

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN - RURD
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
INGENIERIA CIVIL



SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Tema:

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López”, Municipio de Villa El Carmen, Departamento de Managua, en el periodo de Junio – Noviembre 2016.

Elaborado Por:

Br. Aquiles Alcides Leiva Fuentes
Br. Julio Cesar Midence Valverde

Tutor:

Msc. Ing. Ervin Cabrera Barahona

Asesor Técnico:

Ing. Gustavo Herrera López

Managua, Nicaragua - Enero 2017

INDICE

DEDICATORIA.....	<i>i</i>
DEDICATORIA.....	<i>ii</i>
AGRADECIMIENTO.....	<i>iii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo General.....	5
5.2 Objetivos Específicos	5
VI. MARCO CONCEPTUAL.....	6
6.1 Normas y Reglamentos	6
6.2 Estudio Socioeconómico.....	6
6.3 Estudio de Población	7
6.4 Topografía	8
6.5 Nivel de Servicio	9
6.6 Descripción y Propuesta de la Fuente	11
6.7 Parámetros de Diseño	13
6.8 Diseños de los componentes del Sistema	14
6.8.1 Determinación de datos hidráulicos de la fuente.....	15
6.8.2 Diámetro económico.....	17
6.8.3 Estación de Bombeo.....	17
6.8.4 Línea de Conducción.....	20
6.8.5 Tanque de Almacenamiento	24
6.8.6 Red de Distribución	27
VII. DISEÑO METODOLOGICO.....	29
7.1 Tipo de Investigación.....	29
7.2 Universo y muestra.....	29
7.3 Información de Gabinete.....	30

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

7.4	Recorrido de Campo.....	31
7.5	Recopilación de Información.....	32
7.6	Levantamiento Topográfico	34
VIII.	ANALISIS DE RESULTADOS	35
8.1	Diagnóstico de la situación actual de la comunidad “Los López”	35
8.2	Diseño hidráulico de los elementos del sistema.....	47
8.2.1	<i>Calculo de Consumo</i>	<i>48</i>
8.2.2	<i>Descripción y propuesta de la Fuente.....</i>	<i>55</i>
8.2.3	<i>Determinación del Equipo de Bombeo y Diseño hidráulico de la línea de conducción</i>	<i>63</i>
8.2.4	<i>Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento</i>	<i>69</i>
8.2.5	<i>Análisis hidráulico de la red de distribución</i>	<i>70</i>
8.3	Planos	76
8.4	Presupuesto	77
IX.	CONCLUSIONES	83
X.	RECOMENDACIONES	84
XI.	BIBLIOGRAFIA	85
XII.	ANEXOS.....	87
	<i>Anexo 1: Encuesta Socio-económica poblacional aplicada en la comunidad.</i>	<i>88</i>
	<i>Anexo 2: Fotos de Campo.....</i>	<i>89</i>
	<i>Anexo 3: Columna Estratigráfica Formación El Salto</i>	<i>90</i>
	<i>Anexo 4: Columna Estratigráfica de El Salto – Afloramiento La California.....</i>	<i>91</i>
	<i>Anexo 5: Diseño de Pozo – Los Cedros.....</i>	<i>92</i>
	<i>Anexo 6: Resultados de Calidad del Agua – El Borbollón y Pozo Los Cedros.....</i>	<i>93</i>
	<i>Anexo 7: Interpretación Hidroquímica de Resultados de Calidad del Agua.</i>	<i>94</i>
	<i>Anexo 8: Oferta de Perforación y Suministro de Equipo de Bombeo – IPEMSA McGregor.....</i>	<i>95</i>
	<i>Anexo 9: Ficha Técnica de la Bomba – Motor.</i>	<i>96</i>
	<i>Anexo 10: Oferta Equipo de Bombeo – AQUATEC.</i>	<i>97</i>
	<i>Anexo 11: Oferta de Tanque de 15,000 lts - Rotoplas.....</i>	<i>98</i>
	<i>Anexo 12: Planos de Zona a Escala.....</i>	<i>99</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla No. 1: Periodo de diseño de los componentes de un sistema de AP.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla No. 2: Longitud Equivalente en los accesorios.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla No. 3: Valores de K para diferentes materiales de tubería</i>	<i>22</i>
<i>Tabla No. 4: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla No. 5: Matriz de obtención de la información</i>	<i>30</i>
<i>Tabla No. 6: Resumen de resultados de encuestas.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla No. 7: Descripción de la Fuente Actual</i>	<i>47</i>
<i>Tabla No. 8: Estadísticas censales.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla No. 9: Proyección de población.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla No. 10: Puntos de Referencia</i>	<i>50</i>
<i>Tabla No. 11: Coordenadas de Campo.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla No. 12: Población de Diseño.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla No. 13: Consumo Promedio Diario (CPD).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla No. 14: Caudales por tramo de Tubería</i>	<i>55</i>
<i>Tabla No. 15: Litología de Pozo – Los Cedros No. 2</i>	<i>59</i>
<i>Tabla No. 16: Dosificación con Hipoclorito de Calcio.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla No. 17: Longitud Equivalente en los accesorios</i>	<i>65</i>
<i>Tabla No. 18: Consumo de la Línea en la Red de Distribución</i>	<i>71</i>
<i>Tabla No. 19: Consumo del Nodo en la Red de Distribución.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla No. 20: Presiones nodales sin consumo en la red de distribución.</i>	<i>75</i>
<i>Tabla No. 21: Presupuesto de Diseño Hidráulico para la Comunidad Los López.....</i>	<i>80</i>

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración No. 1: Pozo Comunitario de Los López – Villa El Carmen.</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración No. 2: Ubicación de la Comunidad Los López – Villa El Carmen.</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración No. 3: Mapa Geológico de la zona – Los López (Villa El Carmen)</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración No. 4: Descripción preliminar del pozo en la comunidad Los López.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración No. 5: Mapa Hidroquímico de la zona – Los López (Villa El Carmen)</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración No. 6: Calculo de la Carga Total Dinámica y determinación del equipo de bombeo optimo.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración No. 7: Análisis de la Presiones y Caudales de la red – Comunidad Los López.</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración No. 8: Análisis de la Presiones y Velocidades de la red – Comunidad Los López.....</i>	<i>73</i>

INDICE DE GRAFICAS

<i>Grafica No. 1: Distribución de Habitantes</i>	<i>37</i>
<i>Grafica No. 2: Condiciones de la Estructura de Techo.....</i>	<i>40</i>
<i>Grafica No. 3: Tipos de Cerramientos.....</i>	<i>40</i>
<i>Grafica No. 4: Población Económicamente Activa (PEA).....</i>	<i>41</i>
<i>Grafica No. 5: Enfermedades más comunes.....</i>	<i>42</i>
<i>Grafica No. 6: Clasificaciones de excretas.....</i>	<i>43</i>
<i>Grafica No. 7: Estado de las letrinas.....</i>	<i>43</i>
<i>Grafica No. 8: Tratamiento de desechos solidos.....</i>	<i>44</i>

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios que me dio la vida, el tiempo, oportunidad y la bendición de cumplir este gran paso importante en mi vida como lo es culminar mi carrera profesional. De igual manera a la persona de principal motivación en mi vida como lo es mi madre Zela Valverde e instrumento que Dios utilizó para ponerme donde estoy.

Así mismo como dedico este trabajo a mis padres de ser los responsables y los rieles en mi vida para forjar mi educación, a mi hermano Lawrence Midence por ser pilar importante de apoyo total en mi vida y carrera profesional apoyándome en cada uno de los momentos difíciles de mi vida.

De igual manera les dedico este trabajo a todas las personas que no confiaron en mí, y no creyeron que fuera capaz de llegar a donde estoy, ya que de una u otra manera me sirvieron de motivación para demostrar que todos somos capaz de llegar a cualquier lugar siempre y cuando tengamos los ojos bien puestos en nuestras metas acompañados de Dios.

Julio Midence Valverde

DEDICATORIA

A Dios ante todo por darme fuerzas para llegar hasta estos momentos.

A mis padres por siempre confiar en mí e inculcarme que siempre hay que luchar por un sueño, ustedes siempre fueron los únicos que siempre confiaron en mí y aquí estoy rindiendo frutos.

A mis amistades que siempre estuvieron en las buenas y las malas alentándome a cumplir esta meta gracias sin ustedes no estaría aquí.

Finalmente y no menos importante, dedico este trabajo a ti el lector de esta monografía que estas en busca de mí mismo sueño que es lograr obtener el título de Ing. Civil de esta prestigiosa universidad. El camino es difícil, yo pensé que no era capaz de lograrlo, sin embargo hoy estoy aquí, esto demuestra que si yo pude ustedes también pueden solo es dar lo mejor de sí mismos y perseverar, siempre confiando en Dios ante toda situación.

Aquiles Leiva.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios por permitirnos culminar nuestra carrera universitaria, a nuestros padres por su apoyo incondicional durante estos años en la universidad y por brindarnos la educación superior que hoy estamos culminando con éxito.

De igual manera un agradecimiento muy especial al Ing. Gustavo Alonso Herrera López, siendo este señor un gran apoyo tanto técnico como amistoso para nosotros en la elaboración de este trabajo, poniendo a nuestra disposición todos sus conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera como hidráulico e hidrogeólogo, siendo este de inmenso apoyo para nuestro objetivo como es la culminación de este documento.

Agradecemos a todos los docentes de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de esta alma mater UNAN-MANAGUA, RURD, por brindarnos su tiempo y disposición en esta formación como profesional, gracias por su tiempo y dedicación del Msc. Ing. Ervin Cabrera Barahona por ser nuestro facilitador en esta última fase como estudiantes universitarios, gracias infinitas.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento está enfocado en describir de la forma más simple posible, los aspectos técnicos relacionados con el estudio y diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad rural “Los López”, ubicada en el municipio de Villa el Carmen, departamento de Managua, el cual consiste en la propuesta de un Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).

Dentro de este documento se abarca una reseña histórica de la comunidad en mención. Los datos y recopilación de información se obtuvieron de Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua potable (NTON 09 Rural) y las Normas Regionales de Calidad del Agua para el Consumo Humano, editada por CAPRE, donde se obtuvieron los parámetros de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable e Instituciones gubernamentales como: Alcaldía de Villa El Carmen, Ministerio de Salud (MINSAL), y la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), COSUDE.

El presente documento presenta una guía que describe detalladamente las actividades y metodología que se empleó para llevar a cabo el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, el cual se muestra estructurado en los siguientes capítulos:

En el capítulo I: Diagnóstico de la situación actual del sistema de agua potable.

En el capítulo II: Aspectos técnicos del diseño hidráulico del sistema de agua potable.

El capítulo III: Planos constructivos.

En el capítulo IV: Estimación de Costos de la propuesta de diseño hidráulico.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

II. ANTECEDENTES

La comunidad Los López, por estar alejados de la zona urbana, han tenido que satisfacer su demanda de agua potable por medio de la extracción en pozos hechos artesanalmente por la misma población, desde que se establecieron las primeras familias en la zona desde el año 1965 aproximadamente según líderes comunitarios de la comunidad.

Anteriormente la comunidad tenía que visitar comunidades aledañas para abastecerse del vital líquido ya que no existía ninguna fuente de abastecimiento propia de la comunidad. Por otra parte la alcaldía dos veces por semana les brindaba una cisterna de agua a la comunidad con el objetivo de proveer el vital líquido.

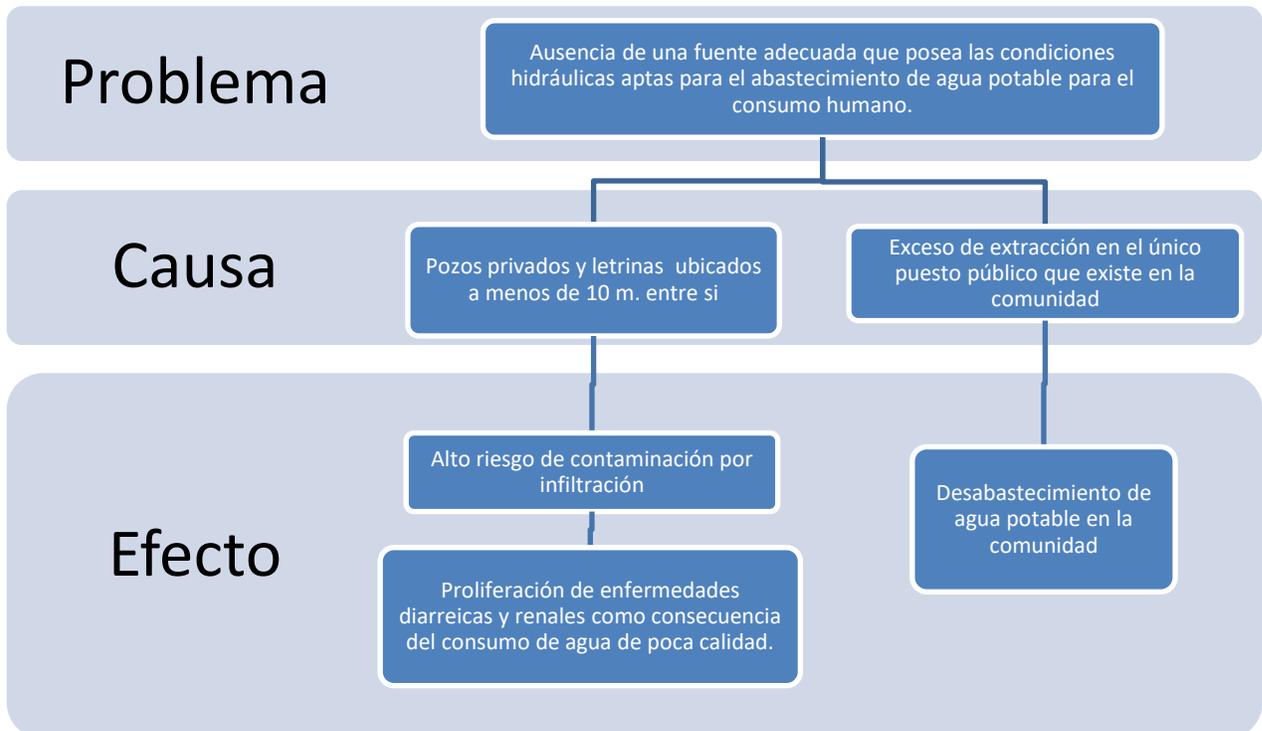
El pozo del cual se abastece actualmente la comunidad (pozo comunal) está ubicado en el centro escolar comunitario Los López, este fue una donación de la ONG Club Rotario Metropolitano con sede en la ciudad de León, proyecto elaborado en el año 2001, para lo cual no poseen infraestructura de abastecimiento de agua potable.

Se consultó monografías relacionadas con el tema en estudio tomándose como base para la realización de la propuesta de diseño hidráulico de agua potable que se realizó.

(Barahona, 2013). Desarrolló el trabajo monográfico titulado “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Miramar, departamento de León”.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación en el siguiente cuadro semántico se muestra el planteamiento del problema, causa – efecto de la situación actual que presenta la comunidad.



IV. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio es de vital importancia porque contribuirá a mejorar la calidad de vida de los pobladores; ya que nuestra propuesta de diseño hidráulico se regirá con las normas establecidas lo cual se verá limitada al reducir aquellos componentes o características del agua que puedan representar riesgo para la salud de la comunidad, previniendo de esta forma epidemias futuras.

De construirse el diseño hidráulico propuesto vendría a mejorar las condiciones de higiene y salubridad, así mismo mejoraría la costumbre del uso del agua, disminuirá los casos de insuficiencia renal, ayudara a que la comunidad se incorpore al desarrollo del municipio, así mismo permitirá un mayor crecimiento económico propiciando el aumento de pequeños negocios y la ampliación de servicios públicos.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Proponer un diseño hidráulico de agua potable a nivel de prefactibilidad para la Comunidad Los López, Municipio de Villa El Carmen, Departamento de Managua.

5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de abastecimiento de agua potable de la comunidad Los López.
- Dimensionar hidráulicamente el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para la comunidad Los López.
- Elaborar planos constructivos del sistema de agua potable propuesto.
- Estimar los costos del sistema de abastecimiento propuesto.

VI. MARCO CONCEPTUAL

6.1 Normas y Reglamentos

A nivel nacional, el gobierno de la república, ha designado al Nuevo FISE como la entidad del poder ejecutivo responsable de gestionar recursos, promover y ejecutar los programas, proyectos y acciones en el sub sector de agua y saneamiento rural. Este ente establece que los proyectos de agua y saneamiento a llevarse a cabo en el medio rural, deberán cumplir con las normas siguientes: Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99), Normas técnicas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99) y por el comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana CAPRE.

6.2 Estudio Socioeconómico

El estudio socioeconómico tiene como objetivo caracterizar la población, tasa de crecimiento y su proyección, capacidad económica de la población en estudio, dotación y consumo de agua futura, debe tomarse en cuenta que la construcción de todo sistema de agua potable, implica grandes inversiones de recursos tanto humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los costos de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por la población servida. Sumado a su vez los costos de instalación de tuberías y accesorios dentro de cada vivienda.

El principal instrumento para recolectar datos es mediante la aplicación de encuestas socioeconómicas. El principal indicador para determinar la capacidad económica será el ingreso total mensual de las familias en estudio.

6.3 Estudio de Población

Para el análisis demográfico de la población se deben tomar en cuenta los aspectos de proyección futura, y características particulares de la misma población. Para este estudio se deben de tomar muy en cuenta datos fidedignos de entidades como INIDE, MINSA, ONG's u encuestas propias realizadas por organismos interesados en llevar a cabo un proyecto en específico.

El estudio de población consistirá en la caracterización de la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, que incluirá, la densidad de población y sus características generales como estructuras por edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales y comerciales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad. La información requerida se obtendrá de la aplicación de la encuesta socioeconómica y de caracterización de la condición de servicio.

- **Tasa de Crecimiento**

Existen tres tipos de métodos de cálculo para la tasa de crecimiento poblacional, tasa de crecimiento aritmético, geométrico y exponencial. Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional en este estudio empleamos el método geométrico regido por las normativas rurales NTON (09001-99).

La tasa de crecimiento por el método geométrico, se determina con la siguiente ecuación:

$$r = \left(\frac{P_f}{P_b} \right)^{1/n} - 1 \text{ (ec. 1)}$$

Dónde:

r = Tasa de crecimiento geométrico.

P_b = Población base o población 1.

P_f = Población futura o población 2.

N = Número de años que comprende el período entre los datos poblacionales.

La tasa de crecimiento calculada para el periodo de diseño, deberá ser comparada con la tasa nacional, que varía de 2.5% a 4%.

✓ **Proyección de la Población**

Para el cálculo de la población futura en el periodo de diseño el INAA sugiere, a través de las NTON 09001-99, que se proyecte usando el método geométrico, para el cual:

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (\text{ec. 2})$$

Dónde:

P_n = Población del año “n”

P_0 = Población al inicio del período de diseño.

R = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

N = Número de años que comprende el período de diseño.

6.4 Topografía

El estudio topográfico se encarga de representar gráficamente el polígono y caracterizar la superficie del terreno. También nos permite conocer las elevaciones del terreno, la inclinación exacta y su relieve, ya sea regular o irregular. Existen varios métodos para realizar un estudio topográfico tales como: Teodolito, Estación Total, GPS, los cuales dependen del nivel de detalle del estudio. Para este estudio debido a que es a nivel de prefactibilidad se realizó por medio de un GPS de mano marca GARMIN.

