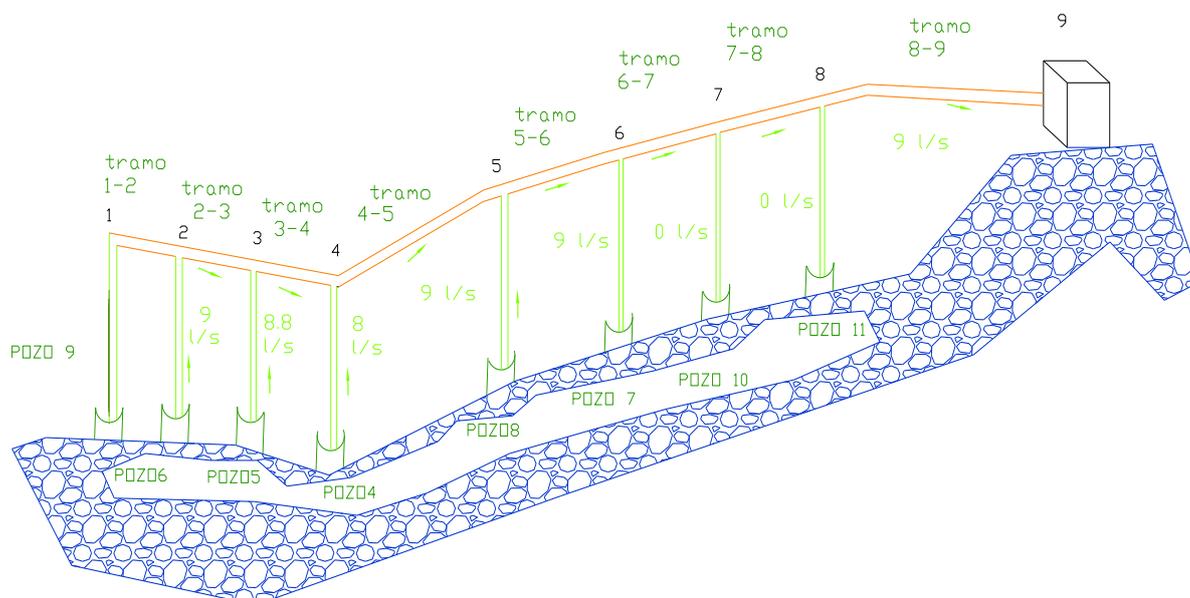


Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Para el año 2009 será necesaria la incorporación de un nuevo pozo (Nº.8) al acueducto para abastecer los requerimientos necesarios de la población como se muestra en el siguiente cuadro:

| Producción de pozos m³/día | | | | | | |
|----------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Pozo N° | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 |
| 5 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 |
| 6 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 |
| 7 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 8 | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| Total | 2128,45 | 2679,25 | 2679,25 | 2679,25 | 2679,25 | 2679,25 |
| DMD(M³/día) | 1,643 | 2,154 | 2,738 | 3,600 | 3,821 | 4,178 |

El siguiente esquema muestra el pozo N°8 incorporado a la línea de conducción.

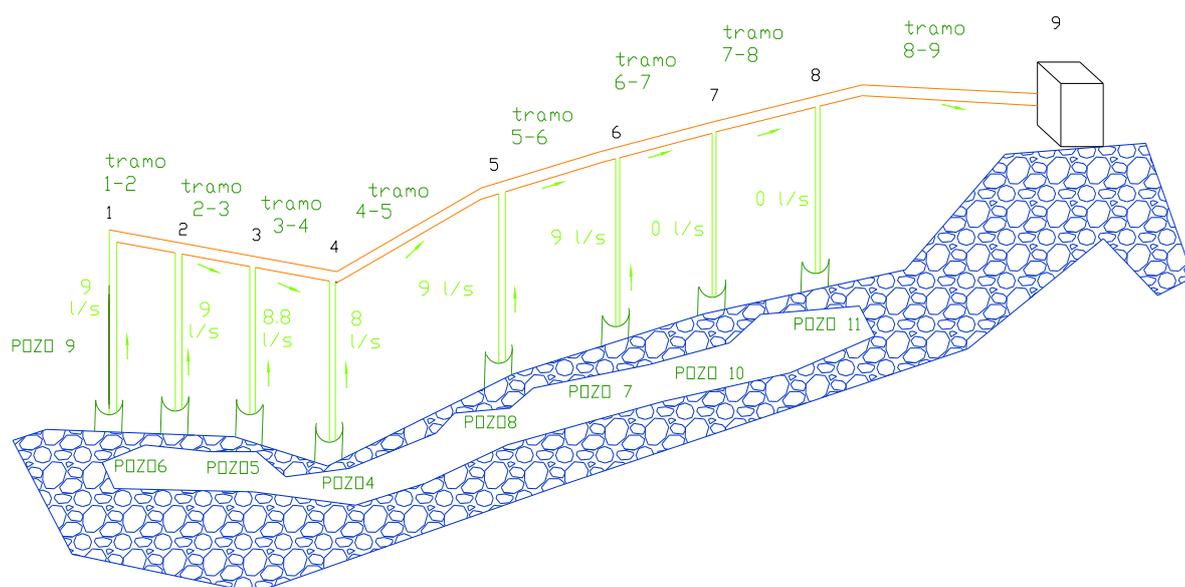


Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

En la tercera etapa correspondiente al año 2017 la cantidad de agua que demanda la población (**ver proyección de población y demanda de agua Pág.63**) es mayor a la que producen los pozos N°. 4, 5, 6, 7 y 8 por la tanto es necesario agregar un nuevo pozo al sistema de línea, en nuestro caso pozo N°. 9 descrito en el siguiente cuadro.

| Producción de pozos m³/día | | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pozo N° | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 |
| 5 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 |
| 6 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 |
| 7 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 8 | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 9 | | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| Total | 2128,45 | 2679,25 | 3230,1 | 3230,1 | 3230,1 | 3230,1 |
| DMD(M ³ /día) | 1,643 | 2,154 | 2,738 | 3,600 | 3,821 | 4,178 |

El siguiente esquema muestra la incorporación del pozo N°.9

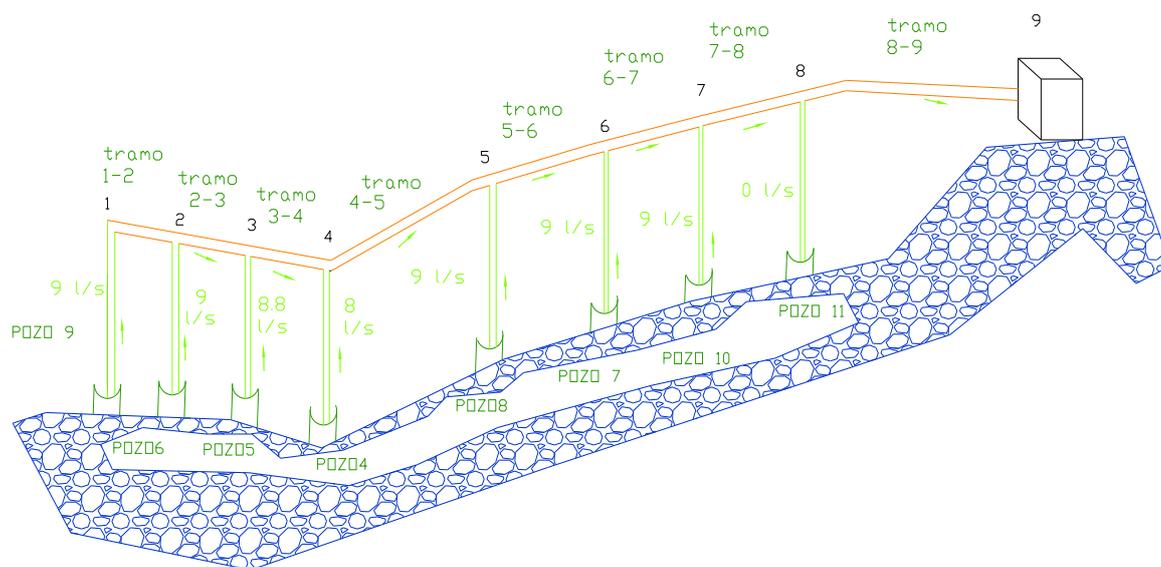


Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

En el año 2021 surge una nueva necesidad de parte de la población debido a que el suministro de agua no es suficiente para el consumo y desarrollo de sus actividades, por lo tanto se requiere de un nuevo pozo (Nº. 10) a la línea; ver en el cuadro.

| Producción de pozos m³/día | | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pozo N° | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 |
| 5 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 |
| 6 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 |
| 7 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 8 | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 9 | | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 10 | | | | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| Total | 2128,45 | 2679,25 | 3230,1 | 3780,85 | 3780,85 | 3780,85 |
| DMD(M ³ /día) | 1,643 | 2,154 | 2,738 | 3,600 | 3,821 | 4,178 |

Representación grafica del pozo 10 en la línea de conducción.



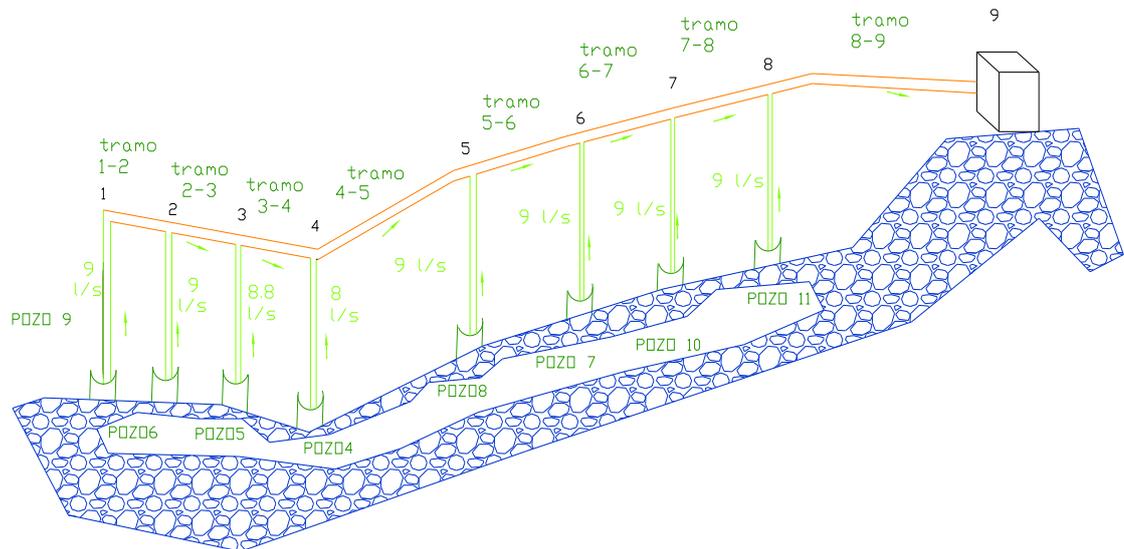
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Debido al crecimiento de la población para el año 2023 el agua suministrada no es suficiente ya que la cantidad de agua demandada de la población (**ver proyección de población y demanda de agua Pág.63**) es mayor que la que se produce; por tanto es necesario incorporar un último pozo (Nº 11) al sistema el cual abastecerá a la localidad hasta el año 2026 y así de esta manera brindar un servicio en cantidad suficiente en el período de diseño propuesto.

| Producción de pozos m³/día | | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pozo Nº | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 | 489,6 |
| 5 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 | 509,1 |
| 6 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 | 578,95 |
| 7 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 8 | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 9 | | | 550,8 | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 10 | | | | 550,8 | 550,8 | 550,8 |
| 11 | | | | | 550,8 | 550,8 |
| Total | 2128,45 | 2679,25 | 3230,1 | 3780,85 | 4331,65 | 4331,65 |
| DMD(M ³ /día) | 1643 | 2154 | 2738 | 3600 | 3821 | 4178 |

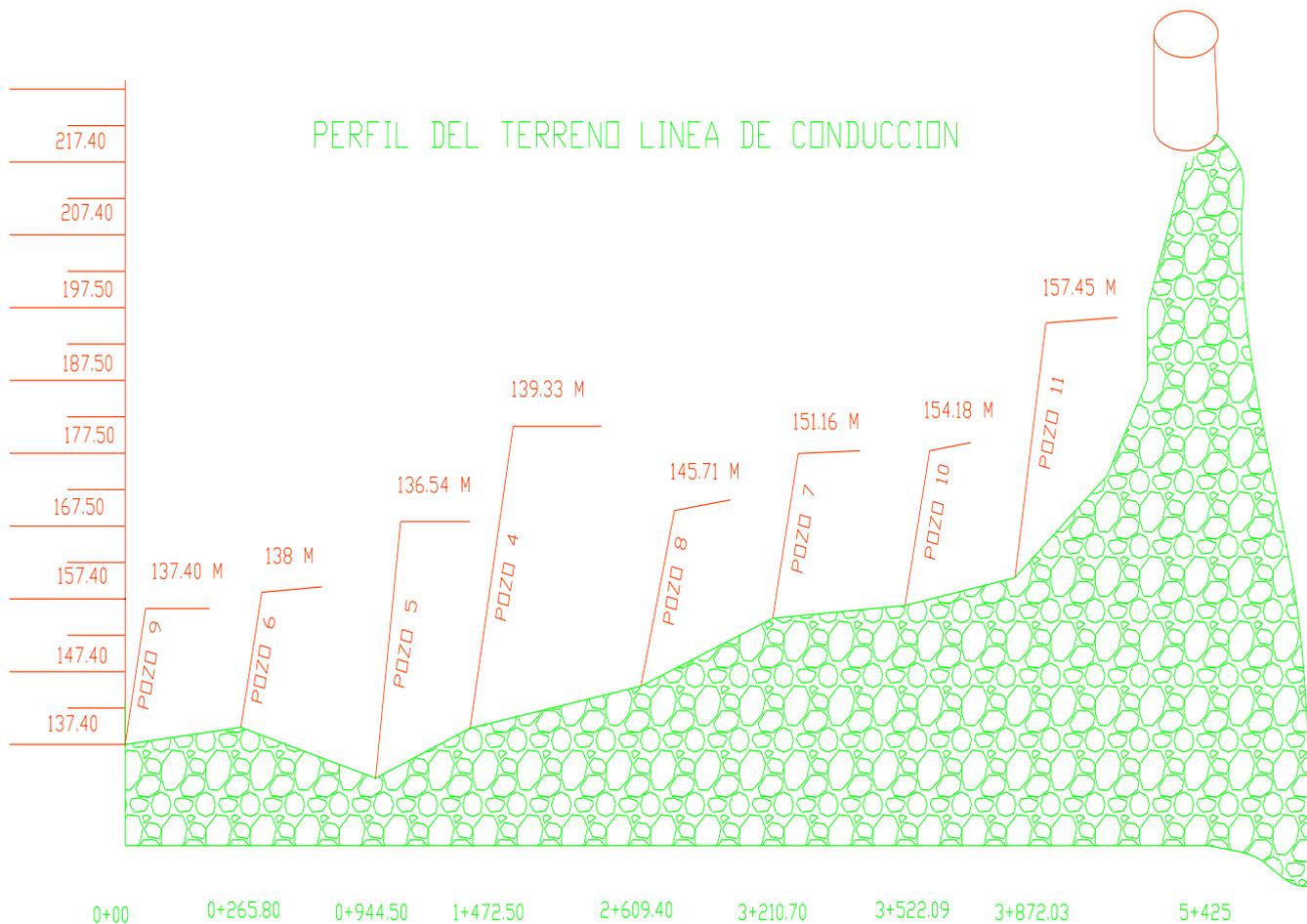
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Incorporación total de los pozos que conformaran la línea de conducción.



Por lo tanto la línea de conducción se extenderá desde el pozo No. 9 hasta el tanque de almacenamiento con una longitud de 5425 mts. En el siguiente grafico se muestra el perfil del terreno de línea de conducción en el que se muestran las elevaciones correspondientes para cada pozo a si como la longitud que habrá entra cada pozo.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León



Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizará la ecuación de Darcy- Weisbach.

$$h_f = f(L/D)(v^2 / 2g) \text{ De donde;}$$

h_f = pérdidas por fricción

f = coeficiente de fricción

L = longitud de la tubería (m)

v = velocidad del flujo (m/s)

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

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Para las pérdidas menores a lo largo de la línea de conducción, debidas a accesorios, cambios de dirección, etc. Se adoptará un valor del 5% de las pérdidas por longitud. En el caso de los tramos entre los pozos y la línea de conducción para las pérdidas menores, se adoptó un valor del 20% de las pérdidas por longitud.

Para la línea de conducción, habrá que sustituir las instalaciones actuales y extenderlas desde el pozo No. 9 hasta el tanque de almacenamiento, ubicando la tubería en la banda sur de la carretera El Sauce-Villanueva. Esto implica instalar tramos de tuberías con longitudes y diámetros con lo que se llevará a cabo el diseño de la línea de conducción.

4.5 Equipos de bombeos en pozos

Los cálculos que se presentan en el diseño hidráulico definen las presiones a que los equipos de bombeos de los pozos deberán entregar el flujo a la línea de conducción. A fin de estimar la capacidad de estos equipos, a dicha presión habrá que sumarle la energía requerida entre el nivel de bombeo en el pozo y el punto de entrega en la línea de conducción. Se recomienda instalar equipos de bombeo sumergibles.

4.6 Requerimientos de Almacenamiento

Se prevé utilizar tanques de almacenamiento apoyados sobre suelo; para este tipo de estructuras el volumen máximo será del 40% del consumo promedio diario. Sin embargo para conservar el volumen de almacenamiento se tomaran en consideración las normativas del INAA respecto a tiempo y régimen de bombeo mencionado anteriormente, además tiene que ser compatible con el régimen de bombeo previsto de 17 horas/día para abastecer la demanda de máximo día y procurando cumplir con el horario de bombeo establecido por el INAA.