El principal objetivo de la implementación de este método de levantamiento (GPS) es indicar la ubicación geográfica en base a coordenadas UTM, la altura sobre el nivel del mar y las longitudes de las componentes del proyecto.

6.5 Nivel de Servicio

Según las normativas de Nicaragua NTON establecen dos tipos de niveles de servicio de agua potable para el sector rural, las cuales son Puestos Públicos y Conexiones Domiciliares. Los puestos públicos son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer con un mínimo de dos a un máximo de 20 casas.

Las conexiones domiciliarias son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

Para efectos de este estudio utilizares el método de nivel de servicio de conexiones domiciliarias.

- **Dotación**

Según lo establecido por el INAA en las NTON 09001-99, las dotaciones se asignaran de la siguiente manera, de acuerdo a nivel de servicio geográfico, cultural y uso de agua.

- 1) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 *lppd*.
- 2) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 *lppd*.

- 3) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 *lppd*.

✓ **Variaciones de Consumo**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)} - Q_{\text{Diseño}} \text{ (ec. 3)}$$

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)} \text{ (ec. 4)}$$

✓ **Caudales Nodales**

Existen varios tipos de métodos de determinación de caudales nodales entre ellos método por área, por longitud, por lote y por densidad poblacional.

El método empleado en este estudio será el método de la densidad poblacional. El caudal nodal será determinado por medio de la ecuación:

$$Q_i = q * L_i \text{ (ec. 5)}$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$q = Q_{mh} / L_t \text{ (ec. 6)}$$

Dónde:

q = Caudal unitario poblacional (L/s/m).

Q_i = Caudal en el tramo (L/s).

Q_{mh} = Caudal máximo hora (L/s).

L_t = Longitud total de tubería del proyecto (m).

L_i = Longitud tributada de influencia del nudo “i” (m).

6.6 Descripción y Propuesta de la Fuente

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto debe estar lo suficientemente protegida para cumplir dos propósitos fundamentales.

- ➔ Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- ➔ Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Los pozos perforados se construyen cuando no es posible excavar un pozo a mano y está en dependencia de la formación geológica, particularmente cuando el terreno es rocoso o donde el acuífero se encuentre muy profundo, mayor de 40mts.

- **Fuente (Pozo Perforado)**

El INAA establece que los criterios de aceptación de un pozo perforado son los siguientes:

- ➔ El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.

- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

- **Formaciones geológicas de la Zona.**

Las formaciones geológicas son una unidad litoestratigráfica formal que definen cuerpos de rocas caracterizados por propiedades litológicas comunes (composición y estructuras) que las diferencian de las adyacentes. Es la principal unidad de división litoestratigráfica. Pueden asociarse en unidades mayores (grupos), subdividirse (miembros) o diferenciarse unidades menores significativas (capas). La disciplina geológica que se ocupa de las unidades litoestratigráficas es la estratigrafía.

Según el mapa geológico de Nicaragua en la hoja cartográfica 2951_IV, las principales formaciones geológicas de la zona son:

- Tps : Formación El Salto
- Tmf : Formación El Fraile
- Tom : Formación Masachapa
- Teb : Formación Brito

- **Calidad del Agua**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades de origen hídrico. Siendo este estudio a nivel de prefactibilidad mostramos datos de resultados de calidad del agua de fuentes aledañas y de igual manera la

descripción generalizada hidroquímica de la zona de estudio, que podrán ser utilizados como base para estudios posteriores.

El nuevo FISE, establece que la fuente de agua seleccionada deberá ser objeto de un análisis de calidad de agua físico-químico, bacteriológico, metales pesados y plaguicidas, parámetros que deben encontrarse dentro de los límites permisibles para el agua de consumo humano establecidos por el INAA y CAPRE.

6.7 Parámetros de Diseño

- **Período de Diseño**

En la siguiente tabla No. 1 se indican los periodos de diseños económicos de los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla No. 1: Periodo de diseño de los componentes de un sistema de AP

Tipos de Componentes	Periodo de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

- **Presiones Máximas y Mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se encuentren dentro de un rango permisible según las normas técnicas del diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99):

Presión Mínima = 5.00 m.c.a.

Presión Máxima = 50.00 m.c.a.

- **Velocidades permisibles en tuberías**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

$$\text{Velocidad mínima} = 0.4 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad máxima} = 2.0 \text{ m/s}$$

- **Cobertura de Tuberías**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico vehicular se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona de la tubería.

- **Pérdidas de Agua en el Sistema**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20% de la misma.

6.8 Diseños de los componentes del Sistema

Los proyectos de agua potable en la zona rural dispersa, comprenden: Mini acueductos por Gravedad (MAG), **Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)**, Captaciones de Manantial (C.M), Pozo Excavado a Mano (PEM) y Pozo Perforado (PP). Después del análisis de las posibles alternativas de solución para

el desabastecimiento del vital líquido, se ha llegado a la conclusión de que la alternativa social y económicamente factible para la comunidad Los López del municipio de Villa El Carmen, es la implementación de un Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE). Un MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, tanque y red de distribución.

6.8.1 Determinación de datos hidráulicos de la fuente

Para la determinación de los datos hidráulicos de la fuente se emplearan valores obtenidos facilitados por la alcaldía de Villa el Carmen. Ecuaciones que se detallan a continuación.

- ***Nivel Dinámico del Acuífero (NDA)***

También llamada nivel de bombeo, porque es producido cuando comienza la descarga del acuífero por el pozo. Este nivel depende del caudal de bombeo, del tiempo de bombeo y de las características hidrogeológicas del acuífero.

$$NDA = \frac{Q}{CE} + NEA \text{ (ec. 7)}$$

Dónde:

NDA = Nivel Dinámico del Acuífero (pies)

Q = Caudal (gpm)

CE= Capacidad específica (gpm/pie)

NEA = Nivel Estático del Acuífero (pies)

- **Descenso provocado por bombeo o abatimiento (S)**

Se entiende como descenso o abatimiento al espesor rebajado del volumen de agua provocado por la extracción de agua al momento del bombeo desde el nivel inicial de agua (NEA) hasta el nivel más bajo que puede ser rebajado el acuífero en el punto de la captación (NDA).

$$S = NDA - NEA \text{ (ec. 8)}$$

Dónde:

S = abatimiento (pies)

NDA = Nivel Dinámico del Acuífero (pies)

NEA = Nivel Estático del Acuífero (pies)

- **Capacidad específica (CE)**

Es la relación que existe entre el caudal que se obtiene de un pozo y el abatimiento producido y se expresa en unidades de caudal por longitud, (gpm/pie). Es un término que representa el grado de eficiencia de un pozo ya que de dos pozos perforados en una misma formación acuífera, el de menor capacidad específica tendrá menos eficiencia.

$$CE = \frac{Q}{S} \text{ (ec. 9)}$$

Dónde:

CE = Capacidad específica (gpm/pie)

Q = Caudal (gpm)

S = Abatimiento (pies)

- **Longitud de rejilla.**

Se conoce también con el nombre de filtro o tubería ranurada. Es una tubería especialmente diseñada, construida e instalada con el objetivo de permitir el flujo de agua proveniente del acuífero hacia el interior del pozo.

$$Lr = \frac{Q}{4.37 * p * d} * 2 \text{ (ec. 10)}$$

Dónde:

Lr = Longitud de rejilla (m)

Q = Caudal (m^3/h)

p = Apertura de rejilla (porcentaje)

d = diámetro de la rejilla (pulgadas)

6.8.2 Diámetro económico

Se usará la ecuación siguiente para el diámetro óptimo en la tubería de descarga, similar a la de Bresse y de amplia aplicación en los Estados Unidos:

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \text{ (ec. 11)}$$

Dónde:

D = Diámetro (m)

Q = Caudal (m^3/s)

6.8.3 Estación de Bombeo

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos húmedos o pozos perforado no mayor de 10 m de profundidad son bombas de eje horizontal, y para pozos mayores de 10 m son las de turbinas de eje vertical y sumergible.

Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las pérdidas mecánicas. Las velocidades de operación de los motores eléctricos varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

- **Pérdidas en la Columna**

Las NTON 09001-99, establecen que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran igual al 5% de su longitud.

$$h_{f_{columna}} = 5\% L_c \quad (\text{ec. 12})$$

$$L_c = NDA + \text{Sumergencia de la Bomba} \quad (\text{ec. 13})$$

L_c = Longitud de la columna

NDA = Nivel Dinámico del Acuífero

***Nota:** Según normativas el NTON establece que el mínimo de sumergencia de la bomba es de 40 pies por debajo del Nivel Dinámico del Acuífero.

- **Pérdidas en la Descarga**

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería (L_e), estas serán tomadas del autor: (López, 1999, p. 35).

$$L_{real} = L_{tuberia} + L_e \quad (\text{ec. 14})$$

L_e = Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

Para el cálculo de las pérdidas por longitud, descarga y de succión aplicaremos el método de Hazen Williams.

$$h_{desc} = 10.674 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}} \quad (\text{ec. 15})$$

Dónde:

Q = Caudal (gpm)

C = Coeficiente de Rugosidad Hazzen Williams (adimensional)

L_{real} = Longitud Real (m)

ϕ = Diámetro (m)

Tabla No. 2: Longitud Equivalente en los accesorios

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90°																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
Curva 90°																
R/D: 1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0
Válvula																
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120
Angulo de pie		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Te salida																
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0

Fuente: López, R. A. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Editorial Alfa y Omega.*

- **Carga Total Dinámica (CTD)**

$$CTD = NDA + \Delta Z + \sum hf \quad (\text{ec. 16})$$

Donde;

CTD = Carga total dinámica (pies).

NDA = Nivel Dinámico del Acuífero (m)

ΔZ = Diferencial de Elevación entre el NDA y Altura Máxima del Tanque (m)

$\sum hf$ = Sumatoria de Perdidas (Perdidas en Columna, Tubería, Accesorios)

✓ **Potencia hidráulica de la bomba**

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * E_b * E_m} \quad (\text{ec. 17})$$

$$P_{\text{motor}} = 1.15 P_B \quad (\text{ec. 18})$$

Dónde:

P_B = Potencia de la bomba (HP).

P_{motor} = Potencia del motor (HP).

Q = Caudal (gpm).

CTD = Carga total dinámica (pies).

E_b = Eficiencia de la bomba (para efectos del cálculo teórico se estima en un 75%).

E_m = Eficiencia del motor (para efectos del cálculo teórico se estima en un 90%).

6.8.4 Línea de Conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta las comunidades, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

Para su dimensionamiento deberá considerarse los siguientes aspectos:

- 1) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño (CMD = 1.5CPDT).
- 2) La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

- **Velocidad**

La velocidad en la línea de conducción será calculada a partir de la fórmula de continuidad, que se expresa como sigue:

$$V = \frac{4Q}{\pi\phi^2} \quad (\text{ec. 19})$$

$0.6 \text{ m/s} < V < 1.5 \text{ m/s}$, (0.6 m/s para evitar sedimentos y 1.5 m/s para evitar ruptura por los golpes en las paredes).

Dónde:

$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$

$\phi = \text{Diámetro (m)}$

$V = \text{Velocidad (m/s)}$

- **Golpe de Ariete**

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido normal, ésta por acción de la gravedad, invierte el sentido del flujo viajando hacia la bomba. (Baldizón, 2008, p.93)

✓ **Cálculo de la celeridad**

La celeridad es la velocidad de propagación de la onda, la cual puede ser calculada por la fórmula:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (\text{ec. 20})$$

Dónde:

C = Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D = Diámetro de la tubería (mm).

e = Espesor de los tubos (mm).

K = Coeficiente del módulo de elasticidad del tubo (adimensional).

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon_{material}} \quad (\text{ec. 21})$$

$\epsilon_{material}$ = Modulo de elasticidad del tubo (kg/cm^2)

Tabla No. 3: Valores de K para diferentes materiales de tubería

Material de la tubería	ϵ (kg/m^2)
Fundición	17×10^9
Acero	21×10^9
Hormigón	3×10^9
PCV - U	3×10^8
PE	10^8
PRFV	2×10^9

Fuente: Barahona, T. (2013). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Miramar, departamento de León. Nicaragua.*

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión.

✓ **Cálculo del tiempo de cierre**

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobrepresión máxima.

$$T = \frac{2L}{C} \text{ (ec. 22)}$$

Dónde:

L = Longitud hasta el depósito (m).

C = Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T = Fase o periodo de cierre (s).

✓ **Longitud Crítica**

$$L_c = \frac{C * T}{2} \text{ (ec. 23)}$$

Dónde:

L_c = Longitud Crítica (m).

C = Celeridad (m/s).

T = Tiempo de Cierre (s).

✓ **Cálculo de la sobre presión**

El cálculo de la sobre presión se calcula por medio de la ecuación de Allievi, la cual se detalla a continuación:

$$G. A = \frac{C * V}{g} \text{ (ec. 24)}$$

Dónde:

$G. A.$ = sobrepresión (m).

V = velocidad media del agua (m/s).

C = Celeridad (m/s).

g = Gravedad (m^2/s).

✓ **Presión total**

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática y la sobrepresión ocasionada por golpe de ariete.

$$PT = G.A. + \Delta Z \text{ (ec. 25)}$$

Dónde:

$G.A$ = sobrepresión (m).

ΔZ = Diferencial de Elevación entre el NDA y Altura Máxima del Tanque (m)

6.8.5 Tanque de Almacenamiento

Los depósitos tienen como objetivos: Suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua o periodos de no bombeo que se plantea en el reglamento nacional. Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- 1) **Volumen Compensador:** El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario (CPD).
- 2) **Volumen de reserva:** El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario (CPD).

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

$$\text{Vol. Total} = 35 \% \text{ CPDT (ec. 26)}$$

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

- A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta.
- A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales.

Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{\text{Vol.}}{3} + K \text{ (ec. 27)}$$

h = Altura (m).

Vol. = Volumen del tanque/100.

K = Coeficiente en ciento de metros cúbicos (ver tabla No. 4).

Tabla No. 4: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.

Vol. En ciento de m ³	K
<3	2.0
3-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
>17	0.7

Fuente: Baltodano, J. (2003). *Folleto de abastecimiento de agua potable, del curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de Construcción, UNI-RUPAP.*

La base del tanque puede ser calculada considerando una sección cuadrada, a través de la ecuación:

$$L = \sqrt{\frac{Vol}{h}} \quad (\text{ec. 28})$$

L = Lado de la base (m).

Vol = Volumen del Tanque (m^3)

h = Altura (m).

- **Parámetros de Calidad de Agua**

El principal propósito de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad.

Los parámetros de calidad de agua están regidos bajo las normas de calidad de agua para consumo humano dictadas por el comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana CAPRE, de igual manera por la organización especializada en la prevención y control de la salud a nivel mundial OMS.

- ✓ **Tratamiento y Desinfección**

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades de origen hídrico. Con la determinación promedio de la calidad de la zona, se estipulara si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales. En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipoclorito, debido a su fácil manejo y aplicación. La aplicación de la

solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectúa mediante el hipoclorador de carga constante.

La determinación de la dosificación será por medio de las ecuaciones siguiente:

$$\text{Vol. Cloro (lb/día)} = 0.012 * \text{CMD} * d \quad (\text{ec. 29})$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (lb/día)} = \frac{\text{Vol. Cloro}}{\text{Concentracion}} \quad (\text{ec. 30})$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (gr/día)} = \frac{\text{Vol. de Hip.Calcio} \left(\frac{\text{lb}}{\text{día}} \right) * 100}{2.2} \quad (\text{ec. 31})$$

$$\text{Vol. Solución (lt/día)} = \frac{\text{Vol. de Hip.Calcio} \left(\frac{\text{gr}}{\text{día}} \right)}{100} * 100 \quad (\text{ec. 32})$$

$$\text{Vol. Solución (gpd)} = \frac{\text{Vol. de solución} \left(\frac{\text{lt}}{\text{día}} \right)}{3.785} \quad (\text{ec. 33})$$

$$\text{Dosificación (gotas/min)} = \frac{\left(\frac{\text{Vol. de solución} \left(\frac{\text{lt}}{\text{día}} \right) * 1000 * 13}{24} \right)}{60} \quad (\text{ec. 34})$$

6.8.6 Red de Distribución

Es el sistema de conductos cerrados a través de un análisis hidráulico, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo según los criterios de Consumo Máxima Hora (CMH) y Sin Consumo, para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- 1) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño (CMH = 2.5CPDT).
- 2) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

- **Tipos de Redes**

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución:

- ✓ **Redes Abiertas**

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza. Nuestro estudio está regido bajo la condición de red abierta, dado a las condiciones del terreno que amerita este sistema.

- ✓ **Redes Cerradas**

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

VII. DISEÑO METODOLOGICO

7.1 Tipo de Investigación

El proceso investigativo del presente estudio, corresponde a un estudio de tipo transversal. Transversal porque es un estudio estadístico y demográfico con el fin de obtener por medio de datos poblacionales la proyección de población en un tiempo determinado para la proponer una solución a un problema social como lo es el desabastecimiento de agua potable en la comunidad.

La primera etapa de la investigación, que incluye los primeros 2 objetivos (Diagnostico socioeconómico de las familias y Diseño hidráulico de los componentes del sistema) responde a la primera parte del estudio descriptivo. El objetivo de esta etapa es la recolección de información.

La segunda etapa de la investigación, que incluye los siguientes 2 objetivos (Elaboración de planos que contemplan el diseño y determinación del presupuesto del proyecto a nivel de prefactibilidad), corresponde a la segunda parte del estudio Descriptivo, donde se usara como herramienta los datos obtenidos en campo para definir las nuevas condiciones del servicio, los componentes del sistema propuesto.

7.2 Universo y muestra

Para la recolección de datos correspondiente al primer objetivo de la primera etapa de la investigación (Diagnostico socioeconómico de la comunidad), la medición de las variables se realizó por medio de encuestas. Para esto la población de estudio (universo), para quienes serán válidos los resultados aquí obtenidos, serán las familias de la comunidad de Los López y la muestra, según las sugerencias del nuevo FISE, deberá considerar la inclusión indistinta de la

comunidad, por tanto también serán las familias de la comunidad ya que sus pobladores son lo suficientemente bastas para realizar las encuestas.

Para los 2 objetivos restantes de la primera etapa de la investigación (Diagnostico de la fuente y Diseño Hidráulico), por pertenecer a un proceso diferente de recolección de información, ya no se habló de población y muestra, sino solamente de unidad de análisis.

7.3 Información de Gabinete

Es la información preliminar obtenida del área de estudio mediante informes técnicos ya sea de SINAPRED, INETER, MINSA, Alcaldía de Villa El Carmen, ENACAL, INEC, etc. o de igual manera por medio de portales digitales.

- **Matriz de Obtención de la Información**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los mecanismos, fuentes e instrumentos que serán utilizados para la recolección de información para las variables independientes.