Esto hace necesario la incorporación de un nuevo tanque, cuya ubicación se ha identificado en un predio colindante al existente de tal manera que satisface los requerimientos de elevación que por las características del sistema y la topografía de la localidad la cota mínima para el abastecimiento debe ser del orden de 212 msnm.

El tanque propuesto es cilíndrico, de acero, con un diámetro de 15m y una altura de 7.5m, el cual proporcionará una demanda de almacenamiento del 40% del CPD para el año 2026 (**ver CPD en proyección de población Pág. 63**), es decir:

$\text{Demanda de almacenamiento} = 40\% * 3,214 \text{m}^3/\text{día} = 1285.6 \text{m}^3/\text{día}$

| Año | Demanda de almacenamiento(m ³ /día) |
|------|------------------------------------------------|
| 2006 | 505.6 |
| 2009 | 662.8 |
| 2017 | 842.4 |
| 2021 | 1107.6 |
| 2026 | 1285.6 |

4.7 Red de distribución

La red de distribución se analizará para abastecer la demanda de máxima hora del año 2026, se ha definido con un solo punto de alimentación, a partir del nuevo tanque de almacenamiento, cuyo fondo estaría en la cota 212 msnm y el reboce a una cota de 219.5m.

Dado que la tubería existente es de asbesto cemento AC tiene mas de 30 años de haber sido instalada y presenta rupturas frecuentes, entre los criterios adoptados para la futura red esta deberá cambiarse en su totalidad a través de un nuevo esquema de red, usando tubería PVC. También se ha procurado conservar la tubería de PVC actualmente instalada tomando en cuenta los cambios de ubicación en la red de distribución.

Para el análisis de la red se utilizará el EPANET; siendo necesario para la ejecución del mismo, las longitudes de los tramos de tuberías, elevación de los nodos, y los diámetro preliminares. La red analizada contiene las pérdidas, velocidades, presiones, caudales y diámetros; habiéndose fijado la elevación del punto de alimentación en 219.5 m. Los resultados del análisis de la red de distribución se pueden apreciar en el diseño hidráulico **página 125 y 126**.

En la red proyectada se propone la instalación de válvulas que posibiliten aislar sectores de la localidad. Para tal propósito se definieron Zonas, y de esta manera se contribuirá a un mejor funcionamiento de servicio, procurando minimizar el número de válvulas y el diámetro de las mismas.

4.7.1 Cobertura de tuberías

En general se usara una cobertura de 1.20 m sobre la corona de las tuberías. En caminos y áreas de poco trafico, dicha cobertura podrá reducirse a 1.0 m. en los casos que esta cobertura no sea posible, se recomendaran protecciones especiales para la tubería.

La proyección poblacional del período de diseño se determinó por año, presentando las cantidades de agua que se requieren para sastifacer las condiciones inmediatas y futuras de la población proyectada.

El consumo domestico, se usó en base a la siguiente tabla; correspondiente a dotaciones de agua.⁵

| Rango de población | Datación | |
|----------------------|-------------|-------------|
| | Gl/hab./día | Lt/hab./día |
| 0 - 5000 | 20 | 75 |
| 5000 - 10000 | 25 | 95 |
| 10000 - 15000 | 30 | 113 |
| 15000 - 20000 | 35 | 132 |
| 20000 - 30000 | 40 | 151 |
| 30000 - 50000 | 45 | 170 |
| 50000 - 100000 y más | 50 | 189 |

El consumo comercial = 7%*CD

El consumo público= 7%*CD

El consumo industrial= 2%*CD

A continuación se presenta la tabla con los resultados de proyección de población y consumo.

⁵ Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

CAPITULO V

DISEÑO HIDRAULICO

5.1 CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION

En las etapas que se analizarán se da la necesidad de hacer incorporaciones de pozos según lo demande la población a medida en que esta se baya aumentando a lo largo del periodo de diseño es decir del año en curso 2006 hasta el 2026 que es el periodo con el cual finalizamos, el análisis para cada período constará de cálculos que proporcionaran las pérdidas en la línea de conducción, pérdidas entre pozo y línea de conducción así como las capacidades de las bombas a emplear.

Las pérdidas en líneas de conducción, y pérdidas entre pozo y línea de conducción se basaran en el mismo diseño hidráulico el cual constará de las siguientes componentes:

Velocidad y selección del diámetro por tramo de tubería.

Velocidad real por tramo de tubería.

Pérdidas por velocidad.

Reynolds.

Coefficiente de fricción y determinación del tipo de flujo.

Pérdidas por fricción.

Pérdidas menores.

Los elementos a calcular en las bombas:

Altura de las bombas.

Potencia en bombas.

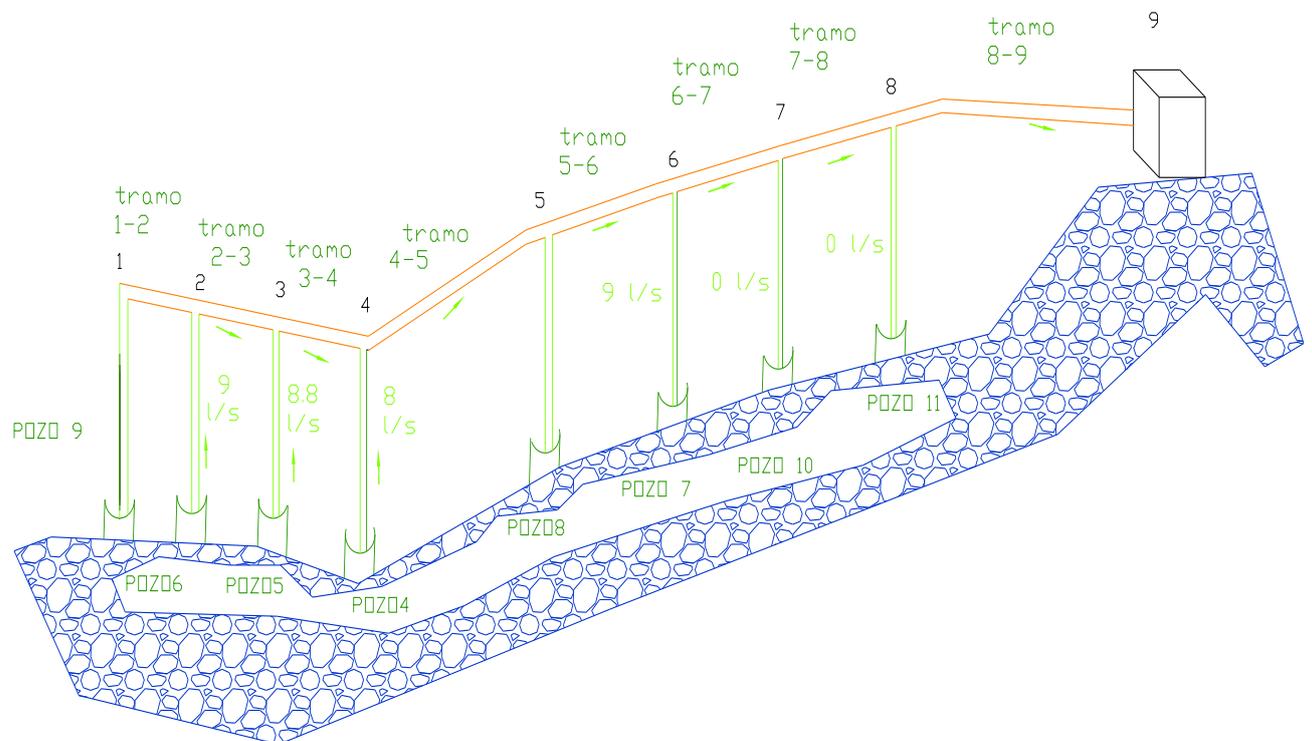
Potencia en motor.

En cada período la línea de conducción se tendrá que dividir en tramos según se de la incorporación de pozos esto se hace con el objetivo de tener una mejor perspectiva acerca de lo que implica el diseño hidráulico. A continuación se presenta de manera detallada los cálculos que conllevaron a la determinación de las pérdidas.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las elevaciones y las longitudes de cada pozo no se muestran en los gráficos que se presentaran en cada etapa ya que fueron plasmados en el esquema del perfil de terreno de la línea de conducción mostrado en la página 55.

5.1.1 Iniciando con el primer período 2006 en el cual se propone la incorporación del primer pozo N° 7 en el **siguiente gráfico** se muestran los tramos y el pozo incorporado.



Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

De esta manera ya establecidos los tramos y el pozo respectivo a dicho período se procede a calcular los elementos de interés en la línea de conducción.

Primeramente calculando la velocidad y haciendo la selección por tramo de tubería.

$$\text{tramo}_{1-2} = Q = 0 \text{ l/s}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{tramo}_{2-3} = Q(l/s) & V_{\text{limite}} (m/s) & \\ 2 & - & 1 \\ 9 & - & V \\ 100 & - & 2 \end{array}$$

$$V = 1.1 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.009}{1.1}} = 0.10\text{m} \approx 100\text{mm} \approx 4''$$

$$\begin{array}{rcl} \text{tramo}_{3-4} = Q(l/s) & V_{\text{limite}} (m/s) & \\ 2 & - & 1 \\ 17.8 & - & V \\ 100 & - & 2 \end{array}$$

$$V = 1.16 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0178}{1.16}} = 0.14\text{m} \approx 150\text{mm} \approx 6''$$

$$\begin{array}{rcl} \text{tramo}_{4-5} = Q(l/s) & V_{\text{limite}} (m/s) & \\ 2 & - & 1 \\ 25.80 & - & V \\ 100 & - & 2 \end{array}$$

$$V = 1.24 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0258}{1.24}} = 0.16\text{m} \approx 150\text{mm} \approx 6''$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{5-6} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 25.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.24 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0258}{1.24}} = 0.16\text{m} \approx 150\text{mm} \approx 6''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{6-7} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 34.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.33 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0348}{1.33}} = 0.18\text{m} \approx 180\text{mm} \approx 8''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{7-8} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 34.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.33 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0348}{1.33}} = 0.18\text{m} \approx 180\text{mm} \approx 8''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{8-9} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 34.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.33 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0348}{1.33}} = 0.18\text{m} \approx 180\text{mm} \approx 8''$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La velocidad real por tramo de tubería se hace conforme a los diámetros que se calcularon anteriormente respectivamente para cada tramo.

$tramo_{1-2}$ $V_{real} = 0$ ya que la velocidad esta en dependencia del caudal y como el caudal es 0 entonces la velocidad es 0

$$tramo_{2-3} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.1)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{3-4} \quad V_{real} = \frac{4(0.0178)}{\pi(0.15)^2} = 1.01 \text{ m/s}$$

$$tramo_{4-5} \quad V_{real} = \frac{4(0.0258)}{\pi(0.15)^2} = 1.46 \text{ m/s}$$

$$tramo_{5-6} \quad V_{real} = \frac{4(0.0258)}{\pi(0.15)^2} = 1.46 \text{ m/s}$$

$$tramo_{6-7} \quad V_{real} = \frac{4(0.0348)}{\pi(0.20)^2} = 1.11 \text{ m/s}$$

$$tramo_{7-8} \quad V_{real} = \frac{4(0.0348)}{\pi(0.20)^2} = 1.11 \text{ m/s}$$

$$tramo_{8-9} \quad V_{real} = \frac{4(0.0348)}{\pi(0.20)^2} = 1.11 \text{ m/s}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las pérdidas por velocidad se calculan mediante la ecuación
en donde la velocidad a usar es velocidad real

$$\frac{V^2}{2g}$$

$tramo_{1-2}$ Las pérdidas por velocidad para este tramo es de cero y a que la velocidad real es cero

$$tramo_{2-3} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$tramo_{3-4} = \frac{1.01^2}{2g} = 0.052 \text{ m}$$

$$tramo_{4-5} = \frac{1.46^2}{2g} = 0.109 \text{ m}$$

$$tramo_{5-6} = \frac{1.46^2}{2g} = 0.109 \text{ m}$$

$$tramo_{6-7} = \frac{1.11^2}{2g} = 0.063 \text{ m}$$

$$tramo_{7-8} = \frac{1.11^2}{2g} = 0.063 \text{ m}$$

$$tramo_{8-9} = \frac{1.11^2}{2g} = 0.063 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de Reynolds está en dependencia de la viscosidad cinemática (ν), velocidad real (V) y el diámetro de la tubería (Φ), en donde el Reynolds se calcula mediante la ecuación:

$$R = \frac{V\phi}{\nu} \quad \text{Donde } \nu = 1 * 10^{-6}$$

$$\text{tramo}_{1-2} \quad R = 0 \quad \text{ya que la velocidad real} = 0$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad R = \frac{1.01 * 0.15}{1 * 10^{-6}} = 151500$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad R = \frac{1.46 * 0.15}{1 * 10^{-6}} = 219000$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad R = \frac{1.46 * 0.15}{1 * 10^{-6}} = 219000$$

$$\text{tramo}_{6-7} \quad R = \frac{1.11 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 222000$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad R = \frac{1.11 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 222000$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad R = \frac{1.11 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 222000$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo del coeficiente de fricción se determinó con el objetivo de definir el tipo de flujo que actuará en la tubería. Pero como se explicó anteriormente vamos a cambiar completamente las tuberías de asbesto cemento que se encuentran en la localidad por tuberías PVC es por tal motivo que se podría decir que el tipo de flujo que corresponderá a la línea es de tubo liso. Pero como método de comprobación se uso el siguiente parámetro.

$$2300 \leq R \leq 10 \frac{\phi}{f} \quad \text{condición para tubo liso} \quad \text{si esta condición se cumple entonces :}$$

donde f es el factor fricción

$$F = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \quad \text{donde F es el coeficiente de fricción.}$$

*tramo*₁₋₂ el coeficiente de fricción es cero ya que R = 0

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{2-3} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{3-4} \quad 2300 \leq 151500 \leq 10 \frac{0.15}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{151500^{0.25}} \\ 2300 \leq 151500 \leq 1000000 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0160 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{4-5} \quad 2300 \leq 219000 \leq 10 \frac{0.15}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{219000^{0.25}} \\ 2300 \leq 219000 \leq 1000000 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0146 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{5-6} \quad 2300 \leq 219000 \leq 10 \frac{0.15}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{219000^{0.25}} \\ 2300 \leq 219000 \leq 1000000 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0146 \end{aligned}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{6-7} \quad 2300 \leq 222000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{222000^{0.25}} \\ \quad \quad \quad 2300 \leq 222000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad \quad \quad F = 0.0145 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{7-8} \quad 2300 \leq 222000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{222000^{0.25}} \\ \quad \quad \quad 2300 \leq 222000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad \quad \quad F = 0.0145 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{8-9} \quad 2300 \leq 222000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{222000^{0.25}} \\ \quad \quad \quad 2300 \leq 222000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad \quad \quad F = 0.0145 \end{array}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de las pérdidas por fricción es aquella que ocurre por lo general en las paredes de la tubería por lo que esta componente se encuentra influenciado por la longitud del tramo, por el diámetro de la tubería, coeficiente de fricción y las pérdidas por velocidad. Se calcula mediante la ecuación:

$$h_f = f * \frac{L}{\phi} * \frac{V^2}{2g} \text{ donde } L \text{ es la longitud del tramo}$$

$$\text{tramo}_{1-2} \quad h_f = 0 \quad \text{porque las pérdidas por velocidad son cero}$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad h_f = 0.0172 * \frac{678.70}{0.1} * 0.067$$
$$h_f = 7.82 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad h_f = 0.0172 * \frac{528.20}{0.15} * 0.067$$
$$h_f = 2.93 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad h_f = 0.0146 * \frac{1136.70}{0.2} * 0.109$$
$$h_f = 12.06 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad h_f = 0.0146 * \frac{601.30}{0.15} * 0.109$$
$$h_f = 6.38 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{6-7} \quad h_f = 0.0145 * \frac{311.39}{0.2} * 0.063$$
$$h_f = 1.42 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad h_f = 0.0145 * \frac{349.94}{0.2} * 0.063$$
$$h_f = 1.60 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad h_f = 0.0145 * \frac{1552.97}{0.2} * 0.063$$
$$h_f = 7.09 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de pérdidas menores son aquellas que ocurren por malas conexiones en las tuberías y estas optan de un valor de 5% de las pérdidas por fricción.

$$\text{tramo}_{1-2} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 7.82 = 0.40 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 2.93 = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 12.06 = 0.60 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 6.38 = 0.32 \text{ m}$$