Tabla No. 5: Matriz de obtención de la información

Objetivo específico	VARIABLES	Fuente	Indicador	Instrumento
Diagnosticar las condiciones tanto sociales como económica de la comunidad	Edad	Miembros de la familia	Entrevista	Encuesta socioeconómica con el formato del nuevo FISE
	Escolaridad		Entrevista	
	Situación de la propiedad		Entrevista	
	Situación laboral		Entrevista	
	Ingreso familiar mensual		Entrevista	
	Disposición al pago del agua		Entrevista	
	Capacidad de		Entrevista	

	pago			
	Usos del agua	Miembros de la familia	Entrevista	Encuesta caracterización de la condición del servicio
	Accesibilidad al agua		Entrevista	
	Disponibilidad del agua		Entrevista	
	Efectividad del servicio		Entrevista	
	Expectativas		Entrevista	
Examinar las condiciones y calidad del terreno para la ubicación del sistema. (MABE)	Accidentes topográficos	Terreno	Levantamiento topográfico	GPS
	Pendientes naturales			
	Tipo de suelo		Recorrido de campo	Observación

Fuente: Odderey Matus (Curso de metodología de la Investigación)

7.4 Recorrido de Campo

La visita de campo, tiene como principal propósito la obtención de información, visual, que permita conocer el modo de vida de la población y las principales problemáticas que presenta. Sin ser excluyentes, la visita tendrá como objetivo realizar las siguientes actividades de reconocimiento:

- a) Observación general de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
- b) Observación de la situación actual de las personas para extraer agua.
- c) Observación de los sistemas de disposición de excretas utilizados.
- d) Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial.
- e) Reconocimiento de la fuente de abastecimiento y el estado de esta.
- f) Reconocimiento de la topografía de la zona en general, tanto dentro del núcleo poblacional como a las afueras de este.
- g) Reconocimiento general de las características ambientales de la zona.
- h) Reconocimiento general de las características hidrológicas de la zona.

- i) Identificación de accidentes topográficos.
- j) Identificación de posibles predios para el depósito.
- k) Reconocimiento general de las características del suelo, principalmente en los posibles predios para el depósito.
- l) Identificación de posibles rutas para la línea de conducción.

7.5 Recopilación de Información

La recolección de datos en la comunidad Los López, se desarrolló primeramente por medio de un reconocimiento de campo y posteriormente por medio de la aplicación de encuestas y levantamiento de información de campo. El resultado de la etapa descriptiva son los datos para los estudios socioeconómico y topográfico.

La segunda etapa correspondió al análisis de los resultados de la primera etapa, lo que conlleva a la selección de la dotación y toma de decisiones sobre los elementos componentes del sistema más adecuados, de acuerdo a las condiciones socioeconómicas y topográficas de la comunidad. Debe entenderse que esta segunda etapa de la que se habla se refiere aun a recolección de información y no al diseño como tal de los elementos del sistema. La etapa termina cuando se ha recabado información suficiente, que mediante el criterio técnico del diseñador permita el diseño de los componentes del sistema.

- **Recopilación de datos Poblacionales**

Los datos poblacionales, serán extraídos de los censos nacionales realizados por INEC (1938, 1950, 1963, 1973, 1995 y 2005), a través de su portal oficial. Además se cuenta con un censo realizado recientemente por el secretario político comunitario de ambas comunidades.

La estimación de la población actual, será obtenida a través del conteo poblacional que se incluye en la encuesta socioeconómica.

✓ **Encuesta Socioeconómica**

La encuesta a implementarse es un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recabar información sobre la capacidad económica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, la situación económica de la familia y la situación del agua.

Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia. Ver anexo 1 (Encuesta socioeconómica).

- **Recopilación de datos generales de la fuente**

Dado que es un pozo propuesto, necesitaran los niveles freáticos y niveles de flujo de aguas subterráneas, la demanda requerida por el proyecto, para de esta manera proceder al diseño hidráulico del sistema de captación de la fuente electa como solución del problema (pozo perforado).

✓ **Análisis y estimación de la demanda de agua del sistema**

La estimación de la dotación de agua (lppd), será fundamentada en un análisis comparativo entre las dotaciones propuestas por el INAA para zonas rurales y una dotación estimada para la comunidad basada en los hábitos de consumo de la población. Para realizar esta estimación se acudirá a los valores de referencia de

la Organización Mundial de la Salud (OMS). La dotación seleccionada no deberá necesariamente coincidir con los valores sugeridos por el INAA para el tipo de proyecto y el nivel de servicio. La información para la estimación del gasto de agua de las familias se obtendrá mediante encuesta.

De los resultados de la estimación del gasto de agua, se determinara si será necesario establecer alguna clase de limitante al sistema (esto para garantizar la disponibilidad de la fuente) o si bien se dispondrá de un servicio abundante.

7.6 Levantamiento Topográfico

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, seguirá las sugerencias brindadas por El Nuevo FISE a través del documento “Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM) - Capítulo II: Pre inversión”. A falta de un equipo óptico-digital o electrónico de precisión (teodolito o estación total), la principal herramienta para la realización del levantamiento de puntos será un GPS de mano, validando estos datos por medio de software Google Earth.

El levantamiento topográfico se llevara a cabo con el replanteo de los nodos y líneas de tubería de conducción, además de la altiplanimetría del área del tanque y fuente.

VIII. ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 Diagnóstico de la situación actual de la comunidad “Los López”

El diagnóstico del sistema de abastecimiento existente en la comunidad Los López, se realizó por medio de encuestas rurales del ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), e investigaciones realizadas en campo por el equipo de trabajo a fin de determinar las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable con el que actualmente se abastece la comunidad.

La fuente de suministro de agua para los pobladores de la comunidad Los López la constituye un (1) pozo comunitario (ver Ilustración No. 1) y alrededor de 10 pozos privados excavados a mano dentro de los linderos de sus propiedades para el abastecimiento propio de los pobladores, de igual manera estos pozos no abarcan en su totalidad la



Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración No. 1: Pozo Comunitario de Los López – Villa El Carmen.

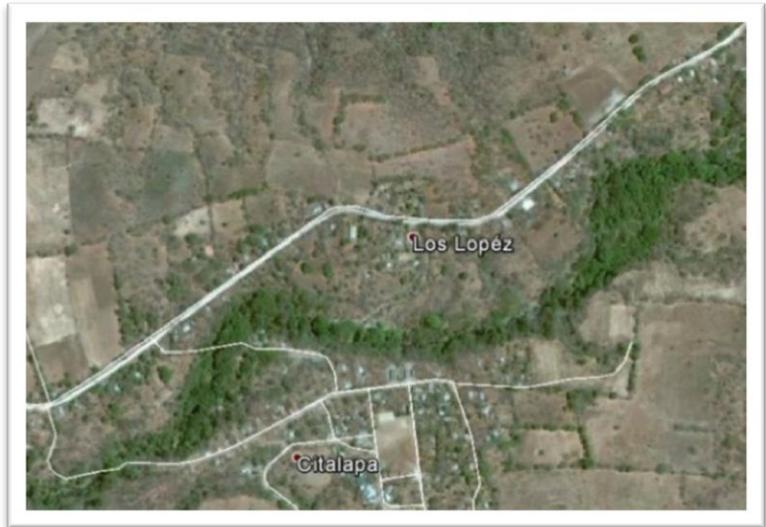
demanda poblacional de la comunidad según algunas de las quejas de los mismos pobladores y es por esto la

escasez del vital líquido, de igual manera se suma el riesgo de enfermedades al consumir este vital líquido sin previos análisis de calidad del agua que determinen el consumo apto o tratamiento del agua en esta zona, dado que el ente encargado de realizar estos análisis de calidad de agua en las zonas aledañas no cubre la comunidad en estudio.

- **Descripción del área de estudio**

- ✓ **Ubicación del área de estudio**

La comunidad Los López está ubicada en el municipio de Villa El Carmen, departamento de Managua, a 49 kilómetros de la capital Managua, en la carretera Managua – Pochomil. Ver ilustración No. 2



Geográficamente se posiciona en las coordenadas 11°55'04.39" latitud Norte y 86°28'25.79" longitud Oeste y una elevación de 171 msnm.

Fuente: Google Earth Pro.

Ilustración No. 2: Ubicación de la Comunidad Los López – Villa El Carmen.

- ✓ **Límites de la Comunidad Los López**

- Al Norte con la Comarca Las Cañas
- Al Sur con la Comarca Citalapa
- Al Este con la Comarca La Libertad
- Al Oeste con la Comunidad Los Rugama

✓ **Clima**

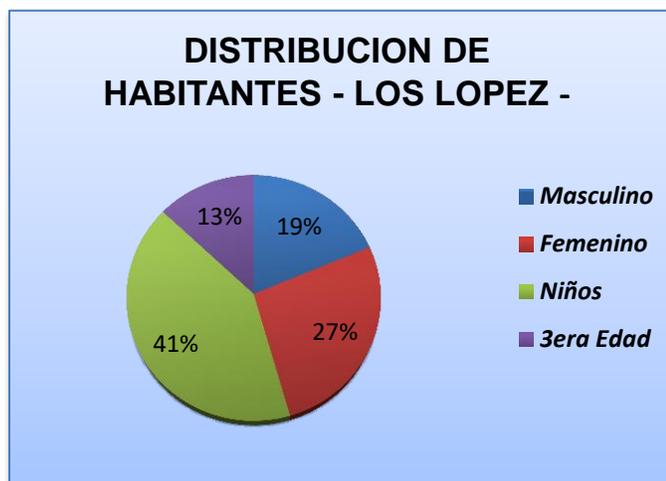
Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) la zona se caracteriza en términos generales por ser de tipo tropical seco con variaciones en Septiembre y Octubre, con clima húmedo en invierno; en Noviembre, Diciembre y Enero se presenta clima fresco.

Las precipitaciones en el municipio han sido bajas e irregulares. El promedio anual es de 1,097 mm. El periodo lluvioso se inicia generalmente en Mayo y concluye en Octubre, en el cual ocurre el 99 % de la precipitación total anual. Los meses con mayores lluvias son Septiembre y Octubre con 262.2 y 217.6 mm. El periodo seco se inicia en Noviembre y termina en Abril, ocurriendo en este periodo únicamente el 1 % de las lluvias principalmente en los meses de Diciembre hasta Abril.

• **Resultados de encuestas Socio-económica**

✓ **Población (Comunidad Los López)**

Según los datos arrojados por las encuestas hechas a los jefes de las familias de la comunidad, existen actualmente 65 familias, 19% (46) conformada por hombres, 27% (66) mujeres y 41% (102) niños, y 13% (32) personas de la tercera edad, para un total de 246 habitantes con un índice de hacinamiento de 3.78 equivalente a 4 personas por vivienda. Ver Grafica No. 1.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 1: Distribución de Habitantes

En la comunidad existe una escuela primaria y secundaria, con una matrícula de 54 alumnos ambos sexos, impartándose primaria por la mañana y secundaria por la tarde. Los pobladores se quejan de no poder enviar a sus niños a pre-escolar, dado que la pequeña escuela no presenta las condiciones en dimensiones para poder agregar más aulas en el centro de estudio.

✓ **Actividad Económica**

Además de las actividades que impulsan la economía en el municipio, la comunidad se rige principalmente por las siguientes actividades: comercio (pulpería, venta de leña, acarreo de agua), agricultura, clase obrera. Las personas que realizan estas actividades reciben un salario superior a los C\$ 1,000.00 e inferior a los C\$ 4,500.00 mensuales.

✓ **Servicios existentes**

Según la encuesta socio-económica realizada, la comunidad cuenta el servicio de energía eléctrica y agua por medio de pozos excavados a mano, pero de igual manera carecen de servicios como: alumbrado público, servicio de telecomunicación, sistema de abastecimiento de agua potable, tuberías de drenaje sanitario, servicios básicos de salud, centro de asistencia médica u hospital, por lo que deben movilizarse hasta el centro de salud ubicado en el centro de Villa El Carmen para cualquier tipo de eventualidad.

✓ **Educación y Vivienda**

De los 102 niños que existen en la comunidad, 48 están en edad de preescolar lo cual no pueden asistir por falta de este grado escolar en la escuela más cercana; 54 en edades entre primaria y secundaria, sin embargo muchos de estos aunque

están en edades escolares no asisten a clases y se dedican a trabajos laborales por falta de recursos económicos para subsistir.

✓ **Transporte**

Con relación al transporte colectivo, esto dentro de la comunidad no existe, dado que la carretera principal donde pasan los buses queda a 5km y las personas se tienen que movilizar ya sea en caballos, bicicletas, caponeras o al ray.

Las condiciones de las vías dentro de la comunidad son bastante malas, dado que únicamente existe la compactación de la trocha, y esto puede procrear enfermedades con el tiempo respiratorias, dado que el polvo suelto puede afectar los pulmones de los niños, adultos y ancianos.

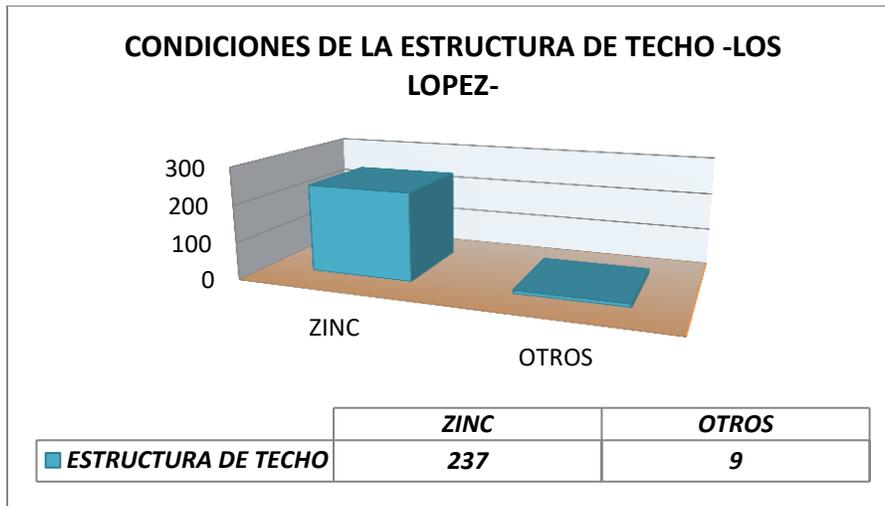
✓ **Aspectos socio-organizativos**

La comunidad tiene un nivel medio de actividades organizativas, predominan el grupo político y religioso; la política liderada por el Señor Carlos Adrián Gaitán, integrada por un 80% de jefes de familia de la comunidad. Y la religiosa integrada por un 50% de familias de la comunidad, teniendo que ir a la comunidad aledaña a cultos dado que en la comunidad Los López no existe iglesia en la que se puedan congregar.

✓ **Situación Habitacional**

En la inspección y visita de campo realizada a la comunidad, para el diagnóstico comunitario, se observó el tipo de materiales de los cuales están construidas las viviendas de la comunidad. Basados en la información recopilada, simple inspección y la encuesta socio-económica aplicada a la comunidad, podemos afirmar que la mayoría de viviendas tienen techos de zinc y una minoría entre ripios y nicalic. Ver Grafica No. 2.

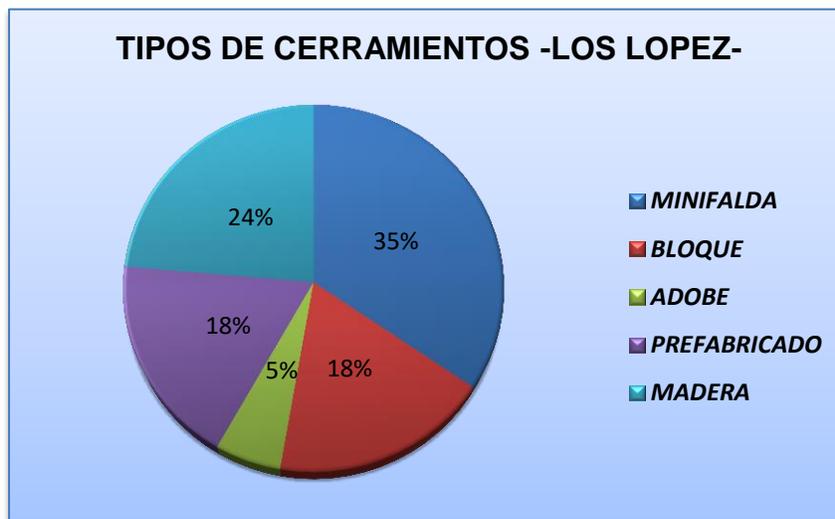
Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 2: Condiciones de la Estructura de Techo

Entre situación de paredes predominan de paredes de minifalda y bloques o prefabricadas. Ver Grafica No. 3.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 3: Tipos de Cerramientos

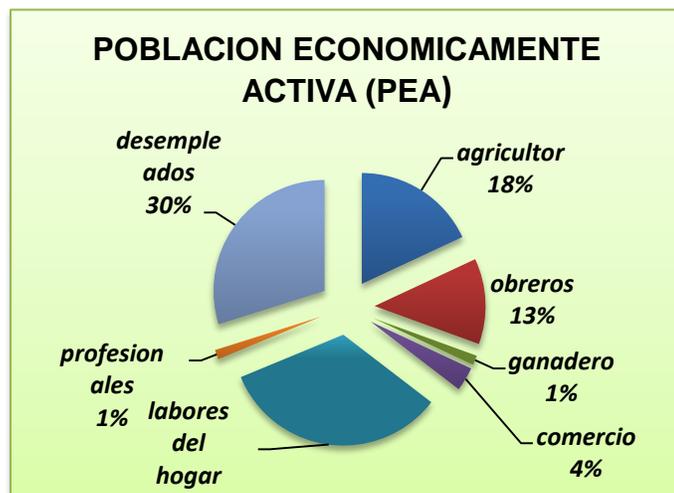
✓ **Disponibilidad de integración al proyecto**

En la relación de las encuestas se observó que existe una gran voluntad de los habitantes de la comunidad que desean contar con el servicio de agua en sus domicilios y están dispuestos a apoyar el proyecto en todas sus etapas posibles, siempre que este a su alcance y disposición. Su mayor aporte para este proyecto sería la mano de obra local.

De la misma manera la población esta consiente que es un servicio pago y están dispuestos a solventar dichos pagos para el sufragio de sus necesidades.

✓ **Situación económica**

La población de la comunidad Los López está compuesta en su gran mayoría por gente trabajadora, muchos de ellos con una educación básica. Estas están dedicadas a las actividades de agricultura, comercio y labores domésticas.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 4: Población Económicamente Activa (PEA)

Para un total de 53 personas económicamente activas, 43 desempleados y 48 dedicadas a las labores del hogar sin devengar ningún salario. Ver Grafica No. 4.

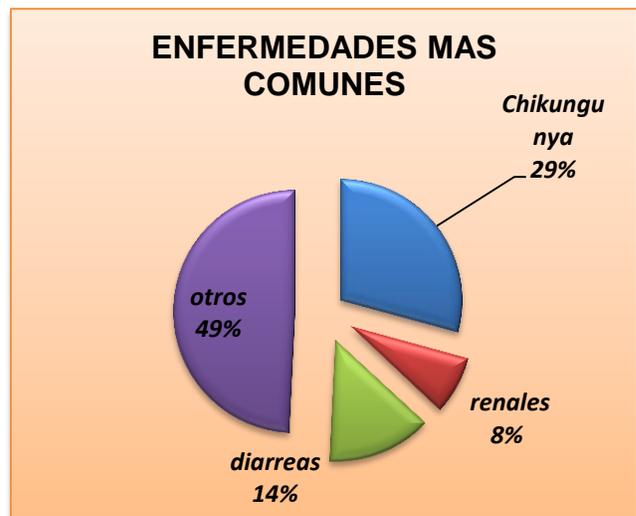
Con este grafico es de fácil comprensión que 53 trabajan y son económicamente activas y 48 personas trabajan pero no devengar ningún salario (labores del

hogar), siendo este un total de 101 personas que trabajan o son activos en la búsqueda de trabajo, este grupo está conformado por jóvenes mayores de 16 años y menores de 65 años, lo que significa que de un total de 246 habitantes 43 no están activos en la búsqueda de trabajo.