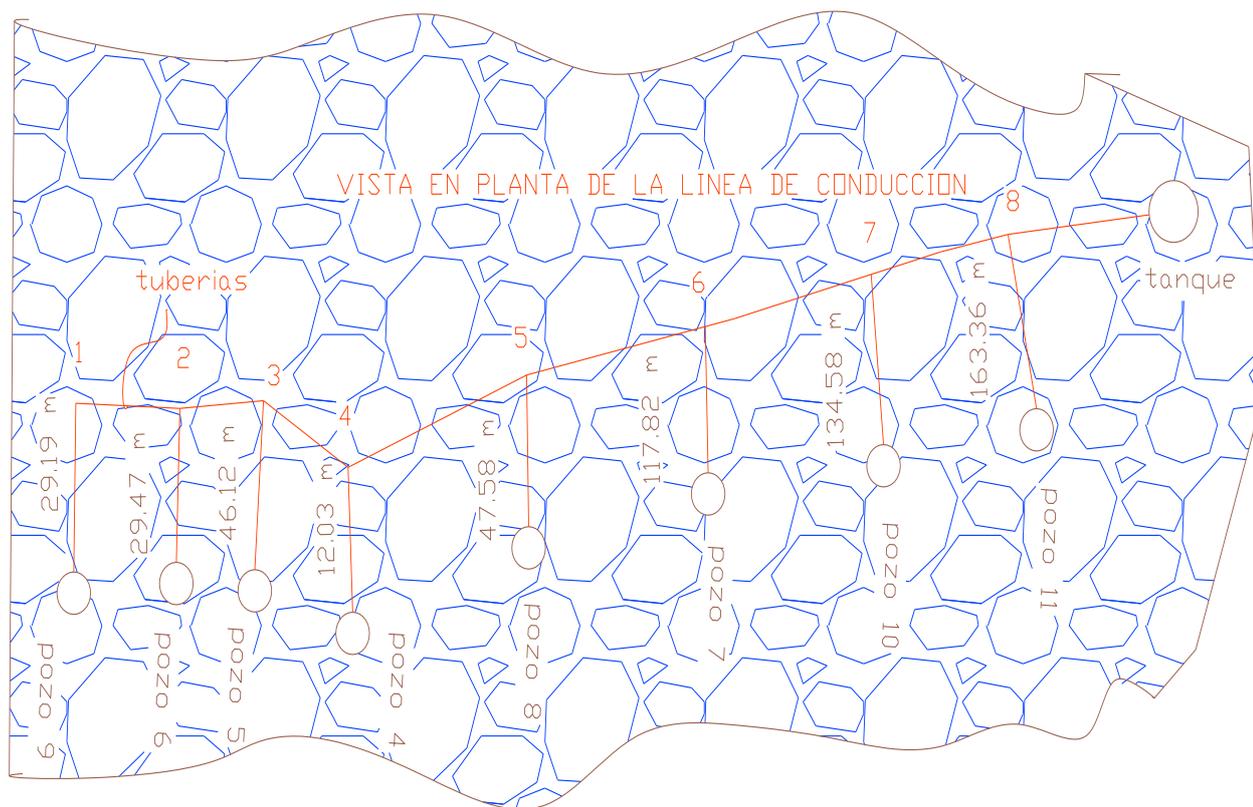
$$\text{tramo}_{6-7} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 1.42 = 0.07 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 1.60 = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 7.09 = 0.35 \text{ m}$$

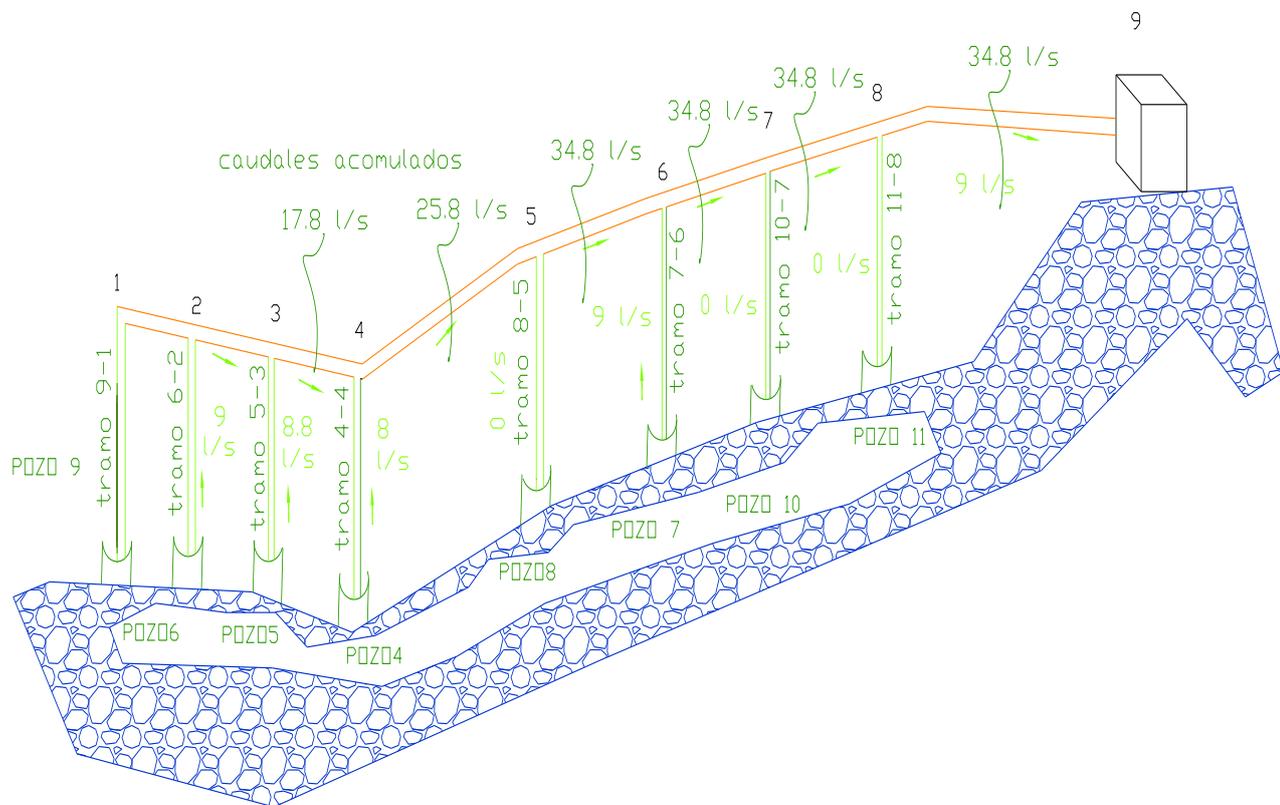
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las pérdidas entre pozo y línea de conducción se calcularán de manera similar, en esta se tomará en cuenta la longitud que existe entre pozo y la línea de conducción a como se observa en las gráficas que se muestran a continuación.



Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Perfil de línea de conducción



Con los diámetros ya seleccionados anteriormente, procedimos a hacer el cálculo de la velocidad real por tramo lo que resulta:

$tramo_{9-1}$ $V_{real} = 0$ ya que la velocidad esta en dependencia del caudal y como el caudal es 0 entonces la velocidad es 0

$$tramo_{6-2} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.1)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{5-3} \quad V_{real} = \frac{4(0.0088)}{\pi(0.1)^2} = 1.12 \text{ m/s}$$

$$tramo_{4-4} \quad V_{real} = \frac{4(0.0088)}{\pi(0.1)^2} = 1.02 \text{ m/s}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$\text{tramo}_{8-5} \quad V_{\text{real}} = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{tramo}_{7-6} \quad V_{\text{real}} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.10)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad V_{\text{real}} = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad V_{\text{real}} = 0 \text{ m/s}$$

Las pérdidas por velocidad se calculan mediante la ecuación $\frac{V^2}{2g}$ en donde la velocidad a usar es velocidad real

tramo_{9-1} Las pérdidas por velocidad para este tramo es de cero y a que la velocidad real es cero

$$\text{tramo}_{6-2} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-3} = \frac{1.12^2}{2g} = 0.064 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-4} = \frac{1.02^2}{2g} = 0.053 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-5} = 0 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-6} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{10-7} = 0 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{11-8} = 0 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de Reynolds está en dependencia de la viscosidad cinemática (ν), velocidad real (V) y el diámetro de la tubería (Φ), en donde el Reynolds se calcula mediante la ecuación:

$$R = \frac{V\phi}{\nu} \quad \text{Donde } \nu = 1 * 10^{-6}$$

$$\text{tramo}_{9-1} \quad R = 0 \quad \text{ya que la velocidad real} = 0$$

$$\text{tramo}_{6-2} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{5-3} \quad R = \frac{1.12 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 112000$$

$$\text{tramo}_{4-4} \quad R = \frac{1.02 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 102000$$

$$\text{tramo}_{8-5} \quad R = 0$$

$$\text{tramo}_{7-6} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad R = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad R = 0$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo del coeficiente de fricción se determinó con el objetivo de definir el tipo de flujo que actuará en la tubería. Pero como método de comprobación se usó el siguiente parámetro.

$$2300 \leq R \leq 10 \frac{\phi}{f} \quad \text{condición para tubo liso} \quad \text{si esta condición se cumple entonces :}$$

donde f es el factor fricción

$$F = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \quad \text{donde F es el coeficiente de fricción.}$$

*tramo*₉₋₁ el coeficiente de fricción es cero ya que $R = 0$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{6-2} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} \quad \text{entonces } F &= \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} \quad F &= 0.0172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{5-3} \quad 2300 \leq 112000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} \quad \text{entonces } F &= \frac{0.3164}{112000^{0.25}} \\ 2300 \leq 112000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} \quad F &= 0.0173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{4-4} \quad 2300 \leq 102000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} \quad \text{entonces } F &= \frac{0.3164}{102000^{0.25}} \\ 2300 \leq 102000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} \quad F &= 0.0177 \end{aligned}$$

*tramo*₈₋₅ el coeficiente de fricción es cero

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{7-6} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} \quad \text{entonces } F &= \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} \quad F &= 0.0172 \end{aligned}$$

*tramo*₁₀₋₇ $F = 0$

*tramo*₁₁₋₈ $F = 0$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de las pérdidas por fricción es aquella que ocurre por lo general en las paredes de la tubería por lo que esta componente se encuentra influenciado por la longitud del tramo, por el diámetro de la tubería, coeficiente de fricción y las perdidas por velocidad. Se calcula mediante la ecuación:

$$h_f = f * \frac{L}{\phi} * \frac{V^2}{2g} \text{ donde } L \text{ es la longitud entre el pozo y la línea de conducción}$$

$$\text{tramo}_{9-1} \quad h_f = 0 \quad \text{porque la pérdida por velocidad es cero}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{6-2} \quad h_f &= 0.0172 * \frac{29.47}{0.1} * 0.067 \\ h_f &= 0.34 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{5-3} \quad h_f &= 0.0173 * \frac{46.12}{0.1} * 0.064 \\ h_f &= 0.51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{4-4} \quad h_f &= 0.0177 * \frac{12.03}{0.1} * 0.053 \\ h_f &= 0.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{tramo}_{8-5} \quad h_f = 0$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{7-6} \quad h_f &= 0.0172 * \frac{117.82}{0.1} * 0.067 \\ h_f &= 1.36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad h_f = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad h_f = 0$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de pérdidas menores son aquellas que ocurren por malas conexiones en las tuberías y estas optan de un valor de 20% de las pérdidas por fricción.

$$\text{tramo}_{9-1} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{6-2} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.34 = 0.068 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-3} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.51 = 0.102 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-4} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.11 = 0.022 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-5} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{7-6} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 1.36 = 0.272 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

Con respecto a la bomba; los factores primordiales para encontrar las capacidades con las que estarán funcionando son la altura en que estarán ubicadas y el caudal respectivo que sale de cada pozo.

La altura de la bomba no es más que la sumatoria de la carga total dinámica y la presión en el punto correspondiente

$$\text{. pozo } N^{\circ}9 \quad H_{\text{bomba}} = 14 + 120.68 = 134.68 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}6 \quad H_{\text{bomba}} = 13.51 + 120.13 = 133.81 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}5 \quad H_{\text{bomba}} = 13.90 + 113.32 = 127.22 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}4 \quad H_{\text{bomba}} = 17.80 + 107.45 = 125.25 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}8 \quad H_{\text{bomba}} = 18.01 + 88.41 = 106.42 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}7 \quad H_{\text{bomba}} = 17.60 + 76.60 = 94.20 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}10 \quad H_{\text{bomba}} = 26.48 + 71.74 = 98.22 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}11 \quad H_{\text{bomba}} = 22.25 + 66.79 = 89.04 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Potencia en la bomba está en dependencia del caudal y la altura correspondiente de la bomba, cuyas unidades de medidas están representadas en caballos de fuerza (hp) y kilowatt (Kw) lo que nos lleva a los siguientes resultados:

La siguiente ecuación nos permite convertir de caballos de fuerza a kilowatt:

$$1hp = 0.7457kw$$

$$Pb_9 = 0kw$$

$$Pb_6 = \frac{1000 * 133.81 * 0.009}{75 * 0.75} = 21.40hp * \frac{0.7457}{1hp} = 15.96kw$$

$$Pb_5 = \frac{1000 * 127.22 * 0.0088}{75 * 0.75} = 19.98hp * \frac{0.7457}{1hp} = 14.90kw$$

$$Pb_4 = \frac{1000 * 125.25 * 0.008}{75 * 0.75} = 17.81hp * \frac{0.7457}{1hp} = 13.28kw$$

$$Pb_7 = \frac{1000 * 94.20 * 0.009}{75 * 0.75} = 15.07hp * \frac{0.7457}{1hp} = 11.24kw$$

$$Pb_8 = 0kw$$

$$Pb_{10} = 0kw$$

$$Pb_{11} = 0kw$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Para el cálculo de la potencia del motor se tomó en consideración el 1.3 de la potencia de la bomba. $P_m = 1.3P_b$

$$P_{m_9} = 0\text{kw}$$

$$P_{m_6} = 1.3 * 15.96 = 20.75\text{kw}$$

$$P_{m_5} = 1.3 * 14.90 = 19.37\text{kw}$$

$$P_{m_4} = 1.3 * 13.28 = 17.26\text{kw}$$

$$P_{m_8} = 0\text{kw}$$

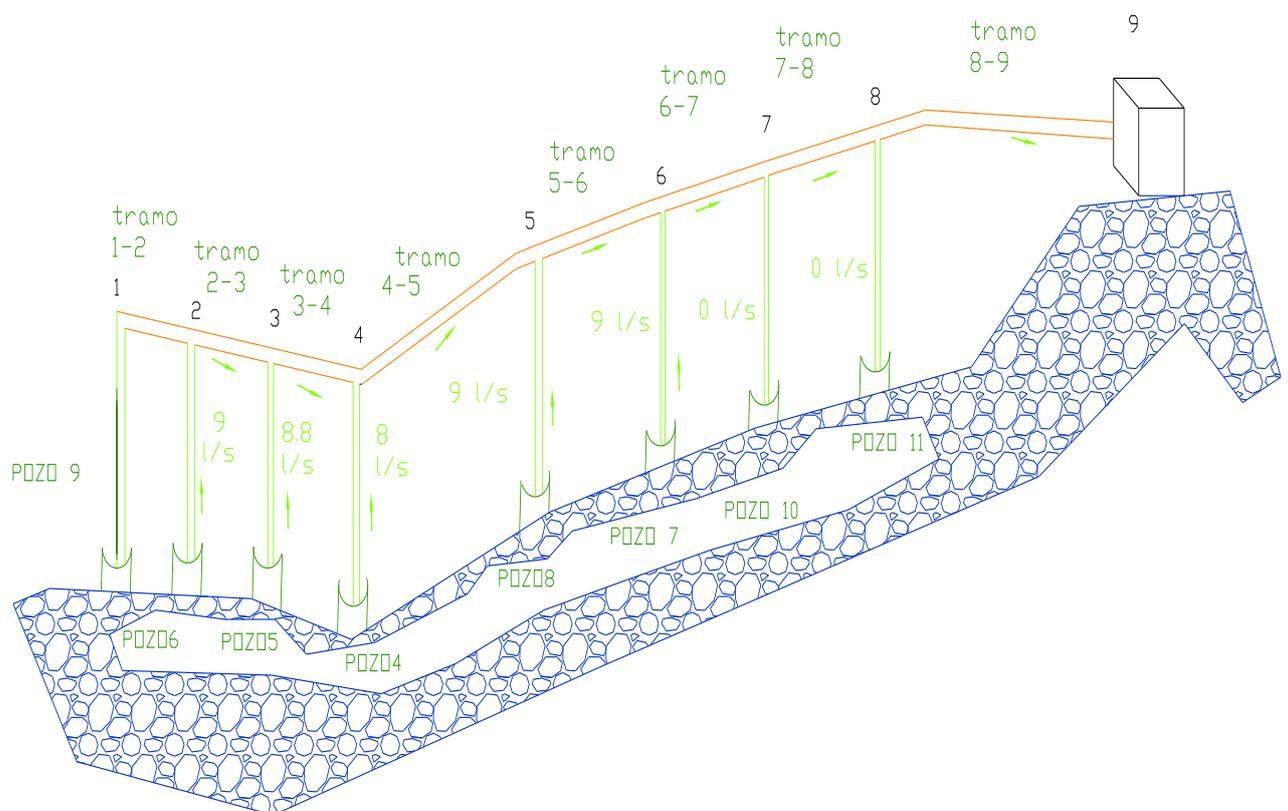
$$P_{m_7} = 1.3 * 11.24 = 14.61\text{kw}$$

$$P_{m_{10}} = 0\text{kw}$$

$$P_{m_{11}} = 0\text{kw}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

5.1.2 Para el cálculo correspondiente en esta etapa año 2009 se propone la incorporación del segundo pozo N° 8 en el siguiente gráfico se muestran los tramos y el pozo incorporado.



Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

De ésta manera ya establecidos los tramos y el pozo respectivo a dicho período iniciamos calculando las pérdidas en la línea de conducción.