Adicional a los datos obtenidos, también se indago sobre el ingreso mensual promedio en las familias de la comunidad, lo que nos lleva a una relación de 1000-4500 córdobas mensuales aproximadamente por familia.

✓ **Enfermedades más comunes en las familias de la comunidad**

Según el censo socio-económico de elaboración propia, las enfermedades más comunes en el último año dentro de la comunidad fueron; Chikungunya, Renales, diarreas y otras enfermedades menores como dolor de cabeza, resfriado común, fiebres. Un gran número de habitantes señalan como causa principal de estas enfermedades la escasez y mala calidad del agua que consumen.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 5: Enfermedades más comunes.

✓ **Condiciones Higiénicas en las familias**

La carencia del vital líquido limita las acciones higiénicas que generalmente deben tomarse en cuenta en la vida cotidiana, ya sea en el hogar, escuela o distintas labores, Se obtuvo la siguiente información sobre las acciones generales que la comunidad toma de cara a la higiene colectiva.



Un indicador clave son las condiciones en las que se

Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 6: Clasificaciones de excretas

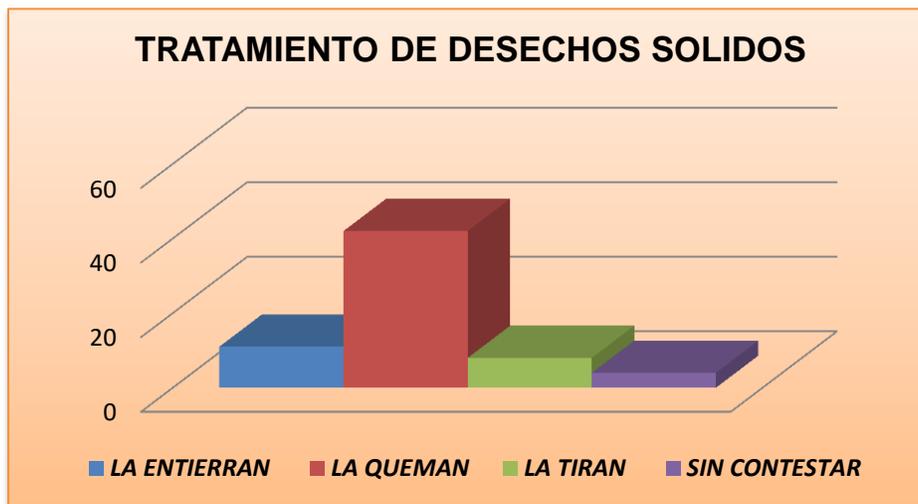
encuentran los servicios sanitarios en cada vivienda, cabe recalcar que no todas poseen servicios sanitarios propios, ya sean letrinas o sumideros, debido a que muchas de estas se encuentran inhabilitadas y otras no tienen. Ver Grafica No. 6.

Además, se realizó una valoración a las estructuras sanitarias, de las que se desprenden tres estados: Buena, regular, mal estado. Ver Grafica No. 7.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 7: Estado de las letrinas

Con relación a la disposición de la basura en la comunidad se comprobó que la mayoría la quema, pero un considerable porcentaje no utiliza métodos de eliminación de basura, pues esto es un indicador de los hábitos higiénico-sanitarios de la comunidad. Otro porcentaje la bota, y la tercera parte la entierra. Ver Grafica No. 8.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 8: Tratamiento de desechos solidos

✓ *Censo Poblacional*

Con el propósito de conocer la cantidad total y actual de los habitantes de la comunidad Los López se llevó a cabo un censo por elaboración propia, este refleja que se tiene una población total de 246 habitantes, la cual está compuesta por 102 niños menores a 16 años correspondiente al 41% del total de la población, 66 mujeres correspondiente al 27% y 46 hombres correspondientes al 19%. Un grupo más presente en este censo, está conformado por 32 personas de la tercera edad que equivale al 13% de la población total.

La siguiente tabla No. 6 presente un resumen de los resultados de la encuesta efectuada en la localidad.

Tabla No. 6: Resumen de resultados de encuestas.

Descripción	Cantidad
Total de Viviendas	65
Total de habitantes	246
Viviendas encuestadas	65
Población Censada	65
Población menos a 16 años	102
Hombres	46
Mujeres	66
Tercera edad	32
Índice de Hab/Vivienda	3.78 \approx 4

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

La población participo en el proceso de las encuestas, y con los resultados obtenidos se realizó un resumen total de las encuestas; y las variables se representan. Luego de analizarlas, se deberán tomar decisiones estratégicas para mejorar la situación actual y en el futuro y con esto implementar un diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el abastecimiento de agua potable estratégicamente planificado para suplir las necesidades de la comunidad Los López.

✓ **Capacidad económica**

La capacidad de pago por familia, se determinó considerando el 3% de los ingresos familiares para el pago del servicio de agua potable, esto de conformidad a lo recomendado por el Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.

La capacidad de pago mensual por familia para un ingreso familiar promedio de C\$ 3,675.40 (tres mil seiscientos setenta y cinco córdobas con cuarenta centavos) es de 110.26 ~ C\$ 111.00 (ciento once córdobas).

Según encuesta socio económica realizada por elaboración propia la población encuestada estaría dispuesta a pagar un promedio de C\$ 70.00 (setenta córdobas netos) debido a que lo justifican por sus bajos ingresos económicos.

- **Diagnóstico Técnico actual del sistema de abastecimiento de agua potable.**

Dado que no existe una red de abastecimiento de agua potable y a las condiciones actuales que provocan el desabastecimiento parcial de agua a la comunidad, se procedió a investigar para dar un veredicto y una respuesta de manera responsable a la problemática que afecta a la comunidad Los López.

Lamentablemente hay un déficit de programas de interés social de este tipo que velan por el bienestar y salud de esta comunidad y es por esta razón que la población se tiene que conformar con la poca extracción del vital líquido que pueden extraer de este pozo comunitario, y en otros casos con personas que elaboran su propio pozo excavado a mano.

La información general de la fuente actual que se ubica en la escuela comunal de la comunidad Los López, fue brindada por la Ingeniera Nora Gutiérrez de la Unidad de Gestión Ambiental de la Alcaldía municipal de Villa el Carmen, información que se detalla a continuación en la tabla No. 7.

Tabla No. 7: Descripción de la Fuente Actual

Descripción – Pozo Comunal Los López	Unidad	Medida
Profundidad	Pies	220
Diámetro de perforación	Pulgadas	20
Diámetro de Revestimiento	Pulgadas	18
Nivel Estático del Agua (NEA)	Pies	82
Nivel Dinámico del Agua (NDA)	Pies	97

Fuente: Alcaldía de Villa el Carmen.

✓ **Descripción organoléptica del Agua según encuesta socio económica.**

El agua que ellos extraen del pozo comunitario y/o pozos privados la ocupan tanto para su higiene personal, actividades cotidianas y consumo humano, corriendo el riesgo de enfermedades que conllevan el ingerir este vital líquido sin monitoreo de análisis de calidad del agua y tratamiento de esta fuente.

Según la encuesta socio económica realizada por elaboración propia existe una mayoría de la población inconforme con la calidad de agua que consumen por medio del pozo comunitario o pozos privados, siendo este porcentaje de un 72% de inconformidad ya que según la población el agua extraída tiene mal olor y mal sabor en muchas ocasiones.

8.2 Diseño hidráulico de los elementos del sistema.

El abastecimiento de agua potable provendrá de un pozo del cual se extenderá hasta un tanque de almacenamiento ubicado en la cota más alta de la comunidad, y luego se distribuirá por tubería de distintos diámetros a la población.

8.2.1 Cálculo de Consumo

- **Estimación de población.**

Este es uno de los puntos más importantes para la elaboración del SAAP, ya que de la cantidad de población se estime a brindar el servicio dependerán todos los cálculos para el diseño de la red.

Uno de los métodos más utilizados en Nicaragua y es aplicable a las ciudades que no han alcanzado su desarrollo como el campo rural es el método geométrico, y se mantiene en crecimiento con una tasa fija. Tomando como punto partida los censos poblacionales obtenidos de las encuestas socio-económicas.

- **Tasa de crecimiento geométrica.**

La vida útil estimada para la cual se diseñara el SAAP será de 20 años, por lo tanto la cantidad de población se estimara, estará en dependencia de esta. Se proyectara teniendo como punto de partida el año actual (2016).

Tabla No. 8: Estadísticas censales.

<i>Año</i>	<i>Población</i>	<i>Fuente</i>
2005	173	MINSA (Centro de salud “Villa el Carmen”)
2016	246	Encuestas Socio Económica

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

A partir de la ecuación 1 se determinó la tasa de crecimiento para obtener una población futura a 20 años.

$$r = \left(\frac{246}{173} \right)^{1/11} - 1$$
$$r = 3.25\%$$

La tasa de crecimiento geométrico fue calculada tomando como referencia la población de los años 2005 y 2016, dando como resultado un crecimiento poblacional del 3.25%.

- **Proyección de población.**

La población para el periodo de diseño fue proyectada utilizando el método geométrico (ecuación 2), para un periodo de 20 años, a partir del año 2016, con un tasa de crecimiento geométrica de 3.25% y utilizando el censo del año 2016 como población base. El resumen de los cálculos se muestra en la siguiente tabla No. 9.

Tabla No. 9: Proyección de población.

Año	Periodo	Población de Año 0	Tasa de Crecimiento (%)	Población Futura
2016	0	246	3,25	246
2017	1	246	3,25	254
2018	2	246	3,25	262
2019	3	246	3,25	271
2020	4	246	3,25	280
2021	5	246	3,25	289
2022	6	246	3,25	298
2023	7	246	3,25	308
2024	8	246	3,25	318
2025	9	246	3,25	328
2026	10	246	3,25	339
2027	11	246	3,25	350
2028	12	246	3,25	361
2029	13	246	3,25	373
2030	14	246	3,25	385
2031	15	246	3,25	397
2032	16	246	3,25	410
2033	17	246	3,25	424
2034	18	246	3,25	437
2035	19	246	3,25	452
2036	20	246	3,25	466

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

- **Estudio Topográfico**

Se realizó un levantamiento y estudio topográfico en la comunidad Los López correspondientes a la altimetría del terreno, con un GPS de mano marca Garmin Etrex 20 el cual fue debidamente calibrado con anticipación por técnicos de la empresa SUMERINSA que nos facilitaron el equipo, en coordenadas UTM WGS84, tomando los puntos de las viviendas y centros de calle de cada vivienda, para de esta manera alinear la debida línea de conducción.

De igual manera se hizo el levantamiento de las coordenadas del pozo comunitario, la ubicación del pozo propuesto y de la propuesta de ubicación del tanque, que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla No. 10: Puntos de Referencia

Descripción	Norte	Este	Elevación
Pozo Comunitario	1317804	557758	179
Pozo Propuesto	1317783	557734	180
Propuesta de Tanque	1317956	557895	182

Fuente: *Elaboración propia (2016)*

La siguiente tabla muestra las coordenadas de campo de cada una de las viviendas y centros de calle de las mismas que se presenta a continuación:

Tabla No. 11: Coordenadas de Campo

Ítem	Nombre y Apellido	Coordenadas					
		Casa			Centro Calle		
		H	Norte	Este	H	Norte	Este
1	Francisca Donatila Jarquín	166	557319	1317469	165	557332	1317468
2	Juana Arreaza Gutiérrez	169	557317	1317487	168	557332	1317487
3	Cristhian Acevedo García	179	557839	1317842	179	557831	1317850
4	Josefa del Carmen García	178	557817	1317831	178	557812	1317840
5	Juana Ines García	177	557796	1317819	177	557792	1317830

Ítem	Nombre y Apellido	Coordenadas					
		Casa			Centro Calle		
		H	Norte	Este	H	Norte	Este
6	Norwin Eslander Cortez	177	557780	1317810	177	557774	1317821
7	Flor del Rosario Gracia	176	557751	1317797	177	557742	1317802
8	Jhon Kenner Cruz	171	557645	1317713	171	557640	1317715
9	Maria Nathalia Sánchez	171	557626	1317695	171	557621	1317698
10	Fernando López García	171	557612	1317681	171	557606	1317684
11	Daysi García Cruz	171	557595	1317665	171	557588	1317669
12	Virginia Ruiz Maldonado	171	557585	1317656	171	557578	1317661
13	Carlos Gaitán Cruz	157	557240	1317378	157	557233	1317387
14	Flor Núñez	157	557232	1317376	157	557227	1317383
15	Colegio "Los López"	159	557194	1317371	159	557193	1317363
16	Eloida Morales	157	557108	1317368	157	557137	1317379
17	Freddy Rivera	159	557206	1317370	159	557207	1317364
18	Jairo Sánchez	158	557180	1317372	159	557179	1317366
19	Adán Rodríguez	158	557165	1317374	158	557163	1317368
20	Manuela Salvadora Jarquín	171	557563	1317651	171	557564	1317647
21	Jefry Gutiérrez Marengo	171	557550	1317627	171	557545	1317633
22	Gustavo Adolfo Lazo	173	557512	1317633	172	557523	1317616
23	Mayela Aguilar Rivera	172	557468	1317563	171	557465	1317568
24	Olga García Gutiérrez	172	557426	1317556	172	557427	1317551
25	Jerry Rivera García	172	557391	1317552	172	557391	1317546
26	Celina García Sotelo	172	557393	1317541	172	557397	1317546
27	Pedro Rafael Poveda	172	557323	1317555	172	557324	1317549
28	Alba Luz Méndez	172	557194	1317565	171	557194	1317571
29	Cementerio	173	557245	1317557	173	557246	1317560
30	Efrain Cruz Gutiérrez	173	557234	1317559	172	557234	1317564
31	María Altamirano	171	557202	1317565	171	557205	1317570
32	Alicia Chinchilla	171	557165	1317555	171	557152	1317561
33	Nohemi Chinchilla	170	557162	1317566	171	557157	1317565
34	Rigoberto López	170	557136	1317551	170	557137	1317554
35	Ernestina Silva	169	557092	1317525	169	557090	1317523

Ítem	Nombre y Apellido	Coordenadas					
		Casa			Centro Calle		
		H	Norte	Este	H	Norte	Este
36	Ana López	169	557093	1317512	169	557086	1317518
37	Daniel Elías Silva	169	557078	1317515	169	557079	1317512
38	Sofía Silva	168	557062	1317503	168	557063	1317501
39	Liseth Francisca Juárez	168	557060	1317488	168	557055	1317496
40	Rosibel López	166	557021	1317461	166	557016	1317467
41	José Cruz	164	557002	1317448	165	556997	1317454
42	Sebastián Martínez	166	556999	1317463	165	557001	1317458
43	Marina Aguirre	165	556987	1317454	164	556989	1317448
44	Ignacia Silva López	162	556980	1317432	163	556974	1317437
45	Ramiro Silva López	164	556977	1317443	163	556978	1317441
46	Karina Cruz	162	556963	1317420	163	556957	1317425
47	Blanca Quintero	162	556933	1317399	163	556928	1317403
48	Rosa Cruz Calero	163	556908	1317380	164	556902	1317384
49	Luis Cruz	164	556897	1317372	164	556892	1317377
50	Luisa Fátima Cruz	163	556881	1317360	164	556878	1317365
51	José Méndez	164	556868	1317364	164	556872	1317361
52	Ana Membreño	163	556843	1317345	163	556845	1317341
53	Francisca Madelina Espino	164	556847	1317334	164	556843	1317338
54	Fidias García	162	556827	1317320	163	556822	1317323
55	Alicia Gonzales	161	556798	1317298	162	556796	1317304
56	Vilma Cerna	160	556764	1317272	160	556757	1317278
57	Aldomar Méndez	159	556750	1317276	159	556749	1317274
58	Jorge Luis Méndez	159	556718	1317258	158	556719	1317254
59	Evemilda Gutiérrez	158	556688	1317241	158	556690	1317238
60	Bernardo Escobar	157	556686	1317227	157	556683	1317233
61	María de Jesús Arreaza	157	556682	1317225	157	556679	1317231
62	Xiomara Gonzales	156	556644	1317224	155	556645	1317220
63	Lilliam Méndez	155	556643	1317212	155	556641	1317220
64	Gladys Gonzales	152	555789	1317073	152	555789	1317083

Fuente: *Elaboración propia (2016)*

A partir de las coordenadas obtenidas para cada uno de los puntos que se levantaron y utilizando los programas Microsoft Excel y AutoCad trazamos la red de distribución.

- **Dotaciones**

La determinación del caudal de diseño de los parámetros dependerá de la Normativa Técnica de Abastecimiento Rurales. Que se tomen en cuenta, así mismo del tipo de consumo que haya en la comunidad y de la cantidad de población proyectada para los 20 años de vida útil para los cuales se está diseñando la red.

Según el acápite 3.1 inciso “b)_” de la Normativa Técnica de Abastecimiento Rural estable que para las conexiones domiciliarias de patio serán entre 50 – 60 lppd, en nuestro caso usaremos *60 lppd equivalente a 16 gppd*.

- **Variaciones de Consumo**

La población para el periodo de diseño fue proyectada utilizando el método geométrico, para un periodo de 20 años, a partir del presente año 2016, con un tasa de crecimiento geométrica de 3.25%. El resumen de los cálculos se muestra en la siguiente tabla No. 12.

Tabla No. 12: Población de Diseño

Nombre de la Comunidad	No. Viviendas	Índice de Saturación	Población Inicial (Año 2016)	Población Final (Año 2036)
Los López	65	4	246	466

Fuente: Elaboración propia (2016)

Al descartar la necesidad de incorporar consumos adicionales, la estimación del consumo de agua para el periodo de diseño únicamente considera, según lo establecido por norma, el volumen de agua por posibles pérdidas en el sistema.

Tabla No. 13: Consumo Promedio Diario (CPD)

Nombre de la Comunidad	Población (año 2036)	Dotación (gppd)	CPD (gpd)	CPD (gpm)	CPDT (gpm)	CMD (gpm)	CMH (gpm)
Los López	466	16.00	7,456.00	5.18	6.22	9.33	15.55

Fuente: Elaboración propia (2016)

Nota:

CPD = Consumo Promedio Diario (CPD = $P_{\text{diseño}} * \text{Dotación}$)

CPDT = Consumo Promedio Diario Total (CPDT = CPD * 20% pérdida)

CMD = Consumo Máximo Día (CMD = CPDT * 1.5) - Q_{dis}

CMH = Consumo Máximo Hora (CMH = CPDT * 2.5)

- **Calculo del caudal unitario**

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la ecuación 6, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$q = \frac{0.98 \text{ l/s}}{3,096.10 \text{ m}} = 0,000316818 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \text{m}$$

La longitud efectiva de tubería se compone únicamente de aquellas tuberías donde se considera habrá extracción de caudal, por consiguiente se incluyó la longitud total de la red obteniendo un resultado de 3,096.10 m.

Para obtener el caudal en cada tramo de tubería, se multiplicó el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente. Ver tabla No. 14.

Tabla No. 14: Caudales por tramo de Tubería

No. De Tramo	De	A	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Caudal por Tramo (lps)
1	1	2	75	279.89	0.0887
2	2	3	75	245.70	0.0778
3	3	4	75	542.70	0.1719
4	4	5	25	378.61	0.1200
5	4	6	75	381.63	0.1209
6	6	7	50	382.94	0.1213
7	7	8	25	884.63	0.2803
Total				3096.10	0.98

Fuente: Elaboración propia (2016)

8.2.2 Descripción y propuesta de la Fuente

Debido a que se tomó la ubicación de la propuesta del pozo dentro de los mismo linderos de la escuela comunal, lugar en donde se encuentra actualmente ubicado el pozo comunal a escasos 30 metros de la propuesta, se tomaron las mismas características hidráulicas para la fuente propuesta, datos proporcionados por la Unidad de Gestión Ambiental, Alcaldía de Villa El Carmen

- **Nivel Dinámico del Agua (NDA)**

Por medio de la ecuación 7 se determina el Nivel Dinámico del Acuífero, pero dado a no contamos con volúmenes de capacidad específica, se tomaron las mismas características hidráulicas del pozo comunal.

$$NDA = \frac{Q}{CE} + NEA$$

$$NDA = 97 \text{ Pies} \approx 29.57m$$

- **Descenso provocado por bombeo o abatimiento (S)**

Por medio de los niveles de agua del pozo comunal, datos proporcionados por la Unidad de Gestión Ambiental de la Alcaldía de Villa El Carmen, se determinó el descenso o abatimiento provocado por el bombeo por medio de la ecuación 8.

$$S = NDA - NEA$$

$$S = 97 - 82$$

$$S = 15 \text{ pies}$$

- **Capacidad específica (CE)**

De igual manera teniendo los datos anteriores de caudal, y descenso (o abatimiento) determinamos por medio de la ecuación 9 la capacidad específica.

$$CE = \frac{Q}{S}$$

$$CE = \frac{9.33 \text{ gpm}}{15 \text{ pies}}$$

$$CE = 0.62 \text{ gpm/pie}$$

- **Longitud de rejilla.**

Se conoce también con el nombre de filtro o tubería ranurada. Es una tubería especialmente diseñada, construida e instalada con el objetivo de permitir el flujo de agua proveniente del acuífero hacia el interior del pozo. Esta longitud se determinó por medio la ecuación 10.

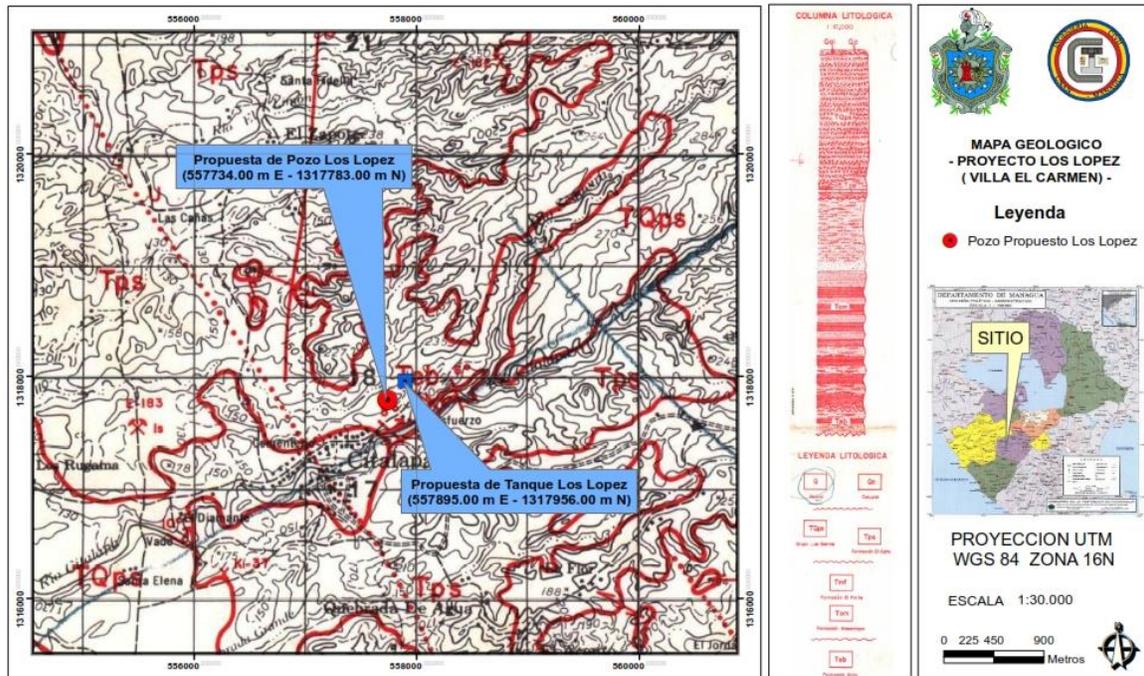
$$Lr = \frac{Q}{4.37 * p * d} * 2$$

$$Lr = \frac{2.12 \text{ m}^3/\text{h}}{4.37 * 0.07 * 6} * 2$$

$$Lr = 2.31 \text{ m} \approx 7.57 \text{ pies}$$

- **Formación Geológica de la Zona**

La zona de ubicación del pozo propuesto se encuentra dentro de la Formación El Salto (Tps) cerca del contacto con la Formación Brito (Teb) según como se puede apreciar en la Ilustración No. 3:



Fuente: INETER – ArcGis (2016)

Ilustración No. 3: Mapa Geológico de la zona – Los López (Villa El Carmen)

* Ver Plano a escala en Anexos

✓ **Formación El Salto (Tps)**

Litológicamente El Salto puede ser subdividido en tres miembros: Un miembro superior compuesto por depósitos clásticos – detríticos. Un miembro medio compuesto por Coquina re-cristalizada (nivel útil o económico) y el miembro inferior arcilla carbonatada – organógeno. (Hogson, 2000, p.17). Ver en anexos *Columna Estratigráfica generalizada Formación El Salto*.

La disposición horizontal o ligeramente inclinada de la Formación El Salto y el hecho de haber ocurrido una trasgresión marina con la deposición de los materiales de la formación, sobre una superficie sedimentaria con buzamiento pronunciado y definido, se origina un contacto discordante angular en la mayoría de los casos con la Formación El Brito y Masachapa. (Hogson, 2000, p.23) *Ver en anexos Columna Estratigráfica Formación El Salto, Afloramiento La California km 47.*

✓ **Litología de la Zona**

Según datos obtenidos mediante la Gerencia de Construcción de pozos de ENACAL se obtuvo información relevante del Pozo Los Cedros No. 2, ubicado en el km 28 Carretera Vieja a León, que nos servirá a cabalidad y de esta manera tomar en cuenta la litología de la zona para el previo diseño preliminar del pozo propuesto en el proyecto dado que es la información más cercana que se obtuvo a la zona de estudio.

En la siguiente tabla a continuación mostraremos la litología del pozo Los Cedros No. 2:

Tabla No. 15: Litología de Pozo – Los Cedros No. 2

Fecha		Desde	Hasta	Descripción	Observación
		0	10	Capa Vegetal limosa Color Crema	Presencia de agua (estrato saturado)
		10	40	Toba Limosa grano fino, color café Claro	
		40	70	Toba Limosa grano fino, color café	
		70	80	Capa de arena volcanica, color negra	
		80	120	Toba Limosa grano fino, color café	
		120	170	Toba Limosa con clastos de pomez	
		170	190	Capa de arena volcanica, color negra	
		190	210	Toba Limosa, Color cafpe oscuro	
		210	230	Capa de arena volcanica, color gris	
		230	260	Toba Limosa con clastos de pómez	
		260	275	Toba con abundante limo y polvo volcanico	



GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE POZOS
 Descripción Litológica de pozo
Los Cedros 2016

Diámetro 14.75 NEA 35.0 Pies Elaborado por Ing. Alonso Miranda
 Tecnología Rotativo Nivel 60.0 Pies Coordenadas
 Perforador Luis Cruz Freático 557268-1334368-160 msnmm

VISTO BUENO

ING. Elí Escorcia

Gerente de construcción de pozos-ENACAL

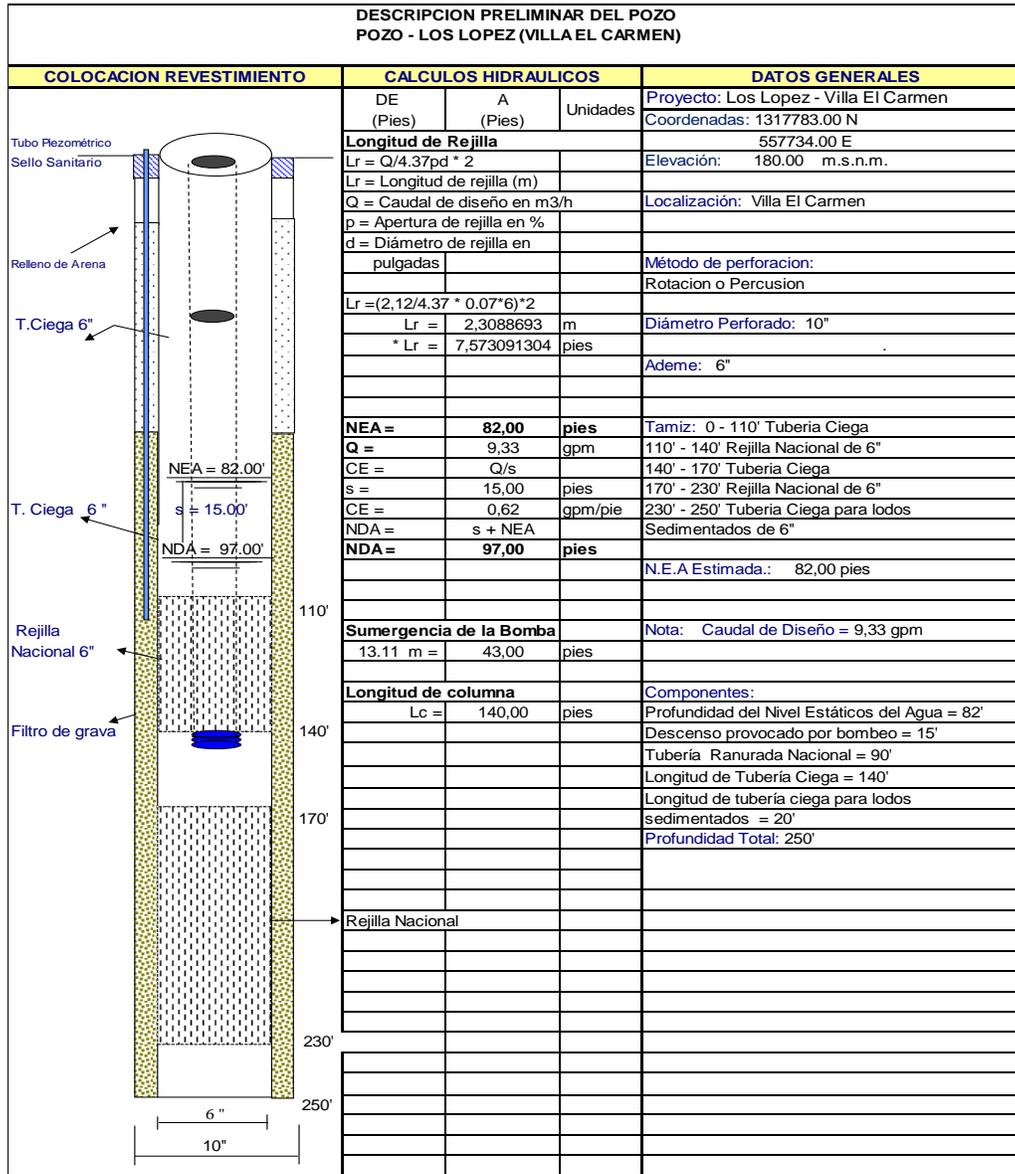
Fuente: Gerencia de Construcción de Pozos - ENACAL

En el anexo 5 mostraremos datos técnicos del diseño final del pozo Los Cedros No. 2, cálculos hidráulicos, y litología.

- **Descripción Técnica del Pozo propuesto**

En la siguiente hoja técnica mostramos la descripción general del pozo propuesto para la comunidad Los López – Villa El Carmen, la cual posee las características hidráulicas de la fuente y componentes principales del pozo propuesto, al igual que diámetros y ubicación del pozo. Datos calculados según las ecuaciones 7, 8, 9 y 10. Ver ilustración No. 4:

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad "Los López" (2016 - 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Fuente: Elaboración Propia (2016)

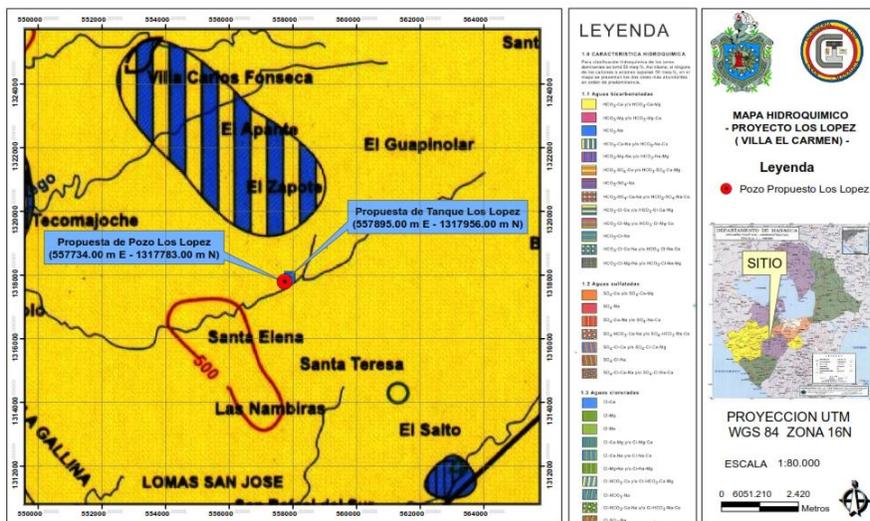
Ilustración No. 4: Descripción preliminar del pozo en la comunidad Los López

- **Calidad del Agua**

La Hidroquímica es algo más que la mera determinación química y pasar a ser una herramienta hidrogeológica básica capaz de aportar valiosa información sobre el origen y distribución del agua subterránea y los procesos físico-químicos que la afectan y tener un criterio claro de la calidad del agua del acuífero en estudio.

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

Como puede observarse en el mapa Hidroquímico de la ciudad de Managua, realizado por INETER- COSUDE del Pacífico de Nicaragua realizado en 1993, la calidad del agua presente del área de estudio es de buena calidad, siendo del tipo Bicarbonatada – Cálcidas y/o bicarbonatadas – Cálcidas – Magnésica. Estas propiedades de Calidad son propias de la zona de recarga del acuífero de Managua, aunque esta condición va cambiando a medida que se acerca a la zona de descarga del acuífero del grupo Las Sierras de Managua de Bicarbonatada – Cálcidas - Sódica a Bicarbonatada – Sódica – Cálcidas, en la medida que el flujo subterráneo se va aproximando hacia el Océano Pacífico que es la zona de descarga natural del acuífero (ver Ilustración No. 5, Mapa Hidroquímico del Área del Proyecto).



Fuente: **INETER – COSUDE - ArcGis (2016)**

Ilustración No. 5: Mapa Hidroquímico de la zona – Los López (Villa El Carmen)

* *Ver Plano a escala en Anexos.*

En anexos 6 y 7 mostramos los resultados de análisis de calidad del agua de fuentes aledañas al sitio del proyecto como referencia de la posible calidad del agua de la zona de estudio de igual manera se presenta la interpretación hidroquímica de estos resultados de calidad del agua en comparación con las normativas CAPRE.

✓ **Tratamiento y Desinfección**

El tipo de cloración será mediante un inyector hidráulico de hipoclorito de calcio. La dotación de cloro proporcionara 2 ppm de cloro libre en el punto de aplicación, todo ello para lograr una concentración de cloro residual del orden de 1 mg/lit, luego de 30 minutos de contacto (aproximadamente). La dosificación definitiva variara según las pruebas periódicas que se irán efectuando. A partir de las ecuaciones del acápite Tratamiento y Desinfección tenemos el cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio que se ve reflejado en la siguiente tabla No. 16.

Tabla No. 16: Dosificación con Hipoclorito de Calcio.

<i>Dosis Promedio d = 2,00 mg/lit</i>		<i>Concentración Comercial Cc = 0,65</i>			<i>Concentración Solución Cs = 0,01 0.0154</i>		
	i	ii	iii	iv	v		vi
Año	CMD (gpm)	Vol. Cloro (lb/día)	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. De Solución		Dosificación
			(lb/día)	(gr/día)	(lt/día)	(gpd)	(gotas/min)
		$0,012 * i$ $*d$	$ii /$ $Concent.$ $Com.$	$(iii * 1,000) /$ $2,2$	$(iv /$ $1,000) *$ 100		$(v * 1,000 * 13) / 24 / 60$
2016	4.92	0.118	0.182	82.63	8.26	2.18	74.59
2017	5.08	0.122	0.188	85.31	8.53	2.25	77.02
2018	5.25	0.126	0.194	88.09	8.81	2.33	79.52
2019	5.42	0.130	0.200	90.95	9.09	2.40	82.11
2020	5.60	0.134	0.207	93.90	9.39	2.48	84.78
2021	5.78	0.139	0.213	96.96	9.70	2.56	87.53
2022	5.96	0.143	0.220	100.11	10.01	2.64	90.37
2023	6.16	0.148	0.227	103.36	10.34	2.73	93.31
2024	6.36	0.153	0.235	106.72	10.67	2.82	96.34
2025	6.57	0.158	0.242	110.19	11.02	2.91	99.48
2026	6.78	0.163	0.250	113.77	11.38	3.01	102.71
2027	7.00	0.168	0.258	117.47	11.75	3.10	106.05
2028	7.23	0.173	0.267	121.29	12.13	3.20	109.49
2029	7.46	0.179	0.275	125.23	12.52	3.31	113.05

Dosis Promedio $d = 2,00 \text{ mg/l}$		Concentración Comercial $C_c = 0,65$			Concentración Solución $C_s = 0,01$ 0.0154		
	i	ii	iii	iv	v		vi
Año	CMD (gpm)	Vol. Cloro (lb/día)	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. De Solución		Dosificación
		(lb/día)	(lb/día)	(gr/día)	(lt/día)	(gpd)	(gotas/min)
		$0,012 * i * d$	$ii /$ Concent. Com.	$(iii * 1,000) /$ 2,2	$(iv /$ 1,000) *	100	$(v * 1,000 * 13) / 24 / 60$
2030	7.70	0.185	0.284	129.30	12.93	3.42	116.73
2031	7.95	0.191	0.294	133.50	13.35	3.53	120.52
2032	8.21	0.197	0.303	137.84	13.78	3.64	124.44
2033	8.48	0.204	0.313	142.32	14.23	3.76	128.48
2034	8.76	0.210	0.323	146.94	14.69	3.88	132.66
2035	9.04	0.217	0.334	151.72	15.17	4.01	136.97
2036	9.33	0.224	0.345	156.65	15.66	4.14	141.42

Fuente: *Elaboración Propia (2016)*

8.2.3 Determinación del Equipo de Bombeo y Diseño hidráulico de la línea de conducción

- **Diámetro interno de la sarta y Línea de Conducción**

Aplicando la ecuación 11, tenemos:

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9 (0,000588569 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0,03167 \text{ m} \sim 3.167 \text{ cm} \sim 1.25 \text{ plg} \rightarrow \mathbf{2 \text{ pulg}}$$

***Nota:** Según los cálculos de la determinación del diámetro óptimo de la sarta y la línea de conducción, obtuvimos un diámetro de 1.25 plg. para efectos de diseño utilizaremos 2 plg de diámetro, ajustada a las necesidades del proyecto.