Primeramente se calcula la velocidad, haciendo la selección por tramo de tubería.

$$tramo_{1-2} = Q = 0\text{l/s}$$

$$tramo_{2-3} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s)$$

| | | |
|-----|---|---|
| 2 | - | 1 |
| 9 | - | V |
| 100 | - | 2 |

$$V = 1.1 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.009}{1.1}} = 0.10\text{m} \approx 100\text{mm} \approx 4''$$

$$tramo_{3-4} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s)$$

| | | |
|------|---|---|
| 2 | - | 1 |
| 17.8 | - | V |
| 100 | - | 2 |

$$V = 1.16 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0178}{1.16}} = 0.14\text{m} \approx 150\text{mm} \approx 6''$$

$$tramo_{4-5} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}} (m/s)$$

| | | |
|-------|---|---|
| 2 | - | 1 |
| 25.80 | - | V |
| 100 | - | 2 |

$$V = 1.24 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0258}{1.24}} = 0.16\text{m} \approx 150\text{mm} \approx 6''$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{5-6} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}}(m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 34.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.33 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0348}{1.33}} = 0.18\text{m} \approx 200\text{mm} \approx 8''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{6-7} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}}(m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 43.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.43 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0438}{1.43}} = 0.20\text{m} \approx 200\text{mm} \approx 8''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{7-8} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}}(m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 43.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.43 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0438}{1.43}} = 0.20\text{m} \approx 200\text{mm} \approx 8''$$

$$\begin{array}{l} \text{tramo}_{8-9} = Q(l/s) \quad V_{\text{limite}}(m/s) \\ 2 \quad - \quad 1 \\ 43.80 - V \\ 100 \quad - \quad 2 \end{array}$$

$$V = 1.43 \text{ m/s}, \quad \phi = 1.13 \sqrt{\frac{0.0438}{1.43}} = 0.20\text{m} \approx 200\text{mm} \approx 8''$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

La velocidad real por tramo de tubería se hace conforme a los diámetros que se calcularon anteriormente respectivamente para cada tramo.

$tramo_{1-2}$ $V_{real} = 0$ ya que la velocidad esta en dependencia del caudal y como el caudal es 0 entonces la velocidad es 0

$$tramo_{2-3} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.1)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{3-4} \quad V_{real} = \frac{4(0.0178)}{\pi(0.15)^2} = 1.01 \text{ m/s}$$

$$tramo_{4-5} \quad V_{real} = \frac{4(0.0258)}{\pi(0.15)^2} = 1.46 \text{ m/s}$$

$$tramo_{5-6} \quad V_{real} = \frac{4(0.0348)}{\pi(0.2)^2} = 1.11 \text{ m/s}$$

$$tramo_{6-7} \quad V_{real} = \frac{4(0.0438)}{\pi(0.20)^2} = 1.40 \text{ m/s}$$

$$tramo_{7-8} \quad V_{real} = \frac{4(0.0438)}{\pi(0.20)^2} = 1.40 \text{ m/s}$$

$$tramo_{8-9} \quad V_{real} = \frac{4(0.0438)}{\pi(0.20)^2} = 1.40 \text{ m/s}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las pérdidas por velocidad se calculan mediante la ecuación $\frac{V^2}{2g}$ en donde la velocidad a usar es velocidad real

*tramo*₁₋₂ Las pérdidas por velocidad para este tramo es de cero ya que la velocidad real es cero

$$\textit{tramo}_{2-3} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{3-4} = \frac{1.01^2}{2g} = 0.052 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{4-5} = \frac{1.46^2}{2g} = 0.109 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{5-6} = \frac{1.11^2}{2g} = 0.063 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{6-7} = \frac{1.40^2}{2g} = 0.010 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{7-8} = \frac{1.40^2}{2g} = 0.010 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{8-9} = \frac{1.40^2}{2g} = 0.010 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de Reynolds está en dependencia de la viscosidad cinemática (ν), velocidad real (V) y el diámetro de la tubería (Φ), en donde el Reynolds se calcula mediante la ecuación:

$$R = \frac{V\phi}{\nu} \quad \text{Donde } \nu = 1 * 10^{-6}$$

$$\text{tramo}_{1-2} \quad R = 0 \quad \text{ya que la velocidad real} = 0$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad R = \frac{1.01 * 0.15}{1 * 10^{-6}} = 151500$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad R = \frac{1.46 * 0.15}{1 * 10^{-6}} = 219000$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad R = \frac{1.11 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 222000$$

$$\text{tramo}_{6-7} \quad R = \frac{1.40 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 280000$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad R = \frac{1.40 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 280000$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad R = \frac{1.40 * 0.2}{1 * 10^{-6}} = 280000$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo del coeficiente de fricción se determinó con el objetivo de definir el tipo de flujo que actuará en la tubería. Pero como se explicó anteriormente vamos a cambiar completamente las tuberías de asbesto cemento que se encuentran en la localidad por tuberías PVC es por tal motivo que se podría decir que el tipo de flujo que corresponderá a la línea es de tubo liso. Pero como método de comprobación se usó el siguiente parámetro.

$$2300 \leq R \leq 10 \frac{\phi}{f} \quad \text{condición para tubo liso} \quad \text{si esta condición se cumple entonces :}$$

donde f es el factor fricción

$$F = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \quad \text{donde F es el coeficiente de fricción.}$$

*tramo*₁₋₂ el coeficiente de fricción es cero ya que R = 0

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{2-3} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{3-4} \quad 2300 \leq 151500 \leq 10 \frac{0.15}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{151500^{0.25}} \\ 2300 \leq 151500 \leq 1000000 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0160 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{4-5} \quad 2300 \leq 219000 \leq 10 \frac{0.15}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{219000^{0.25}} \\ 2300 \leq 219000 \leq 1000000 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0146 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{5-6} \quad 2300 \leq 222000 \leq 10 \frac{0.2}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{222000^{0.25}} \\ 2300 \leq 222000 \leq 1333333.33 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0145 \end{aligned}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$\begin{array}{ll} \text{tramo}_{6-7} & 2300 \leq 280000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{280000^{0.25}} \\ & 2300 \leq 280000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad F = 0.0138 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{tramo}_{7-8} & 2300 \leq 280000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{280000^{0.25}} \\ & 2300 \leq 280000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad F = 0.0138 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{tramo}_{8-9} & 2300 \leq 280000 \leq 10 \frac{0.20}{0.0000015} \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{280000^{0.25}} \\ & 2300 \leq 280000 \leq 1333333.33 \text{ flujo de tubo liso} \quad F = 0.0138 \end{array}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de las pérdidas por fricción es aquella que ocurre por lo general en las paredes de la tubería por lo que esta componente se encuentra influenciado por la longitud del tramo, por el diámetro de la tubería, coeficiente de fricción y las pérdidas por velocidad.

Se calcula mediante la ecuación:

$$h_f = f * \frac{L}{\phi} * \frac{V^2}{2g} \text{ donde } L \text{ es la longitud del tramo}$$

$$\text{tramo}_{1-2} \quad h_f = 0 \quad \text{porque las pérdidas por velocidad son cero}$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad h_f = 0.0172 * \frac{678.70}{0.1} * 0.067$$
$$h_f = 7.82 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad h_f = 0.016 * \frac{528.20}{0.15} * 0.052$$
$$h_f = 2.93 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad h_f = 0.0146 * \frac{1136.70}{0.1} * 0.109$$
$$h_f = 12.06 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad h_f = 0.0145 * \frac{601.30}{0.2} * 0.063$$
$$h_f = 2.75 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{6-7} \quad h_f = 0.0138 * \frac{311.39}{0.2} * 0.010$$
$$h_f = 0.21 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad h_f = 0.0138 * \frac{349.94}{0.2} * 0.010$$
$$h_f = 0.24 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad h_f = 0.0138 * \frac{1552.97}{0.2} * 0.010$$
$$h_f = 1.07 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de pérdidas menores son aquellas que ocurren por malas conexiones en las tuberías y estas optan de un valor de 5% de las pérdidas por fricción.

$$\text{tramo}_{1-2} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{2-3} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 7.82 = 0.40 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{3-4} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 2.93 = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-5} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 12.06 = 0.60 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-6} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 2.75 = 0.14 \text{ m}$$

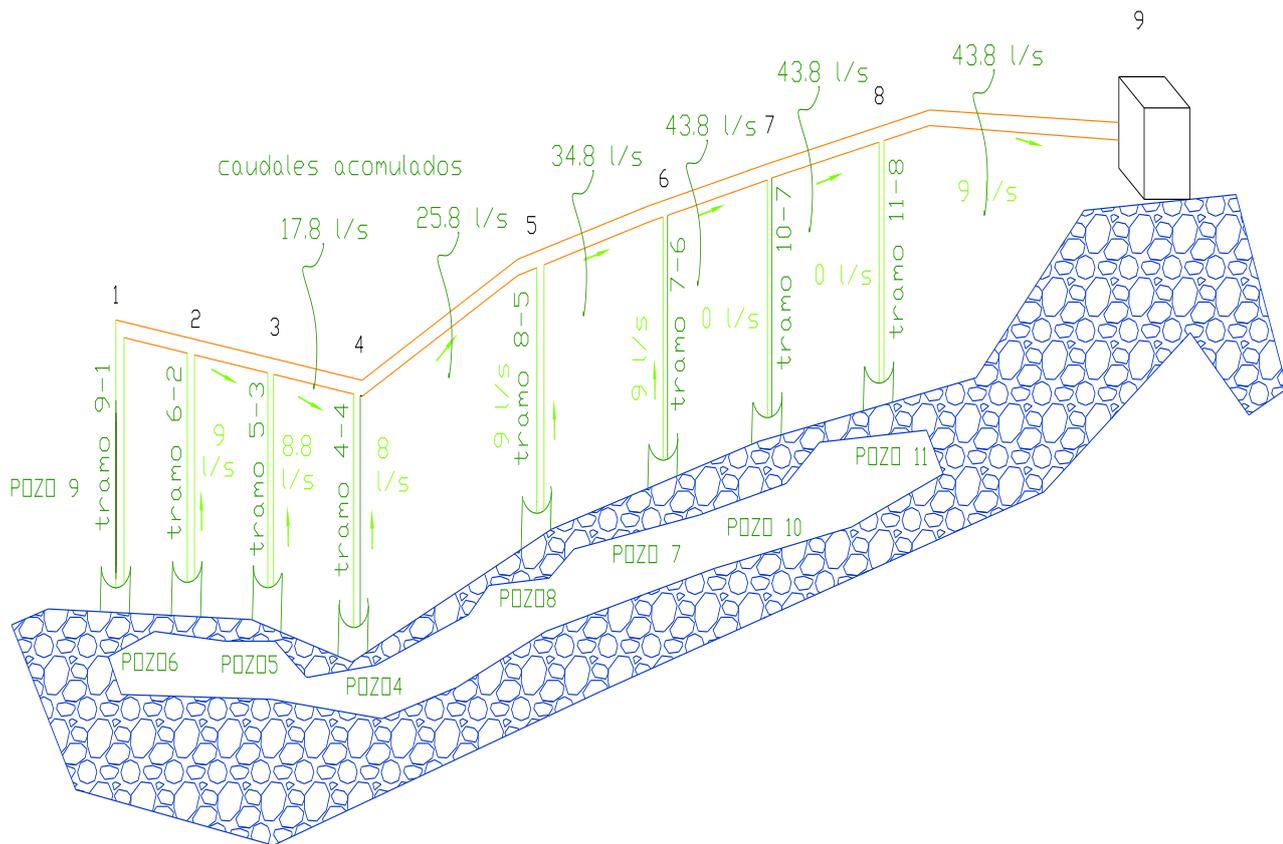
$$\text{tramo}_{6-7} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 0.21 = 0.01 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-8} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 0.24 = 0.01 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-9} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.05 * 1.07 = 0.05 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las pérdidas entre pozo y línea de conducción se calcularán de manera similar, en esta se tomara en cuenta la longitud que existe entre pozo y la línea de conducción a como se observa en la gráfica. Las longitudes de pozo a línea de conducción se pueden observar en el esquema planta de línea de conducción ubicado en la página 76.



Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Con los diámetros ya seleccionados anteriormente, procedimos a hacer el cálculo de la velocidad real por tramo lo que resulta:

$tramo_{9-1}$ $V_{real} = 0$ ya que la velocidad esta en dependencia del caudal y como el caudal es 0 entonces la velocidad es 0

$$tramo_{6-2} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.1)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{5-3} \quad V_{real} = \frac{4(0.0088)}{\pi(0.1)^2} = 1.12 \text{ m/s}$$

$$tramo_{4-4} \quad V_{real} = \frac{4(0.0088)}{\pi(0.1)^2} = 1.02 \text{ m/s}$$

$$tramo_{8-5} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.1)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{7-6} \quad V_{real} = \frac{4(0.009)}{\pi(0.10)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

$$tramo_{10-7} \quad V_{real} = 0 \text{ m/s}$$

$$tramo_{11-8} \quad V_{real} = 0 \text{ m/s}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Las pérdidas por velocidad se calculan mediante la ecuación $\frac{V^2}{2g}$ en donde la velocidad a usar es velocidad real

*tramo*₉₋₁ Las pérdidas por velocidad para este tramo es de cero ya que la velocidad real es cero

$$\textit{tramo}_{6-2} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{5-3} = \frac{1.12^2}{2g} = 0.064 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{4-4} = \frac{1.02^2}{2g} = 0.053 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{8-5} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{7-6} = \frac{1.15^2}{2g} = 0.067 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{10-7} = 0 \text{ m}$$

$$\textit{tramo}_{11-8} = 0 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de Reynolds está en dependencia de la viscosidad cinemática (ν), velocidad real (V) y el diámetro de la tubería (Φ), en donde el Reynolds se calcula mediante la ecuación:

$$R = \frac{V\phi}{\nu} \quad \text{Donde } \nu = 1 * 10^{-6}$$

$$\text{tramo}_{9-1} \quad R = 0 \quad \text{ya que la velocidad real} = 0 \quad \text{tramo}_{6-2} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{5-3} \quad R = \frac{1.12 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 112000$$

$$\text{tramo}_{4-4} \quad R = \frac{1.02 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 102000$$

$$\text{tramo}_{8-5} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{7-6} \quad R = \frac{1.15 * 0.1}{1 * 10^{-6}} = 115000$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad R = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad R = 0$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo del coeficiente de fricción se determinó con el objetivo de definir el tipo de flujo que actuará en la tubería. Pero como método de comprobación se usó el siguiente parámetro.

$$2300 \leq R \leq 10 \frac{\phi}{f} \quad \text{condición para tubo liso} \quad \text{si esta condición se cumple entonces :}$$

donde f es el factor fricción

$$F = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \quad \text{donde F es el coeficiente de fricción.}$$

*tramo*₉₋₁ el coeficiente de fricción es cero y que R = 0

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{6-2} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{5-3} \quad 2300 \leq 112000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{112000^{0.25}} \\ 2300 \leq 112000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{4-4} \quad 2300 \leq 102000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{102000^{0.25}} \\ 2300 \leq 102000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0177 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{8-5} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{tramo}_{7-6} \quad 2300 \leq 115000 \leq 10 \frac{0.10}{0.0000015} & \quad \text{entonces } F = \frac{0.3164}{115000^{0.25}} \\ 2300 \leq 115000 \leq 666666.67 \quad \text{flujo de tubo liso} & \quad F = 0.0172 \end{aligned}$$

*tramo*₁₀₋₇ F = 0 *tramo*₁₁₋₈ F = 0

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El calculo de las pérdidas por fricción es aquella que ocurre de por lo general en las paredes de la tubería por lo que esta componente se encuentra influenciado por la longitud del tramo, por el diámetro de la tubería, coeficiente de fricción y las pérdidas por velocidad. Se calcula mediante la ecuación:

$$h_f = f * \frac{L}{\phi} * \frac{V^2}{2g} \text{ donde } L \text{ es la longitud entre el pozo y la linea de conducción}$$

$$\text{tramo}_{9-1} \quad h_f = 0 \quad \text{porque las pérdidas por velocidad son cero}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{6-2} \quad h_f &= 0.0172 * \frac{29.47}{0.1} * 0.067 \\ h_f &= 0.34 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{5-3} \quad h_f &= 0.0173 * \frac{46.12}{0.1} * 0.064 \\ h_f &= 0.51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{4-4} \quad h_f &= 0.0177 * \frac{12.03}{0.1} * 0.053 \\ h_f &= 0.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{8-5} \quad h_f &= 0.0172 * \frac{47.58}{0.1} * 0.067 \\ h_f &= 0.55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tramo}_{7-6} \quad h_f &= 0.0172 * \frac{117.82}{0.1} * 0.067 \\ h_f &= 1.36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad h_f = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad h_f = 0$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El cálculo de pérdidas menores son aquellas que ocurren por malas conexiones en las tuberías y estas optan de un valor de 20% de las pérdidas por fricción.

$$\text{tramo}_{9-1} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{6-2} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.34 = 0.068 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{5-3} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.51 = 0.102 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{4-4} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.11 = 0.022 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{8-5} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 0.55 = 0.11 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{7-6} \quad h_{f \text{ menores}} = 0.2 * 1.36 = 0.272 \text{ m}$$

$$\text{tramo}_{10-7} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

$$\text{tramo}_{11-8} \quad h_{f \text{ menores}} = 0$$

Con respecto a la bomba los factores primordiales para encontrar las capacidades con las que estarán funcionando son la altura en que estarán ubicadas y el caudal respectivo que sale de cada pozo.