- **Diferencial de Elevación ΔZ (Nivel de Rebose – Nivel de terreno)**

$$\Delta Z = 201 \text{ m} - 180 \text{ m}$$

$$\Delta Z = 21.00 \text{ m}$$

- **Pérdidas de la columna dentro del pozo o succión (hf_{columna})**

La NTON 09001-99 establece (sección 6.4.1.), que las pérdidas en la columna de bombeo o succión se consideran no mayor al 5% de su longitud.

$$hf = 5\% Lc \text{ columna}$$

$$Lc = \text{NDA} + \text{Sumergencia de la Bomba}$$

$$Lc = 29.57 \text{ m} + 13.11 \text{ m}$$

$$Lc = 42.68 \text{ m}$$

$$hf_{\text{columna}} = 0.05 (42.68 \text{ m})$$

$$hf_{\text{columna}} = 2.13 \text{ m}$$

- **Pérdidas en la descarga o sarta (hp_{descarga})**

Considerando una tubería con un diámetro $\varnothing_{\text{sarta}} = 2"$.

Utilizando la tabla No. 2 de pérdidas localizada en longitudes equivalentes en metro de tubería recta.

Tabla No. 17: Longitud Equivalente en los accesorios

Accesorio	Cantidad	Long Equivalente (m)	Total (m)
Codo 90° - 2"	1	2.10	2.10
Medidor maestro - 2"	1	10.00	10.00
Tee - 2"	1	1.60	1.60
Válvula compuerta - 2"	1	0.50	0.50
Codo 45° - 2"	1	1.20	1.20
Válv. Check Vert. - 2"	1	4.20	4.20
Válv. Check Hor. - 2"	1	0.40	0.40
Total	7	20.00	20.00

Fuente: *Elaboración Propia (2016)*

Se calculó las pérdidas en cada uno de los componentes de la línea de conducción y de la columna de la bomba por medio de la ecuación 15, de pérdidas de Hazen Williams. De igual manera se calculó la Carga Total Dinámica (CTD) por medio de la ecuación 16.

$$CTD = NDA + \Delta Z + \Sigma hf$$

Al igual que la potencia de la bomba por medio de la ecuación 17.

$$Pb = \frac{Q * CTD}{3960 * Eb * Em}$$

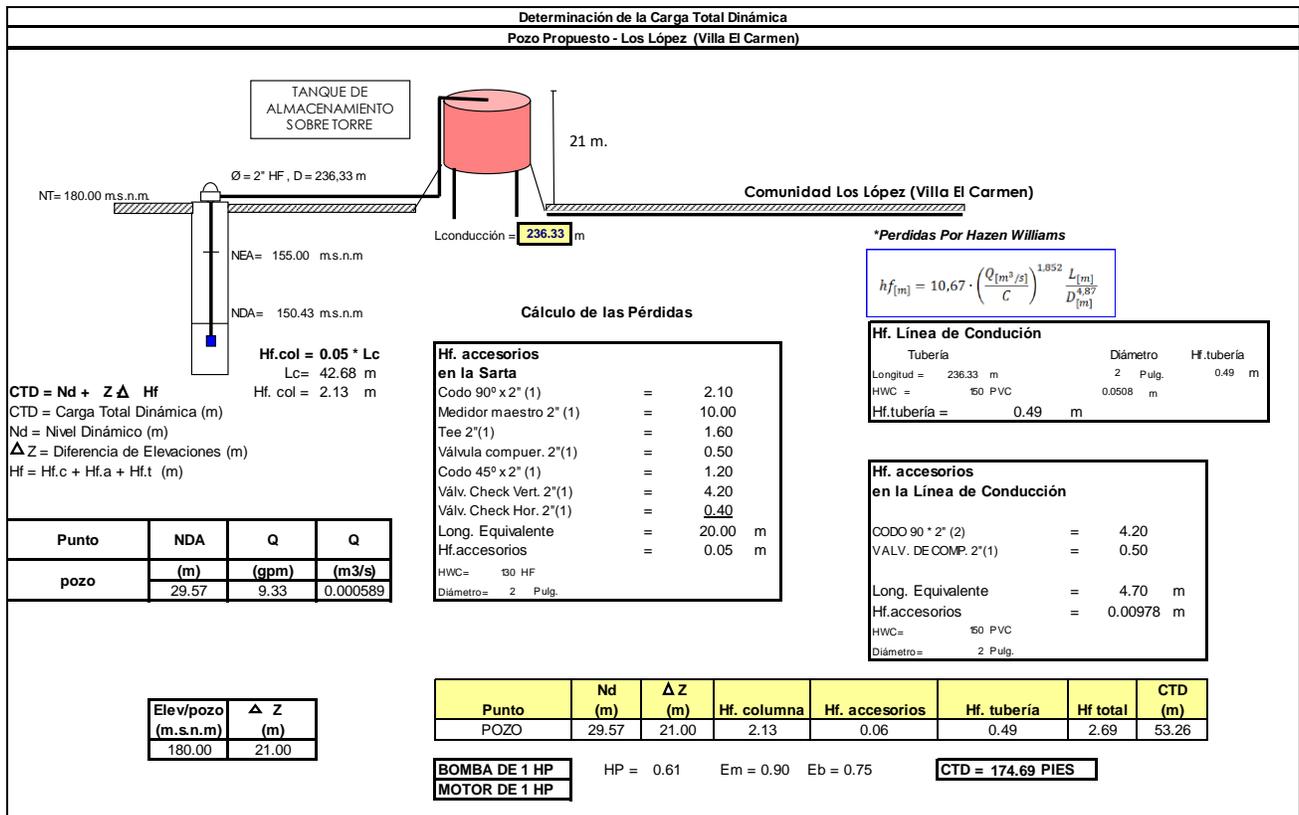
Y la potencia del motor por medio de la ecuación 18.

$$Pm = 1.15 Pb$$

En la siguiente ilustración mostramos los resultados del cálculo de la carga total dinámica y la determinación del equipo de bombeo necesario según la demanda del sistema.

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

• **Carga Total Dinámica.**



Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración No. 6: Cálculo de la Carga Total Dinámica y determinación del equipo de bombeo óptimo

***Nota:** Según el cálculo de la determinación del equipo de bombeo óptimo para el proyecto obtuvimos un valor de 0.61 hp, pero para efectos de diseño, diseños de bombas comerciales y de mejor holgura del sistema, optaremos por proponer una bomba y motor de 1 HP.

• **Diámetro de la línea de conducción**

El diámetro fue calculado con anterioridad en la sección 8.2.3 en el acápite “diámetro interno de la tubería”, por diámetro económico, dando como resultado una tubería de conducción de 2 pulgadas.

- **Velocidad**

Aplicando la ecuación 19:

$$V = \frac{4(Q)}{\pi(\phi)^2}$$
$$V = \frac{4(0.000588569 \frac{m^3}{s})}{\pi(0.050 m)^2}$$
$$V = 0.2904 m/s$$
$$0.2904 m/s < 0.75 m/s$$

La velocidad se encuentra en el límite inferior pero está dentro de los límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.

- **Golpe de ariete**

- ✓ **Cálculo de la celeridad**

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor del tubo es 2.31 mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 3 es de 33.33.

Aplicando la ecuación de celeridad (ec. 21):

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$
$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{(0.050 m)}{(0.00231 m)}}}$$
$$C = 356.98 m/s$$

✓ **Cálculo del tiempo de cierre**

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobrepresión máxima.

Aplicando la ecuación 22 para cierre instantáneo:

$$T = \frac{2L}{c}$$
$$T = \frac{2(236.33 \text{ m})}{(356.98 \frac{\text{m}}{\text{s}})}$$
$$T = 1.32 \text{ segundos}$$

✓ **Longitud Crítica**

Obtenemos la Longitud Critica por la ecuación 23:

$$Lc = \frac{c * T}{2}$$
$$Lc = \frac{356.98 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1.32 \text{ s}}{2}$$
$$Lc = 236.33 \text{ m}$$

✓ **Cálculo de la sobre presión**

A través de la ecuación 24, se obtiene el valor de la sobrepresión.

$$G.A. = \frac{cV}{g}$$
$$G.A. = \frac{(356.98 \text{ m/s})(0.2904 \text{ m/s})}{(9.81 \text{ m/s}^2)}$$
$$G.A. = 10.56 \text{ m}$$

✓ **Presión total**

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática y la sobrepresión ocasionada por golpe de ariete y aplicando la ecuación 25 tenemos:

$$PT = G.A. + \Delta Z$$

$$PT = 10.56 \text{ m} + 21.00 \text{ m}$$

$$PT = 31.56 \text{ m.c.a.}$$

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC cédula SDR-26 es de aproximadamente 112.00 m.c.a., se concluye que es factible el usar esta denominación de tubería en la línea de conducción.

8.2.4 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (20% CPDT), más el volumen de compensador (15% CPDT), según ecuación 26.

$$\text{Vol. Total} = 35\% \text{ CPDT}$$

$$\text{Vol. Total} = 0.35 (33.90 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$\text{Vol. Total} = 11.86 \text{ m}^3$$

- **Cálculo de la altura del tanque**

De la tabla 4, se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es $k = 2$. Aplicando la ecuación 27 para determinar la altura económica:

$$h = \frac{\text{Vol total}}{3} + k$$

$$h = \frac{11.86}{\frac{100}{3}} + 2$$
$$h = 2.04 \text{ m}$$

La altura hasta la tubería de reboce será de 2.04 m.

- **Cálculo de la base del tanque**

$$L = \sqrt{\frac{Vol \text{ total}}{h}}$$
$$L = \sqrt{\frac{11.86 \text{ m}^3}{2.04 \text{ m}}}$$
$$L = 2.41 \text{ m} \approx 2.50 \text{ m}$$

Según la ecuación 28 el depósito final tendrá una altura de reboce de 2.04 metros y un largo de 2.50 metros.

8.2.5 Análisis hidráulico de la red de distribución

La red de distribución del presente estudio se diseñó bajo el criterio de consumo máximo hora (CMH), ya que este valor supera al valor óptimo de consumo máximo día (CMD) criterio que se utilizó para la corrida hidráulica de la línea de conducción, a continuación, se detalla lo antes mencionado:

- CMD = 0.59 lps
- CMH = 0.98 lps

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando las presiones, velocidades, caudales y demanda de trabajo:

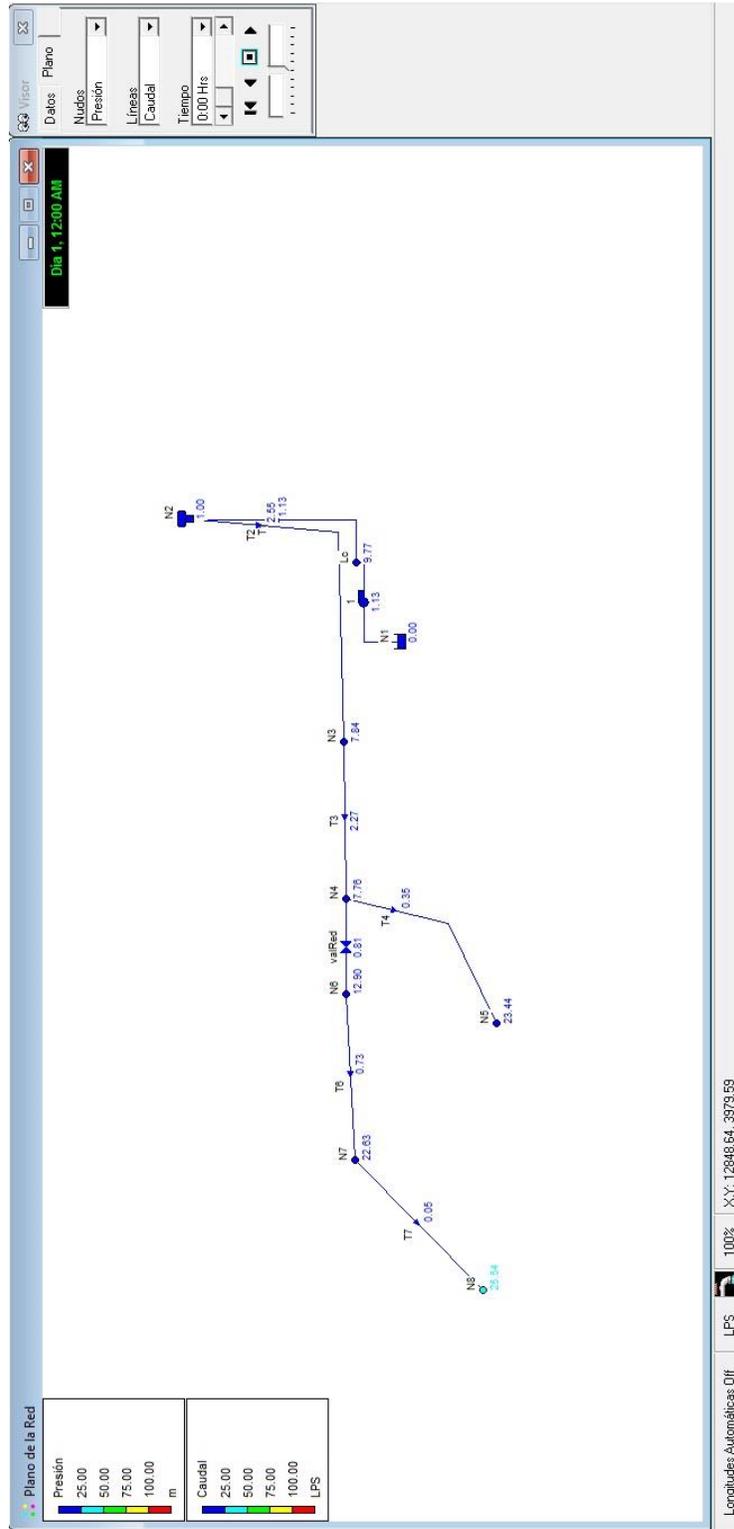
Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

Tabla No. 18: Consumo de la Línea en la Red de Distribución

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T1	236.33	50	150	1.83	0.93	18.39
Tubería T2	245.7	75	150	2.55	0.58	4.72
Tubería T3	542.7	75	150	2.27	0.51	3.82
Tubería T4	378.61	37.5	150	0.35	0.32	3.49
Tubería T5	381.63	50	150	0.59	0.30	2.27
Tubería T6	382.94	50	150	0.73	0.37	3.32
Tubería T7	884.63	37.5	150	0.05	0.05	0.10
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	1.83	0.00	-7.35
Válvula valRed	No Disponible	50	No Disponible	0.81	0.41	0.87

Fuente: EPANET (2016)

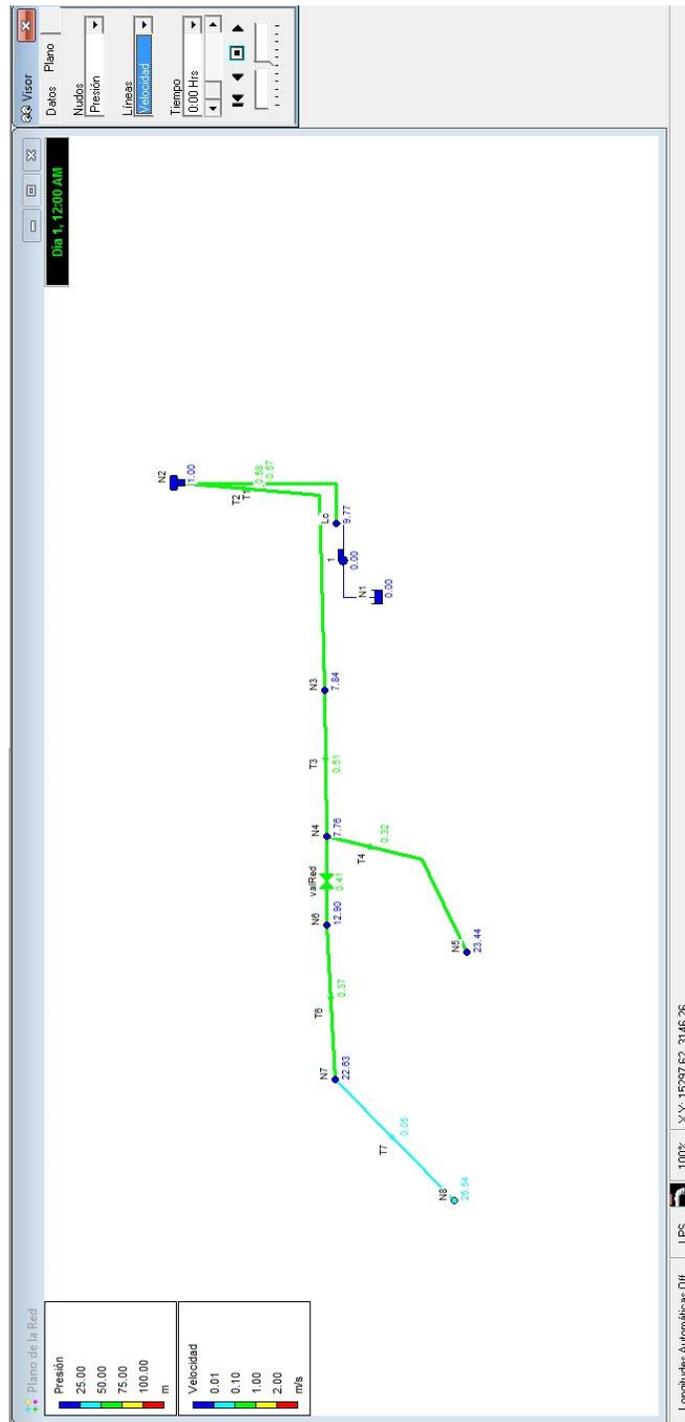
Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Fuente: EPANET (2016)

Ilustración No. 7: Análisis de la Presiones y Caudales de la red – Comunidad Los López.