La altura de la bomba no es más que la sumatoria de la carga total dinámica y la presión en el punto correspondiente

$$\text{. pozo } N^{\circ}9 \quad H_{\text{bomba}} = 14 + 107.83 = 121.83 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}6 \quad H_{\text{bomba}} = 13.51 + 107.28 = 120.80 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}5 \quad H_{\text{bomba}} = 13.90 + 100.48 = 114.38 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}4 \quad H_{\text{bomba}} = 17.80 + 94.61 = 112.51 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}8 \quad H_{\text{bomba}} = 18.67 + 75.57 = 64.24 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}7 \quad H_{\text{bomba}} = 17.60 + 67.23 = 84.83 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}10 \quad H_{\text{bomba}} = 26.48 + 63.99 = 90.47 \text{ m}$$

$$\text{pozo } N^{\circ}11 \quad H_{\text{bomba}} = 22.25 + 66.79 = 89.04 \text{ m}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Potencia en la bomba esta en dependencia del caudal y la altura correspondiente de la bomba, cuyas unidades de medidas están representadas en caballos de fuerza (hp) y kilowatt (kw) lo que nos trae los siguientes resultados:

La siguiente ecuación nos permite convertir de caballos de fuerza a kilowatt:

$$1hp = 0.7457kw$$

$$Pb_9 = 0kw$$

$$Pb_6 = \frac{1000 * 120.79 * 0.009}{75 * 0.75} = 19.32hp * \frac{0.7457}{1hp} = 14.41kw$$

$$Pb_5 = \frac{1000 * 114.38 * 0.0088}{75 * 0.75} = 17.89hp * \frac{0.7457}{1hp} = 13.44kw$$

$$Pb_4 = \frac{1000 * 112.51 * 0.008}{75 * 0.75} = 16hp * \frac{0.7457}{1hp} = 11.93kw$$

$$Pb_8 = \frac{1000 * 94.24 * 0.009}{75 * 0.75} = 15.07hp * \frac{0.7457}{1hp} = 11.24kw$$

$$Pb_7 = \frac{1000 * 84.83 * 0.009}{75 * 0.75} = 13.48hp * \frac{0.7457}{1hp} = 10.05kw$$

$$Pb_{10} = 0kw$$

$$Pb_{11} = 0kw$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Para el cálculo de la potencia del motor se tomó en consideración el 1.3 de la potencia de la bomba. $P_m = 1.3P_b$

$$P_{m_9} = 0\text{kw}$$

$$P_{m_6} = 1.3 * 14.41 = 18.73\text{kw}$$

$$P_{m_5} = 1.3 * 13.34 = 17.34\text{kw}$$

$$P_{m_4} = 1.3 * 11.93 = 15.51\text{kw}$$

$$P_{m_8} = 1.3 * 11.24 = 14.61\text{kw}$$

$$P_{m_7} = 1.3 * 10.05 = 13.06\text{kw}$$

$$P_{m_{10}} = 0\text{kw}$$

$$P_{m_{11}} = 0\text{kw}$$

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de las etapas I Y II del procedimiento empleado anteriormente para encontrar los factores que intervienen en el diseño hidráulico de la línea de conducción. Ver tablas en excel

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

A continuación se muestra de manera simplificada los cálculos de las etapas III (2017), IV (2021), V (2023) estos resultados obedecen al mismo procedimiento establecido en las etapa I (2006) y etapa II (2009). Ver tablas en excel

5.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE RED

A como se explicó anteriormente para el análisis de la red se utilizará el programa conocido como EPANET.

EPANET. Es un programa de ordenador, desarrollado por la U.S.EPA, que realizó simulaciones en periodos extendidos de comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Una red puede estar constituidos por tuberías, nodos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y deposito de almacenamiento o embalse.

EPANET permite seguir la evolución del flujo de agua en las tuberías, de la presión en los nodos, el nivel de agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación. Además de la concentración permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

Una característica distintiva del EPANET es la coordinación entre la modelización del comportamiento hidráulico de la red y de la calidad del agua. Este programa se ha concebido para obtener simultáneamente la solución de ambos problemas. Sin embargo como alternativa puede también calcular solamente la parte hidráulica y almacenar los resultados en un fichero.

A continuación se harán descripciones de lo que implica el uso del programa.

Demanda Base

La demanda base representada en el grafico no es mas que el caudal de entrada a la red tomado del consumo de máxima hora (CMH) el cual es equivalente al 2.5 del consumo promedio diario (CPD), $CMH=2.5CPD$. Como la red solamente se evaluará para el último período de diseño comprendido en el 2026 el caudal que se usara para el análisis es $CMH=2.5*3,214m^3/día =8,035m^3/día=93 \text{ l/s}$ **ver pagina 63 para observar el CPD del último año.**

Ha como se puede observar el caudal de 93 l/s será el caudal de diseño y éste a la vez se distribuirá en toda la red por medio de la concentración de nodos los cuales representan una parte del caudal de entrada, esta distribución se hace con el objetivo de brindar servicio a toda la población.

Tuberías y Nodos

Lo que se muestra es la numeración de las tuberías y nodos esto lo hace el programa a medida que se va dando la ubicación. Lo que se aprecia es que las tuberías recibieron un orden que va de (1) el cual se refiere a la tubería N° 1, (2) tubería N° 2, (3) tubería N° 3 y así sucesivamente hasta llegar a la última tubería que corresponde a la tubería N° 32. De igual manera ocurre con la numeración de los nodos estos estarán en dependencia en la forma en que se trazaron están un poco confusos en su numeración pero esto no tiene ningún efecto a la hora del análisis ya que estos datos solo son para dar una mejor perspectiva o una mejor visualización de lo que se esta haciendo.

Caudales distribuidos en la red

Los caudales que se presentan en ésta figura corresponden a los caudales finales que se obtuvieron, una vez que se completo el proceso iterativo de análisis para cada anillo, los caudales resultantes que fluyen sobre la tubería principal representan los caudales que entran y salen del nodo es decir que la diferencia entre estos dos tipos de caudales resulta el caudal base que se había concentrado en el nodo por ejemplo el caudal fluye en la tubería N° 1 es el que entra al nodo y los de las tuberías N° 2 y 32 son los caudales que salen del nodo por lo tanto el caudal la tubería N° 1- caudal de tuberías N° 2 y 32 es igual al caudal base concentrado en el nodo N° 21. En algunos nodos se aprecia un signo negativo esto se debe a que los caudales están actuando en sentido contrario a las manecillas del reloj en otras palabras se usa para determinar la dirección del caudal.

Presiones y Velocidades

Las presiones en los nodos tienen que mantenerse dentro de un rango, para garantizar que el agua llegara a todos los sectores que se tengan pensado abastecer este rango se encuentra entre los 14mca y los 50mca para las localidades urbanas que es el criterio con que se trabajo, como se aprecia las presiones se encuentran dentro del rango la mas mínima presión que se obtuvo es de 14.04mca y la mas alta es de 37.81mca.

Con respecto a las velocidades las cuales se representan en las tuberías estas no cumplieron de manera satisfactoria ya que estas al igual que las presiones tienen que cumplir con un rango de velocidad el cual muestra que para Nicaragua las velocidades limites están dentro de 0.6 y 3 m/s y las velocidades según el análisis que se hizo se encuentran 0.01 y 0.33 esto se debió a que la red analizada es un poco extensa, lo que resulta es un abastecimiento que cubrirá a toda la población pero con ciertos racionamiento que se podrán obtener mediante válvulas estas válvulas serán necesarias para sectorizar y de esta manera proporcionar agua a los barrios que se encuentran mas alejados del tanque de almacenamiento.

Los diámetros de las tuberías principales que estarán funcionando lo largo del periodo son los expuestos en esta figura, se abarcan diámetros entre 150 como mínimo y 350 como máximo.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

A continuación se presentan resultados acerca del comportamiento de la red analizada en un cierto periodo. En esta se presentan las tuberías, las longitudes entre nodo, diámetros, rugosidad es de 150 ya que se esta trabajando con tuberías de plástico (PVC), caudales, velocidades, estos valores son los mismos representados en las gráficas anteriores.

Luego se presenta otra tabla en los que se dan a conocer la cota es decir la elevación de los nodos, la demanda base que es el caudal concentrado en cada nodo, la altura que no es mas que la cota de los nodos encontrada topográficamente mas la presión en ese punto

5.3 CAUDAL CONTRA INCENDIO

Los caudales contra incendio son de vital importancia para mantener a la población bajo seguridad ante alguna eventualidad o emergencia.

Actualmente la localidad no cuenta con servicios de hidrantes por lo que nos conlleva a que el diseño que supuestamente esta vigente en la ciudad no cumple a cabalidad con las normas establecidas. Debido a esto los aspectos relacionados con riesgos a la población a la hora de un imprevisto toman como fuente de emergencia otros métodos o alternativas para combatir los siniestros que se den en la localidad.

El caudal contra incendios se considerara de manera independiente en el análisis ya que a la hora de plasmar la diferencia que existe entre el (caudal sin considerar incendio y caudal considerando incendio) resulta que el caudal considerando incendio da como resultado la incorporación de mas pozos cuya ubicación se haría en la misma línea de conducción propuesta para el caudal sin considerar incendio pero a la misma vez el tanque que se tiene propuesto ya no podría satisfacer la cantidad de agua que se generaría en el CMH, ya que si se tomaran en cuenta los pozos que resultaran del caudal considerando incendio las dimensiones del tanque tendrían que ser superiores a las del tanque propuesto, es por tal motivo que se hace la propuesta de hacer la incorporación de los pozos pero funcionando con una línea de conducción a parte con su propio tanque de almacenamiento. La ubicación en donde estará funcionando esta nueva línea de conducción le corresponderá a las instituciones pertinentes, es por tal motivo que no podríamos saber si este sistema funcionara de la fuente directamente a la red o de la fuente al tanque y del tanque a la red por gravedad o por bombeo

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Lo que se pudo abarcar en lo relativo a este nuevo sistema es acerca de la cantidad de caudal contra incendio que se generaría al tomar los hidrantes necesarios para esto se tomo en cuenta el rango de población para conocer la cantidad de tomas que tendría que llevar la localidad.⁶

| Rango de población | | Caudales | | Caudales por toma |
|--------------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| De | A | Gpm (l/s) | Gpm (l/s) | Gpm (l/s) |
| 0 | 5000 | No se considera | No se considera | |
| 5000 | 10000 | 80 (5) | 200 (13) | 1 toma de 150 (9) |
| 10000 | 15000 | 200 (13) | 550 (35) | 1 toma de 250 (16) |
| 15000 | 20000 | 350 (22) | 550 (35) | 2 toma de 250 c/u (16) |
| 20000 | 30000 | 550 (35) | 1000 (63) | 3 toma de 250 c/u (16) |
| 30000 | 50000 | 1000 (63) | 1500 (95) | 2 toma de 500 c/u (31) |
| 50000 | 10000 y más | 1500 y más | | 3 toma de 500 c/u (31) de acuerdo a la importancia del lugar |

⁶ Extraída de normas técnicas para el diseño de abastecimiento de agua potable

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

El siguiente cuadro muestra el incremento en el CPD (el consumo promedio diario), el CMD (consumo máximo día) y el CMH (consumo máxima hora) que resulta por la incorporación de los hidrantes partiendo de los datos ya conocidos en la tabla de proyección de población ver **en Página 63 referidas al caudal sin hidrantes en donde se muestra el CPD**, entonces para obtener el CPD del caudal con hidrantes establecido en el cuadro, al CPD (sin tomas) se le sumara la cantidad de caudal generado por hidrantes correspondiente a cada año ,después se aplicó el 1.3 al CPD para encontrar el CMD y posteriormente se encontró el CMH aplicando el 2.5 al CPD.

| Año | Población | Cantidad de tomas (l/s) m ³ /día | CPD(sin tomas) m ³ /día | CPD m ³ /día | CMD m ³ /día | CMH m ³ /día |
|------|-----------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 2006 | 9595 | 1 toma de (9) 778 | 1264 | 2,042 | 2,654 | 5,105 |
| 2007 | 9886 | 1 toma de (9) 778 | 1302 | 2,080 | 2,704 | 5,200 |
| 2008 | 10185 | 1 toma de (16) 1,382 | 1610 | 2,992 | 3,890 | 7,480 |
| 2009 | 10494 | 1 toma de (16) 1,382 | 1657 | 3,039 | 3,951 | 7,597 |
| 2010 | 10812 | 1 toma de (16) 1,382 | 1709 | 3,091 | 4,018 | 7,727 |
| 2011 | 11140 | 1 toma de (16) 1,382 | 1761 | 3,143 | 4,086 | 7,857 |
| 2012 | 11477 | 1 toma de (16) 1,382 | 1814 | 3,196 | 4,155 | 7,990 |
| 2013 | 11825 | 1 toma de (16) 1,382 | 1869 | 3,251 | 4,226 | 8,127 |
| 2014 | 12183 | 1 toma de (16) 1,382 | 1948 | 3,330 | 4,329 | 8,325 |
| 2015 | 12552 | 1 toma de (16) 1,382 | 1984 | 3,366 | 4,376 | 8,415 |
| 2016 | 12933 | 1 toma de (16) 1,382 | 2044 | 3,426 | 4,454 | 8,565 |
| 2017 | 13324 | 1 toma de (16) 1,382 | 2106 | 3,488 | 4,534 | 8,720 |
| 2018 | 13728 | 1 toma de (16) 1,382 | 2154 | 3,536 | 4,597 | 8,840 |
| 2019 | 14144 | 1 toma de (16) 1,382 | 2220 | 3,602 | 4,683 | 9,005 |
| 2020 | 14573 | 1 toma de (16) 1,382 | 2303 | 3,685 | 4,790 | 9,212 |
| 2021 | 15014 | 2 toma de (32) 2,765 | 2769 | 5,534 | 7,194 | 13,835 |
| 2022 | 15469 | 2 toma de (32) 2,765 | 2853 | 5,618 | 7,303 | 14,045 |
| 2023 | 15938 | 2 toma de (32) 2,765 | 2939 | 5,704 | 7,415 | 14,260 |
| 2024 | 16421 | 2 toma de (32) 2,765 | 3028 | 5,793 | 7,531 | 14,482 |
| 2025 | 16918 | 2 toma de (32) 2,765 | 3156 | 5,921 | 7,697 | 14,802 |
| 2026 | 17431 | 2 toma de (32) 2,765 | 3214 | 5,979 | 7,773 | 14,947 |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Haciendo una comparación con la producción de agua por año entre caudal considerando incendio y caudal sin considerar incendio da como resultado lo siguiente:

| Pozo N° | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 4 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 |
| 5 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 |
| 6 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 |
| 7 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 8 | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 9 | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 10 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 11 | | | | | 550.8 | 550.8 |
| Total | 2,128.45 | 2,679.25 | 3,230.05 | 3,780.85 | 4,331.65 | 4,331.65 |
| DMD caudal sin incendio (m ³ /día) | 1,643 | 2,154 | 2,738 | 3,600 | 3,821 | 4,178 |
| DMD considerando caudal contra incendio (m ³ /día) | 2,654 | 3,951 | 4,534 | 7,194 | 7,415 | 7,773 |

A como se observa la demanda de máximo día considerando caudal contra incendio no puede ser satisfecha por los pozos que están destinados a operar en dicho año por ende se tiene que hacer la incorporación de mas pozos para aliviar la necesidad de consumo en casos de emergencias.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Los pozos que se necesitarían por año para esta nueva línea de conducción se representan en la siguiente tabla:

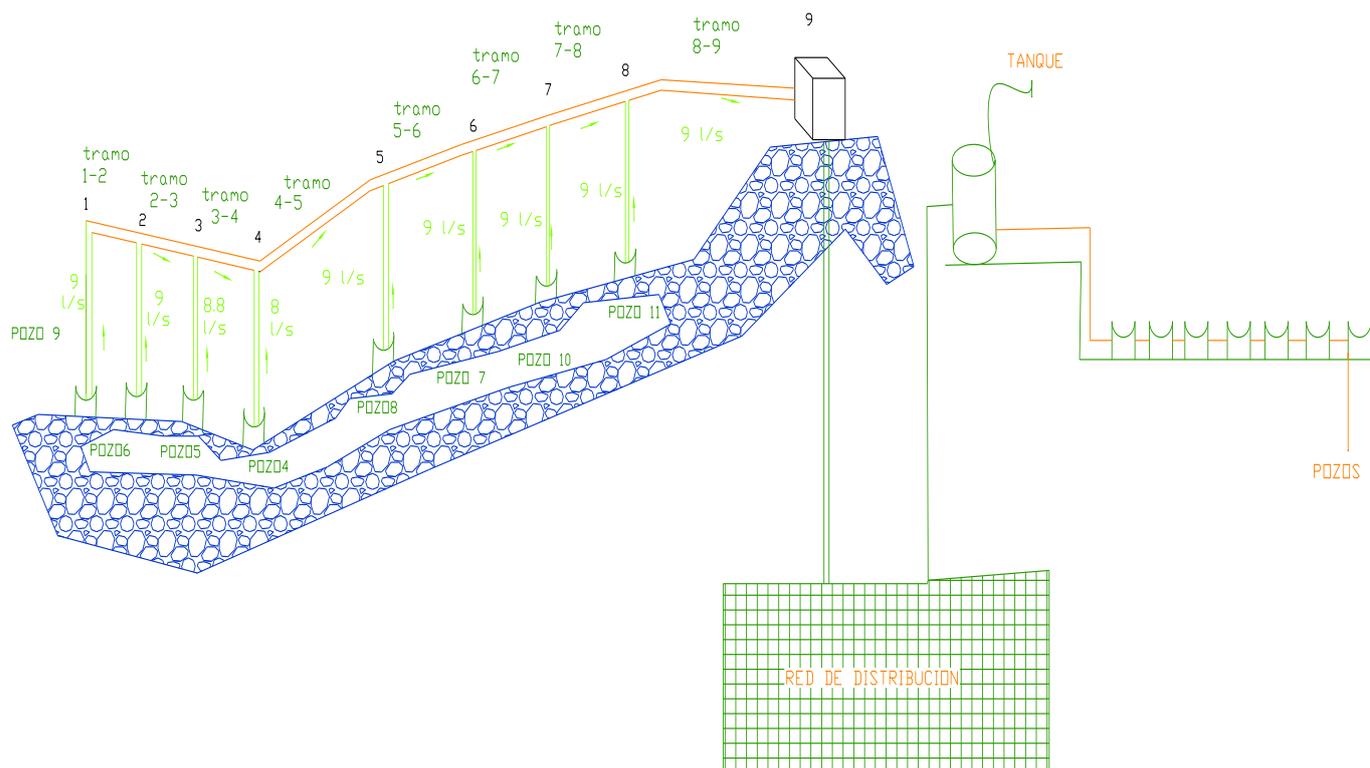
| Producción de pozos en m³/día | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Pozo N° | 2006 | 2009 | 2017 | 2021 | 2023 | 2026 |
| 4 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 | 489.6 |
| 5 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 | 509.1 |
| 6 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 | 578.95 |
| 7 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 8 | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 9 | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 10 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 11 | | | | | 550.8 | 550.8 |
| 12 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 13 | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 14 | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 15 | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 16 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 17 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 18 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 19 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 20 | | | | 550.8 | 550.8 | 550.8 |
| 21 | | | | | | 550.8 |
| Total | 2,679.25 | 4331.65 | 4882.45 | 7636.45 | 7636.45 | 8187.25 |
| DMD considerando caudal contra incendio (m³/día) | 2,654 | 3,951 | 4,534 | 7,194 | 7,415 | 7,773 |

Ha como se observa la cantidad de pozos ubicados por años satisfacen la necesidad demandada por la población, todos estos pozos estarán operando con un caudal previsto de 9 l/s (550.8 m³/día).