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Fuente: EPANET (2016)

Ilustración No. 8: *Análisis de la Presiones y Velocidades de la red – Comunidad Los López.*

Tabla No. 19: Consumo del Nodo en la Red de Distribución

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión Lc	175	0	184.77	9.77
Conexión N3	174	0.11	181.84	7.84
Conexión N4	172	0.21	179.76	7.76
Conexión N5	155	0.14	178.44	23.44
Conexión N6	166	0.27	178.90	12.90
Conexión N7	155	0.27	177.63	22.63
Conexión N8	152	0.02	177.54	25.54
Embalse N1	180	No Disponible	180.00	0.00
Depósito N2	182	No Disponible	183.00	1.00

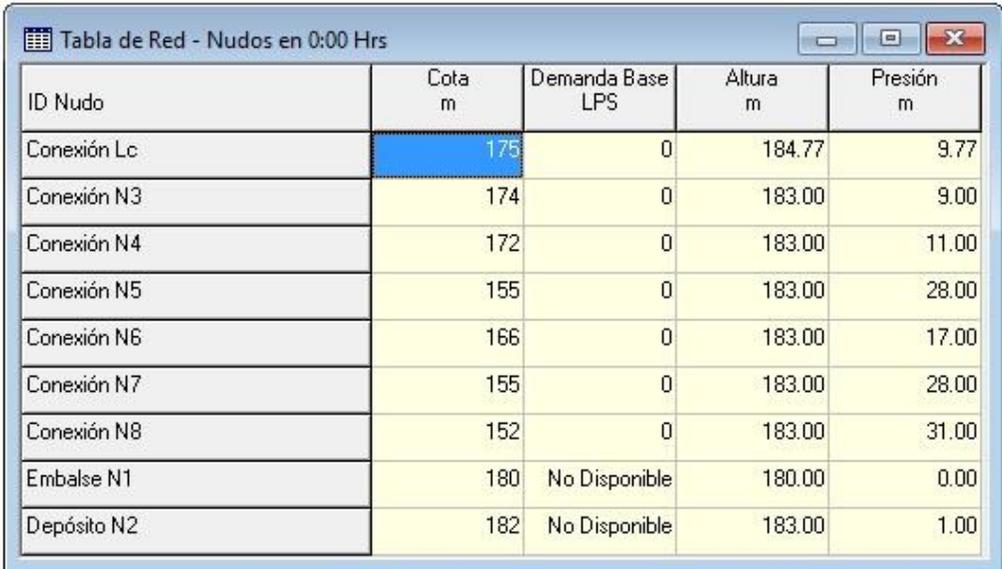
Fuente: EPANET (2016)

Bajo esta condición no se encuentran nodos con presiones por debajo de los 5 m.c.a. según lo establece la normativa como mínima de presiones requeridas, ni superiores a los 50 m.c.a, lo que se puede apreciar en la tablas mostradas con anterioridad antes condiciones iniciales y finales del sistema que oscilan entre 7.76 m.c.a y 25.54 m.c.a.

- **Condición sin consumo en la red**

Se analizó la red de distribución cuando el consumo en la red es despreciable, las presiones estáticas ejercen fuerzas internas en las paredes de las tuberías, inclusive se elevan a diferenciales mayores a las presiones residuales que se presentan durante el transcurso del día, por lo que es necesario estimarlas para seleccionar la cédula adecuada mediante esta condición de análisis.

Tabla No. 20: Presiones nodales sin consumo en la red de distribución.



ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión Lc	175	0	184.77	9.77
Conexión N3	174	0	183.00	9.00
Conexión N4	172	0	183.00	11.00
Conexión N5	155	0	183.00	28.00
Conexión N6	166	0	183.00	17.00
Conexión N7	155	0	183.00	28.00
Conexión N8	152	0	183.00	31.00
Embalse N1	180	No Disponible	180.00	0.00
Depósito N2	182	No Disponible	183.00	1.00

Fuente: EPANET (2016)

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

8.3 Planos

8.4 Presupuesto

Para la estimación de los costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub-etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad.

- **Estructura del presupuesto**

- a) **Costo directo**

Son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales y no locales y costo de herramienta y transporte. Estos costos son integrados a través de los correspondientes costos unitarios.

- b) **Costos indirectos**

Serán costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

El presupuesto que se presenta, muestra el costo total del proyecto en este se incluyen las siguientes actividades.

- Preliminares
- Fuente de abastecimiento
- Estación de bombeo
- Línea de conducción
- Tanque de almacenamiento
- Red de distribución

- **Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto**

a) Materiales

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (locales y no locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

b) Mano de obra

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2016, considerados los reajustes efectuados al salario mínimo en el sector construcción en los años 2014, 2015 y 2016.

c) Transporte

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

d) Equipos y herramientas

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales.

e) Impuestos

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.

Tabla No. 21: Presupuesto de Diseño Hidráulico para la Comunidad Los López

Etapa	Descripción	Unidad de Medidas	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)		Costo Total (C\$)		Total (C\$)
				Materiales	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	
1	Preliminares							38,879.62
1.1	Limpieza inicial	m2	77.50	0.00	3.50	0.00	271.25	271.25
1.2	Trazo y nivelación para tubería (inc. mano de obra y topografía)	m.l	3,096.10	4.25	8.22	13,158.43	25,449.94	38,608.37
2	Fuente							195,409.29
2.1	Pozo							
2.1.1	Perforación y Construcción de Pozo de 250' de Ø10" y Revestimiento de Casing de 6"	Global	1.00	195,409.29	0.00	195,409.29	0.00	195,409.29
3	Estación de bombeo							159,080.58
3.1	Bomba							
3.1.1	Suministro e Instalación de Bomba sumergible de 1 HP y 10 gpm	Global	1.00	57,738.92	0.00	57,738.92	0.00	57,738.92
3.2	Sarta							
3.2.1	Reductor Excentrico de H°F° de 2"	c/u	1.00	851.00	255.30	851.00	255.30	1,106.30
3.2.2	Niple de 0,30 m. de largo x φ 2" H°F°	c/u	1.00	539.98	161.99	539.98	161.99	701.97
3.2.3	Medidor maestro φ 2" H°F°	c/u	1.00	7,735.63	2,320.69	7,735.63	2,320.69	10,056.32
3.2.4	Válvula Check φ 2" H°F° con bridas	c/u	1.00	5,193.23	1,557.97	5,193.23	1,557.97	6,751.20
3.2.5	Válvula de compuerta φ 2" H°F°	c/u	1.00	2,025.00	607.50	2,025.00	607.50	2,632.50
3.2.6	Manómetro de carga de 200 PSI	c/u	1.00	995.45	298.64	995.45	298.64	1,294.09
3.2.7	Union Dresser de φ 2" H°F°	c/u	2.00	1,941.16	582.35	3,882.32	1,164.70	5,047.02
3.2.8	Cruz de φ 2" H°F° con bridas	c/u	1.00	1,768.22	530.47	1,768.22	530.47	2,298.69
3.2.9	Reductor de φ 2" x 2" H°F° con bridas	c/u	1.00	340.82	102.25	340.82	102.25	443.07
3.2.10	Válvula de Alivio de φ 2" H°F° con bridas	c/u	1.00	22,882.25	6,864.68	22,882.25	6,864.68	29,746.93
3.2.11	Niple de φ 2" H°F° ductil de 1.50m de largo con bridas en un extremo	c/u	1.00	873.42	262.03	873.42	262.03	1,135.45
3.2.12	Niple de φ 2" H°F° ductil de 0.50m de largo con bridas en un extremo	c/u	1.00	592.15	177.65	592.15	177.65	769.80
3.2.13	Codo de 45° φ 2" H°F° con bridas	c/u	2.00	3,606.69	1,082.01	7,213.38	2,164.01	9,377.39
3.2.14	Codo de 90° φ 2" H°F° con bridas	c/u	1.00	3,606.69	1,082.01	3,606.69	1,082.01	4,688.70
3.2.15	Tubería H°F° de φ 2"	m.l	10.00	1,735.63	520.69	17,356.30	5,206.89	22,563.19

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad "Los López" (2016 - 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

Etapa	Descripción	Unidad de Medidas	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)		Costo Total (C\$)		Total (C\$)
				Materiales	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	
3.3	Conexión de Manometro							
3.3.1	Union Universal ϕ 13mm H°G°	c/u	2.00	714.50	214.35	1,428.99	428.70	1,857.69
3.3.2	Tee de ϕ 13mm x 13mm x 13 mm H°G° (Extremos roscados)	c/u	1.00	35.93	10.78	35.93	10.78	46.71
3.3.3	Llave de Chorro de ϕ 13 mm. de bronce	c/u	2.00	278.27	83.48	556.55	166.96	723.51
3.3.4	Tubería de ϕ 13 mm. H°G° (Con Rosca Standard)	m.l	1.00	77.81	23.34	77.81	23.34	101.16
4	Linea de conducción							
4.1	Excavación para tubería	m3	141.798	0.00	90.63	0.00	12,851.15	12,851.15
4.2	Tubería de 2' x 20' PVC SDR-26	m.l	236.33	100.22	18.11	23,684.92	4,279.94	27,964.86
4.3	Codo 2" de diámetro de 90° grados de PVC	c/u	3.00	112.41	33.72	337.23	101.17	438.40
4.4	Codo 2" de diámetro de 45° grados de PVC	c/u	2.00	90.30	27.09	180.60	54.18	234.78
5	Tanque de Almacenamiento							
5.1	Tanque de polietireno de 15000 litros , color negro	c/u	1.00	95,159.63	28,547.89	95,159.63	28,547.89	123,707.52
5.2	Bomba dosificadora de Cloro de 6 GPD y 150 PSI	c/u	1.00	7,993.98	2,398.19	7,993.98	2,398.19	10,392.18
6	Red de distribución							
6.1	Excavación para tubería	m3	1,715.86	0.00	90.63	0.00	155,508.57	155,508.57
6.2	Tubería de 3" de diámetro PVC SDR-26	ml	834.10	100.22	30.07	83,593.25	25,077.98	108,671.23
6.3	Tubería de 2" de diámetro PVC SDR-26	ml	763.90	60.37	18.11	46,119.32	13,835.79	59,955.11
6.4	Tubería de 1 1/2" de diámetro PVC SDR-26	ml	1,261.10	28.74	8.62	36,242.25	10,872.67	47,114.92
6.5	Tee de PVC de ϕ 3"	c/u	18.00	250.02	75.01	4,500.40	1,350.12	5,850.52
6.6	Tee de PVC de ϕ 2"	c/u	34.00	217.29	65.19	7,387.86	2,216.36	9,604.22
6.7	Tee de PVC de ϕ 1 1/2"	c/u	10.00	67.00	20.10	669.95	200.99	870.94
6.8	Reductor PVC de ϕ 3" x 1/2"	c/u	18.00	78.74	23.62	1,417.32	425.20	1,842.52
6.9	Reductor PVC de ϕ 3" x 1 1/2"	c/u	1.00	78.74	23.62	78.74	23.62	102.37
6.10	Reductor PVC de ϕ 3" x 2"	c/u	1.00	98.11	29.43	98.11	29.43	127.55
6.11	Reductor PVC de ϕ 2" x 1/2"	c/u	34.00	31.08	9.32	1,056.68	317.00	1,373.68
6.12	Reductor PVC de ϕ 2" x 1 1/2"	c/u	1.00	33.42	10.03	33.42	10.03	43.44
6.13	Reductor PVC de ϕ 1 1/2" x 1/2"	c/u	10.00	22.75	6.82	227.46	68.24	295.70
6.14	Codo PVC de 90° de ϕ 3"	c/u	1.00	136.29	40.89	136.29	40.89	177.18
6.15	Codo PVC de 45° de ϕ 3"	c/u	3.00	124.76	37.43	374.27	112.28	486.55
6.16	Codo PVC de 45° de ϕ 2"	c/u	3.00	60.96	18.29	182.89	54.87	237.76
6.17	Codo PVC de 45° de ϕ 1 1/2"	c/u	7.00	46.75	14.02	327.22	98.16	425.38
6.18	Cruz PVC de ϕ 2"	c/u	1.00	127.50	38.25	127.50	38.25	165.75
6.19	Yee PVC de ϕ 3"	c/u	1.00	667.66	200.30	667.66	200.30	867.96

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

Etapas	Descripción	Unidad de Medidas	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)		Costo Total (C\$)		Total (C\$)
				Materiales	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	
6.20	Tapon Hembra PVC de ϕ 1 1/2"	c/u	1.00	21.90	6.57	21.90	6.57	28.47
6.21	Valvula de Pase de ϕ 3" de H°F°	c/u	2.00	385.41	115.62	770.82	231.25	1,002.07
6.22	Valvula de Pase de ϕ 2" de H°F°	c/u	2.00	310.19	93.06	487.16	186.11	673.27
6.23	Valvula de Pase de ϕ 1 1/2" de H°F°	c/u	2.00	243.58	73.07	436.94	146.15	583.09
6.24	Valvula de Aire de ϕ 2" de H°F°	c/u	3.00	218.47	65.54	655.41	196.62	852.03
6.25	Valvula de Aire de ϕ 1 1/2" de H°F°	c/u	3.00	140.24	42.07	420.71	126.21	546.93
6.26	Valvula Reguladora de Presion de ϕ 2" de Bronce	c/u	1.00	11,182.86	3,354.86	11,182.86	3,354.86	14,537.72
6.26	Prueba Hidrostatica en tuberia PVC SDR-26, L = 300.00 m, ϕ 1"-3"	c/u	4.00	3,300.00	0.00	13,200.00	0.00	13,200.00
7	Construccion de Caseta de Cloracion (2.15 m * 2.15 m * 3.00 m)	Gbl	1.00	18,000.00	5,400.00	18,000.00	5,400.00	23,400.00
8	Costo de herramientas y equipos (3% del costo total de los materiales)							20,665.55
9	Costo de transporte (8% del costo total de los materiales)							55,108.13
10	Total de costos directos en C\$							1,017,503.31
11	Costos indirectos de operación (15% del total de costos directos en CS)							152,625.50
12	IVA (15% del total de costos directos en CS)							152,625.50
13	Impuestos municipales (1% del subtotal de costos directos en CS)							10,175.03
14	Imprevistos (10% del total de costos directos en CS)							101,750.33
15	Administración y utilidades (15% del total de costos directos en CS)							152,625.50
16	Costo total de la obra en CS							1,663,078.84
17	Costo total de la obra en \$							56,375.55

El presupuesto del proyecto a nivel de pre factibilidad para la ejecución del diseño hidráulico propuesto para la comunidad Los López, se tomó en cuenta el catálogo de etapas y sub etapas del Nuevo-FISE y proveedores del sector privado, siendo el costo total del proyecto C\$ 1,663,078.84, equivalente en dólares americanos a \$ 56,375.55.

IX. CONCLUSIONES

Se diagnosticó según la encuesta socio económica la calidad de vida y fuente de abastecimiento actual de los pobladores de la comunidad “Los López”, dando como resultado la necesidad de un sistema de abastecimiento de agua potable, que brinde las condiciones aptas para el consumo humano, siendo este el principal problema que enfrenta la comunidad a nivel socio económico. Se determinó mediante la encuesta socio económica la capacidad de pago mínimo por familia para el servicio de agua potable siendo este de C\$ 111.00 (ciento once córdobas netos).

Se propuso un diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante captación subterránea (pozo perforado), siendo la configuración Fuente-Tanque-Red, con el objetivo de brindar un servicio de agua potable a la comunidad “Los López” proyectado a 20 años (2016-2036) con una población de diseño de 466 habitantes, tomando en cuenta los criterios técnicos del NTON-99.

La elaboración de los planos del diseño hidráulico propuesto para la comunidad “Los López” consta de 12 láminas donde se ilustra diseño preliminar de pozo propuesto, línea de conducción, red de distribución, curvas de nivel, perfiles longitudinales y detalles de accesorios.

Se concluyó con el presupuesto del proyecto a nivel de pre factibilidad para la ejecución del diseño hidráulico propuesto, teniendo en cuenta el catálogo de etapas y sub etapas del Nuevo-FISE y proveedores del sector privado, siendo el costo total del proyecto C\$ 1,663,078.84 (un millón seiscientos sesenta y tres mil setenta y ocho con ochenta y cuatro centavos de córdoba), equivalente en dólares americanos a \$ 56,375.55 (cincuenta y seis mil trescientos setenta y cinco con cincuenta y cinco centavos de dólar).

X. RECOMENDACIONES

- Formar un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) con su debida capacitación antes, durante y posterior a la ejecución del proyecto para su debido uso, operación y mantenimiento de cada uno de los elementos que compondrán el sistema.
- Realizar el levantamiento topográfico con Estación Total para obtener mayores resultados de precisión, ya que el levantamiento realizado en este estudio de pre factibilidad fue elaborado con un GPS de mano marca Garmin.
- Se recomienda coordinación con las autoridades responsables de ENACAL y el MINSA, para que se imparta a los beneficiarios, diversos cursos y seminarios que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.
- Una vez perforado el pozo se recomienda elaborar estudios pertinentes de calidad del agua Fisicoquímicos, Bacteriológico, metales pesados y plaguicidas para esta manera brindar un servicio de calidad y garantizar la salud de los pobladores beneficiados con este proyecto.
- Proponer el diseño estructural para la elaboración de una torre para un tanque de almacenamiento de 3,100 galones, con el fin de garantizar una vida a largo plazo de este y seguridad en su operación.

XI. BIBLIOGRAFIA

Baltodano, J. (2003). Folleto de abastecimiento de agua potable, del curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de Construcción, UNI-RUPAP.

Baldizon, M. (2008). Ingeniería Sanitaria I, Managua. Nicaragua. UNI-RUPAP, Dpto. de Hidráulica y Medio Ambiente.

Barahona, T. (2013). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Miramar, departamento de León. Nicaragua.

Normas CAPRE (1994): Normas de calidad del Agua para consumo humano. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Primera edición revisada Marzo 1994.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, ENACAL (1999). Manual de Normas y Procedimientos Técnicos Para la Implementación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento en el Sector Rural Disperso de Nicaragua. Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007). Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo VII: Agua y Saneamiento Rural. Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007). Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo II: Preinversión. Nicaragua.

Hodgson, G. (2000). Geología Regional de Nicaragua (Introducción al léxico Estratigráfico de Nicaragua). Managua, Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99). Nicaragua.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2006). Criterios básicos para la implementación de sistema de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades. Lima.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2004). Guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Lima.

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2005). Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua. Lima.

López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Editorial Alfa y Omega.

Normas APA (2016) - Citaras y referencias bibliográficas según APA – 6ta ed.

Piura, López, J. (2008). Metodología de la investigación científica. Sexta edición. Managua, Nicaragua: Xerox.

XII. ANEXOS

Anexo 1: Encuesta Socio-económica poblacional aplicada en la comunidad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIA - DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Nicaragua Diagnóstico Socioeconómico Rural Situación de Agua y Saneamiento	Localización	
	Región	
	Municipio	
	Ciudad	
	Comarca	

Encuestador:	Supervisor:	No. de encuesta:
Fecha:	Hora inicio	Hora de fin

ENCUESTADOR: (Pedir hablar con el Jefe del hogar)

Buenos días / tardes, soy (decir nombre), Estamos realizando un estudio sobre los problemas existentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la comarca y, como parte del estudio requerimos conocer su valiosa opinión sobre el tema y, para ese fin, hemos procedido a realizar esta encuesta, que es confidencial y, por lo mismo, lo que usted diga, sólo se utilizará para la realización del estudio. No existen respuestas correctas o incorrectas, su opinión es lo que nos interesa. Agradeceríamos nos responda esta encuesta; si tiene alguna duda en cualquier momento, le rogamos consultarnos.