Entonces la cantidad de pozos que se ubicarán en la línea de conducción exclusiva para caudal contra incendio se tomará de la diferencia que resulte entre caudal sin incendio y caudal considerando incendio esto se representará para el año 2026 como la cantidad de pozos que funcionaran al final del periodo de diseño.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Los pozos que se añadieron con lo resultante en base a los hidrantes fueron 18 pozos menos los pozos que resultaron sin considerar los caudales contra incendio son 8 lo que resulta un total de 10 pozos para la línea de conducción integrada por pozos encargados de generar caudales que se han únicamente para las emergencias lo que se convierte en un caudal de 5,508 m³/día. En la **siguiente grafica** se visualiza como el como se podría dar la ubicación de este nuevo sistema.



CAPITULO VI

6. ASPECTOS AMBIENTALES

6.1 Generalidades

Los impactos ambientales son una alteración que se producen en el ambiente cuando se llena a cavo un proyecto o una actividad, ya sean obras publicas como; la construcción de una carretera, mejoramiento de un sistema de agua, una planta de tratamiento etc. Y cualquier actividad de esta índole tiene un impacto sobre el medio.

La evaluación del impacto ambiental podemos definirla como, un conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza. Es por eso que los estudios deben de evaluarse con los mismos criterios usados para proyectos grandes, como pequeños, es decir estos deben de asegurar que queden: completos adecuados y meritorios.

Como podremos saber un aspecto ambiental es un elemento de una actividad que es producto de una ejecución que interactúa con el medio ambiente, el impacto se refiere al cambio que ocurre como resultado de ese impacto.

En un proyecto de construcción se deben de identificar en todos los procesos productivos y proceso en general, la relación de este con el medio ambiente y su impacto.

Los cambios o alteraciones que se generan en un proyecto no siempre son negativos, pueden ser favorables o desfavorables para el medio ambiente.

Metodología utilizada para identificación, evaluación y análisis de los impactos causados por el mejoramiento de agua potable.

Para el diagnostico de los impactos ambientales, se utilizó una metodología convencional, de esta manera identificamos, los impactos ambientales posibles en el proyecto en su etapa de construcción y operación.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Elaboramos una “lista de chequeo” en donde se abordan los posibles impactos y acciones, luego elaboramos una matriz de interacción causa efecto llamada matriz de “Leopold modificada” debido a unos pequeños ajustes esta matriz sirve para realizar un tamizado de todos los impactos del proyecto, aquí se consideraron las acciones mas impactantes y los factores ambientales mas impactados.

En una tercera etapa la matriz depurada en donde se observan los impactos mas esenciales desde el punto de vista cualitativo, se elaboró una matriz de valoración para conocer la importancia de los impactos y su orden de prioridad.

Cuando se tiene la valoración de los impactos, estos se ordenan desde el factor más afectado negativamente hasta el factor más beneficiado positivamente.

De esta manera se asigna el número de orden o importancia de los impactos.

Por último se realizó un balance de los impactos únicamente para la fase de construcción y la fase de operación, después los resultados se representan en gráficos que relacionan áreas negativas y áreas positivas. Siendo el criterio para la evaluación el área mayor, es decir el que tenga mayor peso y por lo tanto será el que determine hacia donde se incline el balance, si hacia los impactos positivos o hacia los impactos negativos.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Símbolo y valores de la importancia de los impactos

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Signo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental beneficioso.... (+) • Impacto ambiental perjudicial.... (-) | <p>Intensidad (I) (destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja1 • Media.....2 • Alta.....4 • Muy alta.....8 • Total.....16 |
| <p>Extensión (E) (Área de influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puntual1 • Parcial.....2 • Extenso.....4 • Total.....8 • Critico.....8 | <p>Momento(M)</p> <p>Largo plazo.....1 Mediano plazo.....2 Inmediato.....4 Critico.....+1,+4</p> |
| <p>Persistencia (P) (permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fugaz.....1 • Temporal.....2 • Pertinaz.....4 • Permanente.....8 | <p>Reversibilidad (R) (reconstrucción)</p> <p>Corto plazo1 Medio plazo.....2 Largo plazo.....4 Irreversible.....8 Irrecuperable.....20</p> |
| <p>Importancia ±(3I+2E+M+P+R)</p> | |

6.2 Impactos ambientales causados por el proyecto mejoramiento de agua potable en su etapa de construcción y operación.

Etapa de Construcción.

- Excavación de zanjas.
- Sedimentación y erosión del suelo por la escorrentía superficial.
- Accidentes en las zanjas de tuberías.
- Ruidos de la maquinas perforadoras y excavadoras de pozos perforados.

Etapa de operación.

- Reducción de casos de enfermedades de origen hídrico
- Generación de empleo temporal
- Ahorro de recursos como tiempo, pago por compra y acarreo de agua
- Impulso de actividades económicas y comerciales.

6.2.1 Impactos ambientales causados por la construcción del proyecto.

Etapa de construcción

| Medio afectado | Impacto | Descripción |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suelo | Sedimentación y erosión de suelo por la escorrentía superficial | En caso de tierra suelta ya sea en las obras de zanjas de tuberías o de terrenos donde haya movimiento de tierra debido a la lluvia podría arrastrarse suelo que puede depositar en los sanjones, cauces, ríos desmejorando su calidad. |
| | Perdida de capa vegetal | Esto ocurre cuando se da la excavación de las zanjas donde van hacer ubicadas las líneas de conducción y red de distribución así como también se da en la perforación de pozos y tala de árboles cercanos al sitio |
| Aire | Polvo en suspensión | Durante las instalaciones de tuberías se prevé que podría esparcirse polvo que puede afectar directamente a los habitantes cercanos y transeúntes; así como también el transporte del material de desecho y escombros |
| | Generación de ruidos | Cuando las máquinas perforadoras y excavadoras contaminan con ruido en los alrededores de la obra |
| Medio social | Accidentes de zanjas | Dado la abertura de las zanjas podrían suceder accidentes de automotor y peatones, tanto los trabajadores de la obra como personas que circulan por el sitio de construcción. |
| | Generación de empleo | Esto se da generalmente en el proceso de construcción sobre todo en las labores de zanjeo y las pequeñas obras civiles |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

Etapa de operación

| Medio afectado | Impacto | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua | Reducción de enfermedades de origen hídrico | Mejora y ampliación del servicio a toda la población la calidad de vida mejorara |
| Medio social | Desarrollo económico | Cuando se tiene un buen sistema de agua potable en operación la población tiene una mejor oportunidad de impulsar actividades económicas y comerciales con sistema seguro |
| | Ahorro de recursos | Se da un mejor aprovechamiento de los recursos como; tiempo, pago por compra y acarreo de agua que influye en la mejora de vida |

6.3.1 Matriz causa efecto

| Efectos (Impactos) | Fase de construcción | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| Suelo | | | | | |
| Sedimentación y erosión de suelo por la escorrentía superficial (M ₁) | X | X | X | | |
| Pérdida de la capa vegetal(M ₂) | X | X | X | | |
| Aire | | | | | |
| Polvo en suspensión (M ₃) | X | X | X | | |
| Generación de ruido(M ₄) | X | X | X | | |
| Medio social | | | | | |
| Accidentes en zanjas de tuberías(M ₅) | | X | | X | |
| Generación de empleo temporal(M ₆) | X | X | X | X | |
| Agua | | | | | |
| Reducción de enfermedades de origen hídrico(M ₇) | | | | X | |
| Medio social | | | | | |
| Desarrollo económico(M ₈) | | | | | X |
| Ahorro de recursos(M ₉) | | | | | X |

- C₁: Movimiento de tierra
- C₂: Excavación
- C₃: Transporte del material
- C₄: Instalación de tuberías
- C₅: Operación

6.3.2 Matriz para la valoración de impactos

| | Fase de construcción | | | | | | | | Fase de operación | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|-----|-----|-------------------|---|---|---|---|---|-----|-----|
| | signo | I | E | M | P | R | S | S | signo | I | E | M | P | R | S | S |
| C₁M₁ | - | 8 | 4 | 1 | 2 | 4 | -39 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₁ | - | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | -39 | 100 | | | | | | | | |
| C₃M₁ | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₁M₂ | - | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | -38 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₂ | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -8 | 100 | | | | | | | | |
| C₃M₂ | - | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | -14 | 100 | | | | | | | | |
| C₁M₃ | - | 8 | 4 | 1 | 2 | 1 | -36 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₃ | - | 8 | 4 | 1 | 2 | 1 | -36 | 100 | | | | | | | | |
| C₃M₃ | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₁M₄ | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | -15 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₄ | - | 8 | 4 | 1 | 2 | 4 | -39 | 100 | | | | | | | | |
| C₃M₄ | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₅ | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -8 | 100 | | | | | | | | |
| C₁M₆ | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₂M₆ | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₃M₆ | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₄M₆ | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -16 | 100 | | | | | | | | |
| C₄M₇ | + | 8 | 4 | 4 | 8 | 8 | +52 | 100 | | | | | | | | |
| C₅M₈ | | | | | | | | | + | 8 | 4 | 4 | 8 | 1 | +45 | 100 |
| C₅M₉ | | | | | | | | | + | 8 | 4 | 4 | 8 | 1 | +45 | 100 |

6.3.3 Orden de los impactos en la fase de construcción y operación

| Impacto | CM | Valoración de importancia | Orden de impacto |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Sedimentación y erosión del suelo por la escorrentía superficial | C ₁ M ₁ | -39 | 1 |
| Generación de ruidos | C ₂ M ₄ | -39 | 2 |
| Sedimentación y erosión del suelo por la escorrentía superficial | C ₂ M ₁ | -38 | 3 |
| Pérdida de capa vegetal | C ₁ M ₂ | -38 | 4 |
| Polvo en suspensión | C ₁ M ₃ | -36 | 5 |
| Polvo en suspensión | C ₂ M ₃ | -36 | 6 |
| Sedimentación y erosión del suelo por la escorrentía superficial | C ₃ M ₁ | -16 | 7 |
| Generación de ruidos | C ₃ M ₃ | -16 | 8 |
| Generación de empleo temporal | C ₃ M ₄ | -16 | 9 |
| Generación de empleo temporal | C ₁ M ₆ | -16 | 10 |
| Generación de empleo temporal | C ₂ M ₅ | -16 | 11 |
| Generación de empleo temporal | C ₃ M ₆ | -16 | 12 |
| Generación de empleo temporal | C ₄ M ₆ | -16 | 13 |
| Generación de ruidos | C ₁ M ₄ | -15 | 14 |
| Pérdida de capa vegetal | C ₃ M ₂ | -14 | 15 |
| Pérdida de capa vegetal | C ₂ M ₂ | -8 | 16 |
| Accidentes en la zanja de tuberías | C ₂ M ₅ | -8 | 17 |
| Desarrollo económico | C ₅ M ₈ | 45 | 18 |
| Ahorro de recursos | C ₅ M ₉ | 45 | 19 |
| Reducción de casos de enfermedades de origen hídrico | C ₄ M ₇ | 52 | 20 |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

6.3.4 Matriz de importancia

| | Fase de construcción | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|-------|
| | | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | | | |
| Suelo Sedimentación y erosión del suelo por escorrentía superficial | M ₁ | -39 | -38 | -16 | | | -93 | 300 | -46.5 |
| Pérdida de la capa vegetal | M ₂ | -38 | -8 | -14 | | | -60 | 300 | -30 |
| Aire Polvo en suspensión | M ₃ | -36 | -36 | -16 | | | -88 | 300 | -44 |
| Generación de ruido | M ₄ | -15 | -39 | -16 | | | -70 | 300 | -35 |
| Medio social Accidentes en zanjas de tuberías | M ₅ | | -8 | | | | -8 | 100 | -8 |
| Generación de empleo temporal | M ₆ | -16 | -16 | -16 | -16 | | -64 | 400 | -32 |
| Agua Reducción de casos de enfermedades de origen hídrico | M ₇ | | | | 52 | | 52 | 100 | 52 |
| Medio social Desarrollo económico | M ₈ | | | | | 45 | 45 | 100 | 45 |
| Ahorro de recursos | M ₉ | | | | | 45 | 45 | 100 | 45 |
| Valor medio de importancia | | -28.8 | -24.2 | -15.16 | 18 | 45 | | | |
| Grado de alteración | | -28.8 | -24.2 | -15.16 | 18 | 45 | | | -6 |

CONCLUSIONES

Por medio del presente trabajo que hemos realizado concluimos de manera clara y sencilla, de acuerdo a los resultados de nuestro estudios que las presiones, velocidades y perdidas resultantes que se obtuvieron del análisis de la línea de conducción nos muestra un comportamiento que nos indica que proporcionara un adecuado funcionamiento de abastecimiento en las diferentes etapas que hemos definido; incorporando los pozos necesarios en base a la demanda de la población a lo largo del periodo de diseño.

El análisis en la red de distribución nos muestra las presiones, velocidades y pérdidas en el cual el sistema estará funcionando en el periodo de diseño. Se puede observar que las presiones están en el rango específico de las normas, pero las velocidades no se encuentran en el rango establecido, sin embargo se garantiza un flujo de agua en toda la red.

Según los estudios acerca de la valoración de los impactos causa-efectos que fueron considerados en cada una de las actividades que fueron identificadas dentro de las etapas (construcción y operación) del trabajo dan como resultado a través del balance de áreas que predominan los impactos negativos.

RECOMENDACIONES

A fin de mejorar el defecto con respecto a las velocidades en la red de distribución se recomienda que en la practica se sectorice el área de suministro a fin de tener un racionamiento mas efectivo en cada una de las zonas.

En el impacto ambiental hay que proporcionar una mayor importancia a las actividades que resultaron menos beneficiosas a fin de compensar los impactos y de esta manera reiniciar el balance a fin de que se inclinen hacia los impactos más positivos.

Bibliografía

ENACAL. Normas técnicas para el diseño y construcción del sistema de agua potable y tratamiento de aguas residuales 2002.

FAIR, GEYER, OKUN. Ingeniería sanitaria y aguas residuales. 6ta Edición (1989).

Rodríguez, José. Estudio de mejoramiento del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de León 1960.

BEDFORD, COLUMBUS. Mecánica de fluidos, Michigan noviembre (1997).

Estudios Topográficos y Estudios de Fuentes. ENACAL Managua.

Hidráulica 1. Ing. Néstor Lanza.

Hidráulica II. Ing. Víctor Tirado.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

FORMULARIO

$$kg = \left(\frac{p_o}{p_p} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad \text{donde : } kg : \text{ constante de crecimiento o}$$

p_o : población inicial

p_p : población pasada

n : periodo de tiempo

$$kg_p = \sum \frac{kg}{I} \quad \text{donde : } kg : \text{ constante de crecimiento o}$$

I : cantidad de intervalo de tiempo

$$p_f = p_o (1 + i)^n \quad \text{donde : } p_f : \text{ población futura}$$

p_o : población inicial

i : constante de crecimiento o

n : periodo de diseño

$$\phi = 1.13 \sqrt{\frac{Q_T}{V_L}} \quad \text{donde : } \phi : \text{ diametro de tubería}$$

Q_T : caudal en el tramo de tubería

V_L : velocidad límite

$$V_r = \frac{4Q}{\pi\phi^2} \quad \text{donde : } V_r : \text{ velocidad real del flujo}$$

ϕ : diametro de la tubería

π : constante

Q : caudal

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$R = \frac{V\phi}{\nu} \text{ donde : } R : \text{reynolds}$$

V : velocidad real del flujo

ν : viscosidad cinemática

$$h_f = f \frac{L V^2}{\phi 2g} \text{ donde : } h_f = \text{pérdidas por fricción}$$

f : factor fricción

L : longitud de tramo de tubería

ϕ : diámetro de tubería

V : velocidad real del flujo

g : constante gravitacional

$$f = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \text{ donde : } f : \text{factor fricción}$$

R : reynolds

$$p_b = \frac{\lambda H_B Q}{75e} \text{ donde : } p_b : \text{potencia de la bomba}$$

λ : peso específico del agua

H_B : altura de la bomba

Q : caudal

e : eficiencia del motor

$$p_m = 1.30 p_b \text{ donde : } p_m : \text{potencia del motor}$$

p_b : potencia de la bomba

$$CMD = 1.30 * CPD \text{ donde : } CMD : \text{consumo de máximo día}$$

CPD : consumo promedio diario

$$h_f = 20\% * CPD \text{ donde : } h_f : \text{pérdidas}$$

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

$$CC = 7\% * CD \quad \text{donde : } CC : \text{ consumo comercial} \\ CD : \text{ consumo doméstico}$$

$$CP = 7\% * CD \quad \text{donde : } CP : \text{ consumo público} \\ CD : \text{ consumo domestico}$$

$$CI = 7\% * CD \quad \text{donde : } CI : \text{ consumo industrial} \\ CD : \text{ consumo doméstico}$$

$$F = 20\% * CD \quad \text{donde : } F : \text{ fugas} \\ CD : \text{ consumo doméstico}$$

$$CMH = 2.5 * CPD \quad \text{donde : } CMH : \text{ consumo máximo horario} \\ CPD : \text{ consumo promedio diario}$$

$$Q_n = \frac{A_t}{A_T} * Q_D \quad \text{donde : } Q_n : \text{ caudal en el nodo}$$

A_t : área tributaria
 A_T : área total
 Q_D : caudal de diseño

GLOSARIO

- **Población:** son todos los habitantes de un país, territorio o área geográfica, cuyo total se ha representado en un tiempo específico.
- **Censo:** es un conjunto de operaciones que reúnen, elaboran y publican datos demográficos, económicos y sociales correspondientes a todos los habitantes de un país o territorio, referidos a un momento determinado a cierto período de datos.
- **Periodo de diseño:** es el lapso de tiempo que se estima que un proyecto en operación va a funcionar a plena seguridad sin realizar cambios o modificaciones mayores.
- **Vida útil:** es la consideración de los elementos o estructuras que conforman un sistema tomando en cuenta la antigüedad, desgaste y el daño (duración física de los equipos y materiales).
- **Población de diseño:** es la cantidad o el número de personas, proyectadas en un periodo establecido por las normas de diseño, lo que se denomina población futura que será beneficiado con un proyecto que será ejecutado por algún organismo o institución.
- **Método geométrico:** el crecimiento geométrico es cuando el aumento de la población es proporcional al tamaño de la población en un determinado tiempo,
- **Consumo:** es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar. Este consumo estará en proporción directa al número de habitantes en proporción al mayor o menor desarrollo de sus actividades (comerciales e industriales y también de los modos de vida (condición económica).
- **Tipos de consumo:** pueden ser: domésticos, comercial, público, industrial y pérdidas.
- **Consumo promedio diario:** es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro, esperado en m³/s o gal/mi.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

- **Consumo máximo diario:** se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días de un año. Este gasto es el que debe de aportar como mínimo la fuente de abastecimiento y es el que debe de llevar la línea de conducción, y con el que se calcula la capacidad de la fuente de abastecimiento y el tanque de regulación.
- **Consumo máximo horario:** se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.
- **Pérdidas:** es el desperdicio de agua que ocurre por juntas en mal estado válvula y conexiones defectuosas y pueden llegar a representar del 10-20% del consumo total.
- **Línea de conducción:** no es más que la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas.
- **Red de distribución:** cuando se distribuye el agua en todos los puntos de consumo. Su importancia radica en poder suministrar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidades y presión adecuada durante el período de diseño.
- **Tipos de fuente:**
 - Superficiales: corrientes: ríos, arroyos y quebradas.
Estancadas: lagos, lagunas y quebradas.
 - Aguas sub.superficiales: manantiales y afloramientos.
Aguas subterráneas: acuíferos.
- **Aguas superficiales:** Son las que generalmente forman parte del escurrimiento, pueden recibir aporte de manantiales. Están sometidas a la acción del calor y luz, estos pueden ser contaminados por el vertido de ciertos afluentes cargado de sustancias orgánicas.
- **Aguas subsuperficiales:** es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forme de manantiales.

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León

- **Aguas subterráneas:** son todas las aguas que se infiltran profundamente y que desciende por gravedad hasta alcanzar el nivel de saturación que constituye el depósito de aguas subterráneas o acuíferos.
- **Acuífero:** Son aquellas formaciones o estratos comprendidos dentro de la zona de saturación de las cuales se pueden obtener aguas con fines utilitarios.
- **Nivel estático del agua:** la distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando se bombea.
- **Abatimiento:** es la distancia vertical del descenso del nivel de agua cuando se bombea. El abatimiento se proporcional a la capacidad de producción del pozo y a la impulsión de la bomba.
- **Nivel de bombeo:** es la distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando esta bombeando.
- **Pérdidas por fricción en la descarga:** es la carga producida por el flujo de agua (fricción) en la tubería de descarga.
- **Carga total dinámica:** la distancia total de nivel de bombeo a la altura máxima de la descarga incluyendo todas las pérdidas hidráulicas y por fricción.
- **Carga total dinámica:** es la diferencia de elevación entre los puntos de interés mas la pérdida que se genera en entre estos.

ANEXO 1

ESTUDIOS DE FUENTES

ANEXO 2

ESTUDIOS FISICO QUIMICO DEL AGUA

ANEXO 3

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Linea de Conducción - primera etapa (2006)

| Datos para calculo de linea de conducción | | | | | | |
|-------------------------------------------|-----------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| Punto | Distancia desde 1 (m) | Elevación (m) | Caudal Parcial (lps) | Caudal Acumulado (lps) | Observaciones | Presion $H_{ftotal} + Z$ |
| 1 | 0.00 | 137.40 | 0.0 | 0.00 | Pozo N . 9 | 120.68 |
| 2 | 265.80 | 138.0 | 9.0 | 9.00 | Pozo N . 6 | 120.13 |
| 3 | 944.50 | 136.54 | 8.8 | 17.80 | Pozo N . 5 | 113.32 |
| 4 | 1472.70 | 139.33 | 8.0 | 25.80 | Pozo N . 4 | 107.45 |
| 5 | 2609.40 | 145.71 | 0.0 | 25.80 | Pozo N . 8 | 88.41 |
| 6 | 3210.70 | 151.16 | 9.0 | 34.80 | Pozo N . 7 | 76.26 |
| 7 | 3522.09 | 154.18 | 0.0 | 34.80 | Pozo N .10 | 71.74 |
| 8 | 3872.03 | 157.45 | 0.0 | 34.80 | Pozo N , 11 | 66.79 |
| 9 | 5425.00 | 216.80 | 0.0 | 34.80 | Entrada Tanque | 0.00 |

Linea de Conducción-Etapa IV (2021)
 Datos para Cálculo de Linea de Conducción

| Punto | Distancia desde 1 (m) | Elevación (m) | Caudal Parcial (lps) | Caudal Acumulado (lps) | Observaciones | Presión $h_{ftotal} + z$ (m) |
|-------|-----------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------------------|
| 1 | 0.00 | 137.40 | 9.0 | 9.00 | PozoN . 9 | 114.33 |
| 2 | 265.80 | 137.95 | 9.0 | 18.00 | PozoN . 6 | 110.58 |
| 3 | 944.50 | 136.54 | 8.8 | 26.80 | PozoN . 5 | 107.96 |
| 4 | 1472.70 | 139.33 | 8.0 | 34.80 | PozoN . 4 | 98.91 |
| 5 | 2609.40 | 145.72 | 9.0 | 43.80 | PozoN . 8 | 87.04 |
| 6 | 3210.70 | 151.16 | 9.0 | 52.80 | PozoN . 7 | 77.33 |
| 7 | 3522.09 | 154.18 | 9.0 | 61.80 | PozoN . 10 | 71.22 |
| 8 | 3872.03 | 157.45 | 0.0 | 61.80 | PozoN . 11 | 66.37 |
| 9 | 5425.00 | 216.8 | 0.0 | 61.80 | Entrada Tanque | 0.00 |

Potencia Estimada de Equipos de Bombeo-Etapa I (2006)

| Pozo | Q (lps) | H _B (m) | E (bomba) | Pbomba (kw) | E (Motor) | Pmotor (kw) | Q (m ³ /h) | Q (gpm) |
|------|------------|-----------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------------------|------------|
| 9 | 0.0 | 134.68 | 0.75 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 9.0 | 133.81 | 0.75 | 15.96 | 0.85 | 20.75 | 32.40 | 142.67 |
| 5 | 8.8 | 127.22 | 0.75 | 14.90 | 0.85 | 19.37 | 31.68 | 139.50 |
| 4 | 8.0 | 125.25 | 0.75 | 13.28 | 0.85 | 17.26 | 28.80 | 126.82 |
| 8 | 0.0 | 106.42 | 0.75 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 9.0 | 94.2 | 0.75 | 11.24 | 0.85 | 14.61 | 32.40 | 142.67 |
| 10 | 0.0 | 98.22 | 0.75 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.0 | 89.04 | 0.75 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Potencia Estimada de Equipos de Bombeos-Etapa IV (2021)

| Pozo N ₀ . | Q (lps) | H _B (m) | E _(bomba) | P _(bomba) (kw) | P _(motor) (kw) | Q (m ³ /h) | Q (gpm) |
|-----------------------|------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------|
| 9 | 9.0 | 128.34 | 0.75 | 15.31 | 19.90 | 32.40 | 142.67 |
| 6 | 9.0 | 124.09 | 0.75 | 14.81 | 19.25 | 32.40 | 142.67 |
| 5 | 8.8 | 121.86 | 0.75 | 14.22 | 18.48 | 31.68 | 139.50 |
| 4 | 8.0 | 116.81 | 0.75 | 12.39 | 16.11 | 28.80 | 126.82 |
| 8 | 9.0 | 105.71 | 0.75 | 12.61 | 16.39 | 32.40 | 142.67 |
| 7 | 9.0 | 94.93 | 0.75 | 11.33 | 14.73 | 32.40 | 142.67 |
| 10 | 9.0 | 99.56 | 0.75 | 11.88 | 15.44 | 32.40 | 142.67 |
| 11 | 0.0 | 88.62 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Perdidas en Línea de Conducción-Etapa I (2006)

| Tramo | Longitud (m) | Dif.Elev. (m) | Caudal (lps) | Diametro (mm) | Area m ² | Velocidad (m/s) | V ² /2g (m) | Viscosidad m ² /s | Reynolds | Fricción (m) | HF (m) | Hfmenores (m) | HF(tota) (m) |
|---------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|----------|-----------------|-----------|------------------|-----------------|
| 8 --- 9 | 1552.97 | 59.35 | 34.80 | 200 | 0.031416 | 1.11 | 0.063 | 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0145 | 7.09 | 0.35 | 7.44 |
| 7 --- 8 | 349.94 | 3.27 | 34.80 | 200 | 0.031416 | 1.11 | 0.063 | 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0145 | 1.60 | 0.08 | 1.68 |
| 6 --- 7 | 311.39 | 3.02 | 34.80 | 200 | 0.031416 | 1.11 | 0.063 | 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0145 | 1.42 | 0.07 | 1.50 |
| 5 --- 6 | 601.30 | 5.45 | 25.80 | 150 | 0.01767 | 1.46 | 0.109 | 1 * 10-6 | 2.19E+05 | 0.0146 | 6.38 | 0.32 | 6.70 |
| 4 --- 5 | 1136.70 | 6.38 | 25.80 | 150 | 0.01767 | 1.46 | 0.109 | 1 * 10-6 | 2.19E+05 | 0.0146 | 12.06 | 0.60 | 12.66 |
| 3 --- 4 | 528.20 | 2.79 | 17.80 | 150 | 0.01767 | 1.01 | 0.052 | 1 * 10-6 | 1.52E+05 | 0.0160 | 2.93 | 0.15 | 3.08 |
| 2 --- 3 | 678.70 | -1.41 | 9.00 | 100 | 0.00785 | 1.15 | 0.067 | 1 * 10-6 | 1.15E+05 | 0.0172 | 7.82 | 0.40 | 8.22 |
| 1 --- 2 | 265.80 | 0.55 | 0.00 | 100 | 0.00785 | 0.00 | 0.000 | 1 * 10-6 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Perdida en Línea de Conducción-Etapa VI (2021)

| Tramo | Longitud (m) | Dif. de Elev. (m) | Caudal (lps) | Diámetro (mm) | Area (m ²) | Velocidad (m/s) | V ² /2g (m) | Viscosidad (m ² /2g) | Reynolds | F | h _f (m) | h _{fmenores} (m) | h _{ftotal} (m) |
|---------|-----------------|----------------------|-----------------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------|----------|--------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| 8 --- 9 | 1552.97 | 59.35 | 61.8 | 250 | 0.04909 | 1.26 | 0.081 | 1 * 10-6 | 3.15E+05 | 0.0133 | 6.69 | 0.33 | 7.02 |
| 7 --- 8 | 349.94 | 3.27 | 61.8 | 250 | 0.04909 | 1.26 | 0.081 | 1 * 10-6 | 3.15E+05 | 0.0133 | 1.51 | 0.07 | 1.58 |
| 6 --- 7 | 311.39 | 3.02 | 52.8 | 200 | 0.03142 | 1.68 | 0.144 | 1 * 10-6 | 3.36E+05 | 0.0131 | 2.94 | 0.15 | 3.09 |
| 5 --- 6 | 601.30 | 5.45 | 43.8 | 200 | 0.03142 | 1.39 | 0.098 | 1 * 10-6 | 2.78E+05 | 0.0138 | 4.06 | 0.20 | 4.26 |
| 4 --- 5 | 1136.70 | 6.38 | 34.8 | 200 | 0.03142 | 1.11 | 0.063 | 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0146 | 5.23 | 0.26 | 5.49 |
| 3 --- 4 | 528.20 | 2.79 | 26.8 | 150 | 0.01767 | 1.52 | 0.117 | 1 * 10-6 | 2.28E+05 | 0.0145 | 5.97 | 0.29 | 6.26 |
| 2 --- 3 | 678.70 | -1.41 | 18.0 | 150 | 0.01767 | 1.02 | 0.053 | 1 * 10-6 | 1.53E+05 | 0.0160 | 3.84 | 0.19 | 4.03 |
| 1 --- 2 | 265.80 | 0.55 | 9.0 | 100 | 0.00785 | 1.15 | 0.067 | 1 * 10-6 | 1.15E+05 | 0.0172 | 3.05 | 0.15 | 3.02 |

Pedida Entre Pozo y Linea de Conducción- Etapa I (2006)

| Tramo | Caudal Parcial (lps) | Nivel de Bombeo (m) | Nivel en Linea (m) | Longitud (m) | Diametro (mm) | Area (m ²) | Velocidad (m/s) | $V^2/2g$ (m) | Reynolds | F (m) | h_f (m) | $h_{fmenores}$ (m) | Htotal (m) |
|------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|---------------------------|--------------------|--------------|----------|----------|--------------|-----------------------|---------------|
| Pozo9 a 1 | 0.0 | 123.40 | 137.40 | 29.19 | 100 | 0.0079 | 0.00 | 0.000 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 14.00 |
| Pozo6 a 2 | 9.0 | 124.85 | 137.95 | 29.47 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 0.34 | 0.068 | 13.51 |
| Pozo5 a 3 | 8.8 | 123.25 | 136.54 | 46.12 | 100 | 0.0079 | 1.12 | 0.064 | 1.12E+05 | 0.0173 | 0.51 | 0.102 | 13.90 |
| Pozo4 a 4 | 8.0 | 121.57 | 139.33 | 12.03 | 100 | 0.0079 | 1.02 | 0.053 | 1.02E+05 | 0.0177 | 0.11 | 0.022 | 17.90 |
| Pozo8 a 5 | 0.0 | 127.70 | 145.71 | 47.58 | 100 | 0.0079 | 0.00 | 0.000 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 18.01 |
| Pozo7 a 6 | 9.0 | 135.20 | 151.16 | 117.82 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 1.36 | 0.272 | 17.60 |
| Pozo10 a 7 | 0.0 | 127.70 | 154.18 | 134.58 | 100 | 0.0079 | 0.00 | 0.000 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 26.48 |
| Pozo11 a 8 | 0.0 | 135.20 | 157.45 | 163.36 | 100 | 0.0079 | 0.00 | 0.000 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 22.25 |

Pérdida Entre Pozo y Línea de Conducción - Etapa IV (2021)

| Tramo | Caudal Parcial (lps) | Nivel de Bombeo (m) | Nivel en Línea (m) | Longitud (m) | Diámetro (mm) | Area (m ²) | Velocidad (m/s) | V ² /2g (m) | Reynolds | F (m) | hf (m) | hfmenores (20% de hf) (m) | Htotal (m) |
|------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------------|-----------------|------------------------|----------|--------|--------|---------------------------|------------|
| pozo9 a 1 | 9.00 | 123.80 | 137.40 | 29.19 | 100.00 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 0.34 | 0.068 | 14.01 |
| pozo6 a 2 | 9.00 | 124.85 | 137.95 | 29.47 | 100.00 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 0.34 | 0.068 | 13.51 |
| pozo5 a 3 | 8.80 | 123.25 | 136.54 | 46.12 | 100.00 | 0.0079 | 1.12 | 0.064 | 1.12E+05 | 0.0173 | 0.51 | 0.102 | 13.90 |
| pozo4 a 4 | 8.00 | 121.57 | 139.33 | 12.03 | 100.00 | 0.0079 | 1.02 | 0.053 | 1.02E+05 | 0.0177 | 0.11 | 0.022 | 17.90 |
| pozo8 a 5 | 9.00 | 127.70 | 145.71 | 47.58 | 100.00 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 0.55 | 0.110 | 18.67 |
| pozo7 a 6 | 9.00 | 135.20 | 151.16 | 117.82 | 100.00 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 1.36 | 0.272 | 17.60 |
| pozo10 a 7 | 9.00 | 127.70 | 154.18 | 134.58 | 100.00 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 1.55 | 0.310 | 28.34 |
| pozo11 a 8 | 0.00 | 135.20 | 157.45 | 163.36 | 100.00 | 0.0079 | 0.00 | 0.000 | 0.00E+00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 22.25 |

Potencia Estimada de Equipos de Bombeo-Etapa V (2023)

| Pozo | Q (lps) | HB (m) | E (bomba) | Pbomba (kw) | E (Motor) | Pmotor (kw) | Q (m3/h) | Q (gpm) |
|------|---------|--------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|---------|
| 9 | 9 | 127.77 | 0.75 | 15.24 | 0.85 | 19.82 | 32.4 | 142.67 |
| 6 | 9 | 126.32 | 0.75 | 15.07 | 0.85 | 19.6 | 32.4 | 142.67 |
| 5 | 8.8 | 124.26 | 0.75 | 14.5 | 0.85 | 18.85 | 31.68 | 139.5 |
| 4 | 8 | 118.8 | 0.75 | 12.6 | 0.85 | 8 | 28.8 | 126.82 |
| 8 | 9 | 108.15 | 0.75 | 12.9 | 0.85 | 16.77 | 32.4 | 142.67 |
| 7 | 9 | 98.17 | 0.75 | 11.71 | 0.85 | 15.23 | 32.4 | 142.67 |
| 10 | 9 | 103 | 0.75 | 12.29 | 0.85 | 15.98 | 32.4 | 142.67 |
| 11 | 9 | 94.65 | 0.75 | 11.3 | 0.85 | 14.68 | 32.4 | 142.67 |

Perdidas en Línea de Conducción-Etapa V (2023)

| Tramo | Longitud (m) | Dif.Elev.(m) | Caudal (lps) | Diametro(mm) | Area (m ²) | Velocidad (m/s) | V ² /2g(m) |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| 8 --- 9 | 1552.97 | 59.35 | 70.8 | 250 | 0.04909 | 1.44 | 0.106 |
| 7 --- 8 | 349.94 | 3.27 | 61.8 | 250 | 0.04909 | 1.26 | 0.081 |
| 6 --- 7 | 311.39 | 3.02 | 52.8 | 200 | 0.031416 | 1.68 | 0.144 |
| 5 --- 6 | 601.3 | 5.45 | 43.8 | 200 | 0.031416 | 1.39 | 0.098 |
| 4 --- 5 | 1136.7 | 6.38 | 34.8 | 200 | 0.031416 | 1.11 | 0.063 |
| 3 --- 4 | 528.2 | 2.79 | 26.8 | 150 | 0.01767 | 1.52 | 0.117 |
| 2 --- 3 | 678.7 | -1.41 | 18 | 150 | 0.01767 | 1.02 | 0.053 |
| 1 --- 2 | 265.8 | 0.55 | 9 | 100 | 0.00785 | 1.15 | 0.067 |

Pedida Entre pozo y Linea de Conducción- EtapaV (2023)

| Tramo | Caudal Parcial (lps) | Nivel de Bombeo (m) | Nivel en Linea (m) | Longitud (m) | Diametro (mm) | Area (m2) | Velocidad (m/s) | V2/2g (m) | Reynolds | F(m) | f (m) | hfmenores (m) | Htotal (m) |
|------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|----------|--------|-------|---------------|------------|
| Pozo9 a 1 | 9 | 123.4 | 137.4 | 29.19 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 0.00E+00 | 0.0172 | 0.34 | 0.068 | 0.748 |
| Pozo6 a 2 | 9 | 124.85 | 137.95 | 29.47 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 0.34 | 0.068 | 0.748 |
| Pozo5 a 3 | 8.8 | 123.25 | 136.54 | 46.12 | 100 | 0.0079 | 1.12 | 0.064 | 1.12E+05 | 0.0173 | 0.51 | 0.102 | 0.612 |
| Pozo4 a 4 | 8 | 121.57 | 139.33 | 12.03 | 100 | 0.0079 | 1.02 | 0.053 | 1.02E+05 | 0.0177 | 0.11 | 0.022 | 0.132 |
| Pozo8 a 5 | 9 | 127.7 | 145.71 | 47.58 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 0.00E+00 | 0.0172 | 0.55 | 0.110 | 0.660 |
| Pozo7 a 6 | 9 | 135.2 | 151.16 | 117.82 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.0172 | 1.36 | 0.272 | 1.632 |
| Pozo10 a 7 | 9 | 127.7 | 154.18 | 134.58 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 0.00E+00 | 0.0172 | 1.55 | 0.310 | 1.860 |
| Pozo11 a 8 | 9 | 135.2 | 157.45 | 163.36 | 100 | 0.0079 | 1.15 | 0.067 | 0.00E+00 | 0.0172 | 1.88 | 0.376 | 2.256 |

| Viscosidad (m ² /s) | Reynolds | Fricción(m) | HF (m) | Hfmenores(m) | HF(tota) (m) |
|--------------------------------|----------|-------------|--------|--------------|--------------|
| 1 * 10-6 | 3.60E+05 | 0.0129 | 8.49 | 0.42 | 8.91 |
| 1 * 10-6 | 3.15E+05 | 0.0133 | 1.51 | 0.07 | 1.58 |
| 1 * 10-6 | 3.36E+05 | 0.0131 | 2.94 | 0.15 | 3.09 |
| 1 * 10-6 | 2.78E+05 | 0.0138 | 4.06 | 0.2 | 4.26 |
| 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0146 | 5.23 | 0.26 | 5.49 |
| 1 * 10-6 | 2.28E+05 | 0.0145 | 5.97 | 0.29 | 6.26 |
| 1 * 10-6 | 1.53E+05 | 0.016 | 3.84 | 0.19 | 4.03 |
| 1 * 10-6 | 1.15E+05 | 0.0172 | 3.05 | 0.15 | 3.2 |

Linea de Conducción-Etapa II (2009)
 Datos para Cálculo de Linea de Conducción

| Punto | Distancia desde 1 (m) | Elevación (m) | Caudal Parcial (lps) | Caudal Acumulado (lps) | Observaciones | Presión hfttotal + z (m) |
|-------|-----------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| 1 | 0 | 137.4 | 0 | 0 | PozoN . 9 | 107.83 |
| 2 | 265.8 | 137.95 | 9 | 9 | PozoN . 6 | 107.28 |
| 3 | 944.5 | 136.54 | 8.8 | 17.8 | PozoN . 5 | 100.48 |
| 4 | 1472.7 | 139.33 | 8 | 25.8 | PozoN . 4 | 94.91 |
| 5 | 2609.4 | 145.72 | 9 | 34.8 | PozoN . 8 | 75.57 |
| 6 | 3210.7 | 151.16 | 9 | 43.8 | PozoN . 7 | 67.23 |
| 7 | 3522.09 | 154.18 | 0 | 43.8 | PozoN . 10 | 63.99 |
| 8 | 3872.03 | 157.45 | 0 | 43.8 | PozoN . 11 | 60.47 |
| 9 | 5425 | 216.8 | 0 | 43.8 | Entrada Tanque | 0 |

Potencia Estimada de Equipos de Bombeo-Etapa II (2009)

| Pozo | Q (lps) | HB (m) | E (bomba) | Pbomba (kw) | E(Motor) | Pmotor (kw) | Q (m3/h) | Q(gpm) |
|------|---------|--------|-----------|-------------|----------|-------------|----------|--------|
| 9 | 0 | 121.83 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 9 | 120.79 | 0.75 | 14.41 | 0.85 | 18.73 | 32.4 | 142.67 |
| 5 | 8.8 | 114.38 | 0.75 | 13.34 | 0.85 | 17.34 | 31.68 | 139.5 |
| 4 | 8 | 112.51 | 0.75 | 11.93 | 0.85 | 15.51 | 28.8 | 126.82 |
| 8 | 9 | 94.24 | 0.75 | 11.24 | 0.85 | 14.61 | 32.4 | 142.67 |
| 7 | 9 | 84.83 | 0.75 | 10.05 | 0.85 | 13.06 | 32.4 | 142.67 |
| 10 | 0 | 90.47 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 82.72 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |

Perdidas en Linea de Conducción-Etapa II (2009)

| Tramo | Longitud (m) | Dif.Elev (m) | Caudal (lps) | Diametro (mm) | Area (m2) | Velocidad (m/s) | V2/2g | Viscosidad | Reynolds | Fricción (m) | HF(m) | Hfmenores (m) | HF(tota) (m) |
|---------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------|-----------------|-------|------------|----------|--------------|-------|---------------|--------------|
| 8 --- 9 | 1552.97 | 59.35 | 43.8 | 200 | 0.031416 | 1.4 | 0.010 | 1 * 10-6 | 2.80E+05 | 0.0138 | 1.07 | 0.05 | 1.12 |
| 7 --- 8 | 349.94 | 3.27 | 43.8 | 200 | 0.031416 | 1.4 | 0.010 | 1 * 10-6 | 2.80E+05 | 0.0138 | 0.24 | 0.01 | 0.25 |
| 6 --- 7 | 311.39 | 3.02 | 43.8 | 200 | 0.031416 | 1.4 | 0.010 | 1 * 10-6 | 2.80E+05 | 0.0138 | 0.21 | 0.01 | 0.22 |
| 5 --- 6 | 601.3 | 5.45 | 34.8 | 200 | 0.01767 | 1.11 | 0.063 | 1 * 10-6 | 2.22E+05 | 0.0145 | 2.75 | 0.14 | 2.89 |
| 4 --- 5 | 1136.7 | 6.38 | 25.8 | 150 | 0.01767 | 1.46 | 0.109 | 1 * 10-6 | 2.19E+05 | 0.0146 | 12.06 | 0.6 | 12.66 |
| 3 --- 4 | 528.2 | 2.79 | 17.8 | 150 | 0.01767 | 1.01 | 0.052 | 1 * 10-6 | 1.52E+05 | 0.016 | 2.93 | 0.15 | 13.08 |
| 2 --- 3 | 678.7 | -1.41 | 9 | 100 | 0.00785 | 1.15 | 0.067 | 1 * 10-6 | 1.15E+05 | 0.0172 | 7.82 | 0.39 | 8.22 |
| 1 --- 2 | 265.8 | 0.55 | 0 | 100 | 0.00785 | 0 | 0 | 1 * 10-6 | 0.00E+00 | 0 | 0 | 0 | 0 |

I

ANEXO 4

PLANOS

Pedida Entre pozo y Linea de Conducción- Etapa II (2009)

| Tramo | Caudal Parcial (lps) | Nivel de Bombeo (m) | Nivel en Linea (m) | Longitud (m) | Diametro (mm) | Area (m2) |
|------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|
| Pozo9 a 1 | 0 | 123.4 | 137.4 | 29.19 | 100 | 0.01 |
| Pozo6 a 2 | 9 | 124.85 | 137.95 | 29.47 | 100 | 0.01 |
| Pozo5 a 3 | 8.8 | 123.25 | 136.54 | 46.12 | 100 | 0.01 |
| Pozo4 a 4 | 8 | 121.57 | 139.33 | 12.03 | 100 | 0.01 |
| Pozo8 a 5 | 9 | 127.7 | 145.71 | 47.58 | 100 | 0.01 |
| Pozo7 a 6 | 9 | 135.2 | 151.16 | 117.82 | 100 | 0.01 |
| Pozo10 a 7 | 0 | 127.7 | 154.18 | 134.58 | 100 | 0.01 |
| Pozo11 a 8 | 0 | 135.2 | 157.45 | 163.36 | 100 | 0.01 |

Cuadro No. 1
Poblacion , Demanda y Oferta de Agua Pc

| No. | Año | Población | Demanda Humana (Gal / Dias) | | | | Demanda | |
|-----|------|-----------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| | | | Dotación (gal/hab/dia) | Demanda Humana (gal/dia) | Perdida Tecnicas (gal/dia) | Subtotal (gal/dia) | Comercial | Industrial |
| 0 | 2006 | 9595 | 25 | 239875 | 47975 | 287850 | 20150 | 5757 |
| 1 | 2007 | 9886 | 25 | 247150 | 49430 | 296580 | 20761 | 5932 |
| 2 | 2008 | 10185 | 30 | 305550 | 61110 | 366660 | 25666 | 7333 |
| 3 | 2009 | 10494 | 30 | 314820 | 62964 | 377784 | 26445 | 7556 |
| 4 | 2010 | 10812 | 30 | 324360 | 64872 | 389232 | 27246 | 7785 |
| 5 | 2011 | 11140 | 30 | 334200 | 66840 | 401040 | 28073 | 8021 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|----|--------|---------|--------|-------|-------|
| 6 | 2012 | 11477 | 30 | 344310 | 68862 | 413172 | 28922 | 8263 |
| 7 | 2013 | 11825 | 30 | 354750 | 70950 | 425700 | 29799 | 8514 |
| 8 | 2014 | 12183 | 30 | 365490 | 73098 | 438588 | 30701 | 8772 |
| 9 | 2015 | 12552 | 30 | 376560 | 75312 | 451872 | 31631 | 9037 |
| 10 | 2016 | 12933 | 30 | 387990 | 77598 | 465588 | 32591 | 9312 |
| 11 | 2017 | 13324 | 30 | 399720 | 79944 | 479664 | 33576 | 9593 |
| 12 | 2018 | 13728 | 30 | 411840 | 82368 | 494208 | 34595 | 9884 |
| 13 | 2019 | 14144 | 30 | 424320 | 84864 | 509184 | 35643 | 10184 |
| 14 | 2020 | 14573 | 30 | 437190 | 87438 | 524628 | 36724 | 10493 |
| 15 | 2021 | 15014 | 35 | 525490 | 105098 | 630588 | 44141 | 12612 |
| 16 | 2022 | 15469 | 35 | 541415 | 108,283 | 649698 | 45479 | 12994 |
| 17 | 2023 | 15938 | 35 | 557830 | 111566 | 669396 | 46858 | 13388 |
| 18 | 2024 | 16421 | 35 | 574735 | 114947 | 689682 | 48278 | 13794 |
| 19 | 2025 | 16918 | 35 | 592130 | 118,426 | 710556 | 53884 | 15395 |
| 20 | 2026 | 17431 | 35 | 610085 | 122,017 | 732102 | 51247 | 14642 |

table

| Institucional | | Consumo Promedio Total | Consumo Maximo Dias | Oferta Actual |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| Publico Institucional | Subtotal (gal/dia) | (m3/dias) | (m3/ Dia) | (m3/ Dia) |
| 20150 | 46057 | 1264 | 1643 | 1.301 |
| 20761 | 47454 | 1302 | 1693 | 1.301 |
| 25666 | 58665 | 1610 | 2093 | 1.301 |
| 26445 | 60446 | 1657 | 2154 | 1.301 |
| 27246 | 62277 | 1709 | 2222 | 1.301 |
| 28073 | 64167 | 1761 | 2289 | 1.301 |

| | | | | |
|-------|--------|------|------|-------|
| 28922 | 66107 | 1814 | 2358 | 1.301 |
| 29799 | 68112 | 1869 | 2430 | 1.301 |
| 30701 | 70174 | 1948 | 2532 | 1.301 |
| 31631 | 72299 | 1984 | 2579 | 1.301 |
| 32591 | 74494 | 2044 | 2657 | 1.301 |
| 33576 | 76745 | 2106 | 2738 | 1.301 |
| 34595 | 79074 | 2154 | 2800 | 1.301 |
| 35643 | 81470 | 2220 | 2886 | 1.301 |
| 36724 | 83941 | 2303 | 2994 | 1.301 |
| 44141 | 100894 | 2769 | 3600 | 1.301 |
| 45479 | 103952 | 2853 | 3709 | 1.301 |
| 46858 | 107104 | 2939 | 3821 | 1.301 |
| 48278 | 110350 | 3028 | 3936 | 1.301 |
| 53884 | 123163 | 3156 | 4103 | 1.301 |
| 51247 | 117136 | 3214 | 4178 | 1.301 |



| Velocidad (m/s) | $V^2/2g$ (m) | Reynolds | F (m) | hf (m) | hfmenores (m) | Htotal (m) |
|--------------------|-----------------|----------|----------|-----------|------------------|---------------|
| 0 | 0 | 0.00E+00 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.017 | 0.34 | 0.068 | 13.51 |
| 1.12 | 0.064 | 1.12E+05 | 0.017 | 0.51 | 0.102 | 13.9 |
| 1.02 | 0.053 | 1.02E+05 | 0.018 | 0.11 | 0.022 | 17.9 |
| 1.15 | 0.067 | 1.15E+04 | 0.017 | 0.55 | 0.11 | 18.67 |
| 1.15 | 0.067 | 1.15E+05 | 0.017 | 1.36 | 0.272 | 17.6 |
| 0 | 0 | 0.00E+00 | 0 | 0 | 0 | 26.48 |
| 0 | 0 | 0.00E+00 | 0 | 0 | 0 | 22.25 |

Potencia Estimada de Equipos de Bombeo-Etapa II (2009)

| Pozo | Q (lps) | HB (m) | E (bomba) | Pbomba (kw) | E(Motor) | Pmotor (kw) | Q (m3/h) | Q(gpm) |
|------|---------|--------|-----------|-------------|----------|-------------|----------|--------|
| 9 | 0 | 121.83 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 9 | 120.79 | 0.75 | 14.41 | 0.85 | 18.73 | 32.4 | 142.67 |
| 5 | 8.8 | 114.38 | 0.75 | 13.34 | 0.85 | 17.34 | 31.68 | 139.5 |
| 4 | 8 | 112.51 | 0.75 | 11.93 | 0.85 | 15.51 | 28.8 | 126.82 |
| 8 | 9 | 94.24 | 0.75 | 11.24 | 0.85 | 14.61 | 32.4 | 142.67 |
| 7 | 9 | 84.83 | 0.75 | 10.05 | 0.85 | 13.06 | 32.4 | 142.67 |
| 10 | 0 | 90.47 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 82.72 | 0.75 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 |

| Año | Demanda Almacenamiento (galones) | Capacidad Actual (galones) | Necesidad Actual (galones) |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 130472 | 50000 | 80472 |
| | 224062 | 50000 | 174062 |
| | 352402 | 50000 | 302402 |
| Volumen Necesario Adicional (galones) | | | 317040 |
| Volumen Necesario Adicional (m3) | | | 1200 |

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Localidad de El Sauce Departamento de León