I. Datos a ser llenados por el (la) encuestador(a)

1.1 Datos del entrevistado:

Nombre: _____ No.Cedula: _____

Sexo: M F Edad: _____

Parentesco: 1 Padre 2 Madre 3 Hijo(a) 4 Suegro(a) 5 Nuera/Yerno 6 Nieto(a)
 7 Servicio Doméstico 8 Otro _____

1.2 Quien es el responsable del Hogar:

1 Padre 2 Madre 3 Otro _____

1.3 ¿Cuántas personas viven en esta casa? (Pasar a matriz de personas)

No.	Parentesco	Sexo		Edad						Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	<1	1 -5	6 -15	16-25	26-60	+60		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

II. Condiciones de la vivienda

- 2.1. Uso de la Propiedad: a) Vivienda b) Vivienda/Negocio c) Otros_____
- 2.2. La vivienda es: a) Propia b) Prestada c) Alquilada_d) Administrada_____
- 2.3. Tipo de sistema constructivo: a) Mamposteria Confinada b) Mamposteria Reforzada _____
c) Madera d) Minifalda e) Otros_____
- 2.4. Las paredes son de: a) Bloque b) Ladrillo_ c) Madera _d) Adobe_____
e) Minifalda f) Zinc g) Otros_____
- 2.5. El piso es de: a) Madera__b) Tierra c) Ladrillo d) Otros_____
- 2.6. El techo es de: a) Zinc b) Teja c) Madera d) Palma_e) Otros_____
- 2.7. Cuantas divisiones tiene la vivienda: 1 [] Tres 2 [] Dos 3 [] No tiene []
- 2.8. Resumen del estado de la vivienda: 1 [] Buena 2 [] Regular 3 [] Mala

III. Acceso a Servicios Básicos v Egresos Mensuales

3.1 Servicios básicos:

- 3.1.1. Disponen de energía Eléctrica: 1 [] Si 2 [] No 3 [] Horas/Dia_____
- 3.1.2. Disponen de alumbrado público: 1 [] Si 2 [] No
- 3.1.3. Disponen de servicio de telecomunicación: 1 [] Si 2 [] No
- 3.1.4. Existe vía de acceso: 1 [] Si 2 [] No

3.2 Información de egresos de los miembros de la vivienda

- 3.2.1. Realizan pagos por energía eléctrica: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.2. Realizan pagos por alumbrado público: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.3. Realizan pagos por servicio de telecomunicación: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.4. Realizan pagos por servicios de TV: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.5. Realizan pagos por servicios de transporte colectivo: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.6. Realizan pagos por servicios de Salud (Exámenes, medicamentos, etc.): 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.8. Realizan pagos por servicios de educación (útiles, uniformes, colegiatura, etc.): 1 [] Si 2 [] No

IV. Situación económica de la familia

- 4.1 ¿Cuántas personas aportan a los gastos del hogar?_____
- 4.2 De las personas que aportan al hogar, cuántas de ellas reciben ingresos en concepto de:
- 4.2.1. Actividad económica propia o negocia propio:_____

- 4.2.2. Apoyo económico de un familiar o amigo residente en el país o el extranjero: _____
- 4.2.3. Pensión de entidad pública o privada: _____
- 4.3 ¿Cuántas personas del hogar trabajan?
- 4.3.1. Dentro de la comunidad: 1 [] Hombres _____ 2 [] Mujeres _____ 3 [] Total _____
- 4.3.2. Fuera de la comunidad: 1 [] Hombres _____ 2 [] Mujeres _____ 3 [] Total _____
- 4.4 ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este hogar? 1 [] C\$ _____
- 4.5 ¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica realizado en el hogar? 1 [] C\$ _____
- 4.6 ¿En que trabajan las personas del hogar? 1 [] Ganadería 2 [] Agricultura
3 [] Jornaleros 4 [] Pesca 5 [] Otros, ¿Cuál? _____
- 4.7 ¿Que cultivos realizan? 1 [] Arroz 2 [] Frijoles 3 [] Maíz 4 [] Otros _____
- 4.8 ¿Tienen Ganado? 1 [] Si (pase a 4.9) 2 [] No (pase a 4.10)
- 4.9 ¿Cuánto? : 1 [] Vacuno ___ 2 [] Equino ___ 3 [] Caprino ___
- 4.10 ¿Tienen animales Domésticos? 1 [] Si (pase a 4.11) 2 [] No (pase a 5.1)
- 4.11 ¿Cuánto? 1 [] Cerdos _____ 2 [] Gallinas _____
- 4.12 ¿Los animales domésticos están? 1 [] Encerrados 2 [] Amarrados 3 [] Suelos
- 4.13 ¿Los animales domésticos se abastecen de agua en? 1 [] El Río 2 [] Quebrada 3 [] Pozo

V. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

- 5.1 ¿Con que tipo de servicio sanitario cuenta la vivienda?
- 1 [] Inodoro ecológico 2 [] Tanque séptico 3 [] Sumidero 4 [] Letrina 5 [] Otro _____
- 5.2 ¿En qué estado se encuentra su servicio sanitario?
- 1 [] Buena (pase a 4.4) 2 [] Regular (pase a 4.3) 3 [] Mala [verificar] (pase a 4.3)
- 5.3 De no tener servicio, ¿Estaría dispuesto(a) a construir su letrina? 1 [] Si 2 [] No
- 5.4 ¿Quiénes usan la Letrina? 1 [] Adultos: ___ 2 [] Niños(as): ___ 3 [] Otros familiares: ___
- 5.5 ¿Tipo de suelo en el que está construida la letrina? 1 [] Rocoso 2 [] Arenoso 3 [] Arcilloso
- 5.6 ¿Que hacen con las aguas grises de la casa? 1 [] La riegan 2 [] Las dejan correr
- 5.7 ¿Tienen zanja de drenaje? 1 [] Si (pase a 4.9) 2 [] No
- 5.8 ¿Tiene filtro para drenaje? 1 [] Si 2 [] No
- 5.9 ¿Existen charcas en el patio? 1 [] Si (pase a 5.10) 2 [] No (pase a 6.1)
- 5.10 ¿Como eliminan las charcas? 1 [] Drenando 2 [] Aterrando 3 [] Otros: _____

VI. Recursos y servicios de agua

6.1 ¿De dónde obtienen ustedes habitualmente el agua que utilizan para uso domésticos?

1 [] Cuentan con algún tipo de servicio 2 [] La acarrean 3 [] Pozo Propio

6.4 ¿Cuanto pagan de agua al mes? C\$ _____

6.5 Si la acarrean:

6.5.1 ¿Quién busca o acarrea el agua?

1 [] La mujer 2 [] El hombre 3 [] Los niños 4 [] Mujer/Hombre 5 [] Mujer/niños 6 [] Todos

7 [] Otros, ¿Quién? _____

6.5.2 ¿Cuántos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? Cantidad _____

6.5.3 ¿Distancia de su casa al puesto de agua? Metros _____

6.5.4 ¿En que medio traslada el agua?

1 [] Caminando 2 [] En bestia 3 [] Bicicletas 4 [] Vehículo motorizado 5 [] Otros _____

6.6 Si es Pozo Propio:

6.6.1 ¿Cuántos días por semanas acarrea agua del pozo? Cantidad _____

6.6.2 ¿Cuántos baldes saca por día? Cantidad _____

6.6 ¿Cuántos baldes de agua consume diariamente? Cantidad _____

6.7 ¿En qué almacena el agua? 1 [] Barriles 2 [] Bidones 3 [] Pilas

6.8 ¿Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen? 1 [] Tapados 2 [] Destapados

3 [] Como_ [verificar]

6.9 ¿La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera? 1 [] Buena 2 [] Regular

3 [] Mala _____

6.10 ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen? [Se puede marcar varias situaciones]

1 [] Tiene mal sabor 2 [] Tiene mal olor 3 [] Tiene mal color _____

6.11 **ENCUESTADOR:** Leer detenidamente y pedir atención del encuestado

ENACAL está preparando un proyecto de agua potable para esta comunidad, que le permitirá proveer el servicio de agua a cada vivienda mediante una conexión domiciliar. El proyecto suministrará agua de calidad, todo el tiempo y con presiones adecuadas, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, al ejecutarse el proyecto se requerirá que las familias conectadas paguen una cuota mensual por el servicio recibido, por eso nos gustaría saber si:

¿Usted estaría dispuesto a pagar (**mencionarla cantidad de abajo marcada con una "X"**) mensuales por el servicio de agua que se le será suministrado en su vivienda?

- C\$. 30.00 [Tarifa Alterna 1]
- C\$ 60.00 [Tarifa Alterna 2]
- C\$ 90.00 [Tarifa Alterna 3]
- C\$120.00 [Tarifa Alterna 4]
- C\$150.00 [Tarifa Alterna 5]

1 [] Si (pase a 7.1) 2 [] No (pase a 6.12) 3 [] No sabe/rehúsa a responder (pase a 5.12)

6.12 ¿Cuál fue el principal motivo por el cual usted respondió que No o No sabe o No responde, estaría dispuesto a pagar mensualmente la suma indicada por utilizar el sistema de agua potable?

- 1 [] No tengo recursos para pagar esa cantidad
- 2 [] Esa cuota mensual es muy alta
- 3 [] Por el momento tengo otras prioridades
- 4 [] Estoy satisfecho con el servicio que recibo ahora
- 5 [] Otras:

6.13 Entonces, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente?

1 [] C\$ _____

VII. Tratamiento de desechos solidos

7.1 ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

- 1 [] Poseen servicio de recolección
- 2 [] Depositán en botaderos públicos
- 3 [] La entierran
- 4 [] La queman
- 5 [] La tiran en un lugar cercano
- 6 [] Otra _____

VIII. Organización comunitaria

8.1 ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización? 1 [] Si (pase a 8.2)

2 [] No (pase a 8.3)

8.2 ¿Qué tipo? 1 [] Productiva 2 [] Social 3 [] Religiosa 4 [] Otra (pase a 8.4)

8.3 ¿Porque? (pase a 8.5)

8.4 ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria? 1 [] Hombres____
2 [] Mujeres____ 3 [] Total_____

8.5. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

1 [] Si 2 [] No, ¿Por qué? _____

IX. Situación de salud en la vivienda

9.1 ¿Cuántas enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año?

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	< 5 años	6-15 años	16-25 años	> 25 años	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

9.2. ¿Están vacunados los niños y niñas? 1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.3. ¿Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como Lavado de Manos?

1 [] Si 2 [] No, ¿Por qué? _____

9.4. ¿Las personas que habitan en esta vivienda hacen buen uso del Agua?

1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.5. ¿Las personas que habitan en esta vivienda hacen buen uso de la letrina?

1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.6 ¿Cuántos niños y niñas nacieron en este hogar, durante el año pasado?

1 [] Niñas _____ 2 [] Niños _____ 3 [] Total _____

9.7 ¿Cuántos niños y niñas fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

1 [] Niñas _____ 2 [] Niños _____ 3 [] Total _____

Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado (**a criterio del encuestador**)

1. Muy confiables [] 2. Algo confiables [] 3. Poco confiables [] 4. Nada confiables []

Anexo 2: Fotos de Campo

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Levantamiento de Coordenadas - Pozo Comunal Los López, Villa El Carmen



Levantamiento de Coordenadas – Rio Citalapa, Comunidad Los López, Villa El Carmen

Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “Los López” (2016 – 2036), Municipio de Villa El Carmen, Managua.



Recoleccion de datos – ENACAL Villa El Carmen



Recoleccion de datos, Area Epidemiologia – Centro de Salud Villa Carlos Fonseca, Villa El Carmen

Anexo 3: Columna Estratigráfica Formación El Salto

Columna Estratigráfica
Generalizada
Formación El Salto

Formación El Salto	Espesor en Metros	LITOLOGIA
Miembro Superior	▼	Toba { Arcilla caolin con moldes de pelicipodos Arena { Arcilla calcarea Coquina Recristalizada. Grava redondeada y pulida Arenisca Tierna (Arcillosa) Arenisca con intercalación de arcilla (Lutita, verdosa, arenisca. Limolita) Arenisca calcárea fosilifera. Conglomerado (grava, cantos redondeados con fragmentos de conchas cementadas con calcita) Arcilla verdosa. (Lutita) 0.25 - 1.00
	15	
	a	
	35	
Miembro Medio	▲	Coquina Recristalizada (Capa útil)
	2	
	a 6	
Miembro Inferior	8	Arcilla Arenisca Organógeno { Conglomerado grava mediana a gruesa con molusco grande fragmentado Arcilla - Arenisca - grava Abundantes fosiles Moluscos (moldes) bien empaquetados asociados a arcilla verdosa amarillenta Arcilla pigmentada Roja. Megafósiles Anomia, Arca, Barbatia, Chione, Clamys, Lima Malea, Ostrea gigante, Ostrea sp Pecten (varias especies)
	a	
	13	

Fig. N° 4a

Anexo 4: Columna Estratigráfica de El Salto – Afloramiento La California

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE "EL SALTO"

Afloramiento La California km 47

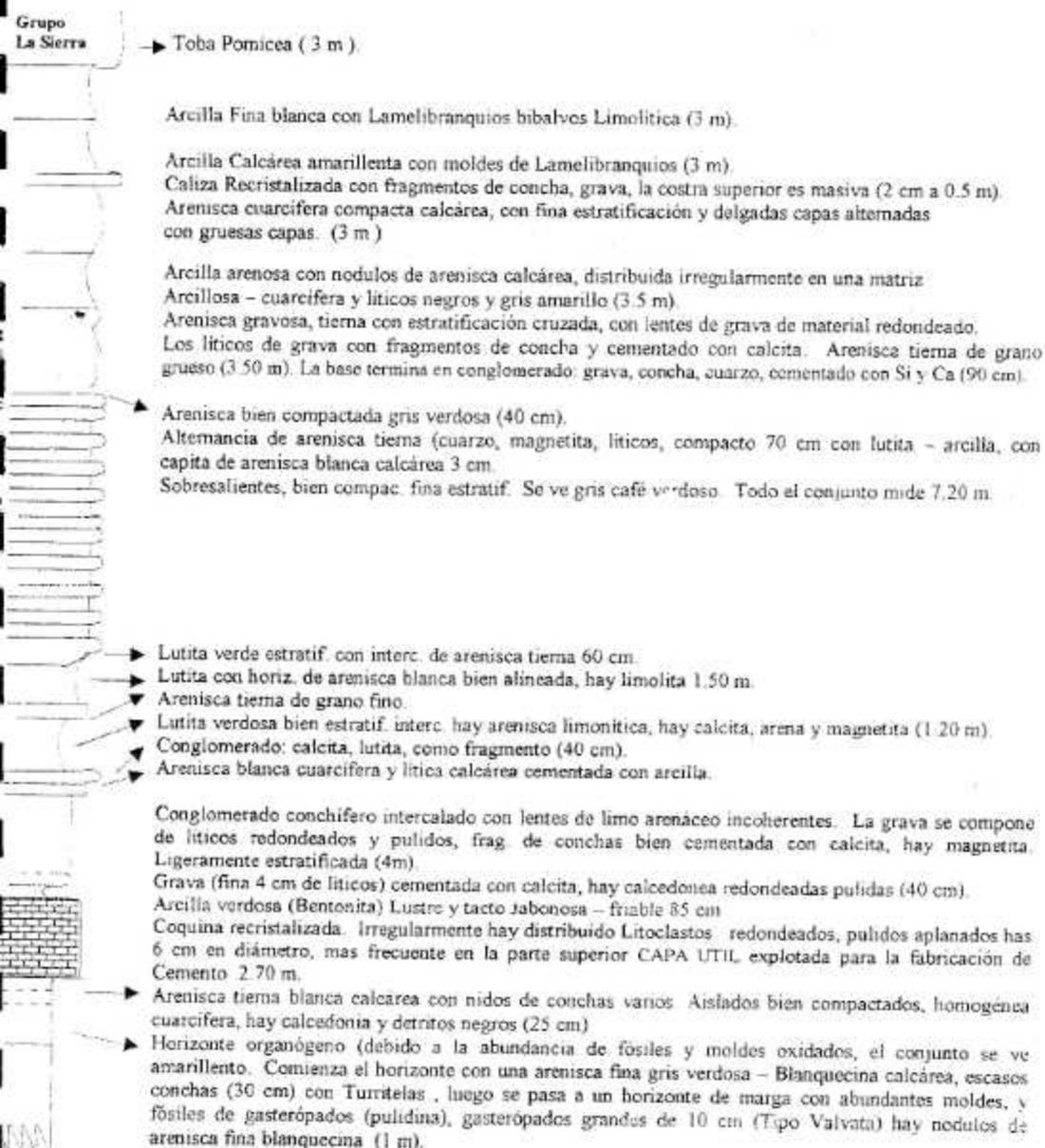


Fig. N° 4c

Anexo 5: Diseño de Pozo – Los Cedros

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios
Gerencia de construcción de pozo
Diseño definitivo de pozo Los Cedros (2016)

COLOCACIÓN DE REVESTIMIENTO	DATOS GENERALES
<p>Sello Sanitario 30'</p> <p>Tubería para medir niveles piezometricos 140'</p> <p>Tubería de acero al carbón 10 pulgadas 1/4 de espesor</p> <p>Tubería rejilla Ranura continua de acero inoxidable 10'' slot 60</p> <p>Empaque de grava de rio, 1/8'' a 1/4''</p> <p>Fondo de Mortero 10''</p> <p>NEA 35'</p> <p>2'</p> <p>30'</p> <p>Tubería Engrave</p> <p>80'</p> <p>120'</p> <p>150'</p> <p>170'</p> <p>190'</p> <p>280'</p> <p>296'</p> <p>10''</p> <p>14.75''</p>	<p>Nombre del pozo Los Cedros 2016</p> <p>Coordenadas 557268-1334368-160 msnmm</p> <p>Fecha de construcción al 13/01/2016</p> <p>Ubicación Managua</p> <p>Perforador Luis Cruz</p> <p>Metodo y equipo de perforación Rotativo-Modulo #4</p> <p>Diametro de perforación 14.75''</p> <p>Longitud de rejilla 160'' de Ø10''</p> <p>Tipo de material de revest. Acero al carbón y A Inox</p> <p>Prueba de bombeo</p>
<p align="right">Visto bueno</p> <p align="right">Ing. Elí Escorcia Cardoza Gerente de construcción de pozos-ENACAL</p>	

Anexo 6: Resultados de Calidad del Agua – El Borbollón y Pozo Los Cedros

Dureza Cálctica		3500-Ca D	
Magnesio	mg/L	421B	Cl
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	Ar
Cloro Residual	mg/L	4500Cl G	

NICARAGUA TRIUNFA!

El Pueblo, Presidente!

Vamos Adelante!

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE CONSUMO

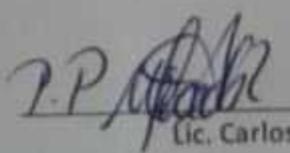
FECHA DE ENTRADA: 16/07/2015 CODIGO DE ENTRADA: 2685 CODIGO DE LABORATORIO: 301
 MOTIVO DE ANÁLISIS: Vigilancia TIPO Y UBICACIÓN DE LA FUENTE: Agua de Consumo Humano, El Borbollón
 CLIENTE/RESPONSABLE: c/s Villa Carlos Fonseca

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	METODO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	MÉTODO
Flúor	0,45	mg/L	Ion Selectivo	pH	7,5	und	4500-H ⁺ B
Conductividad	400	µS/cm	2510-B	Alcalinidad a la Fenolftaleina	NSD	mg/L	2320-B
Alcalinidad Total	152	mg/L	2320-B	Carbonatos	NSD	mg/L	2320-B
Bicarbonatos	185	mg/L	2320-B	Nitritos	NSD	mg/L	4500-NO ₂
Nitratos	5	mg/L	4500-B	Amoniaco	0,05	mg/L	4500-NH ₃ C
Ortofosfatos	0,08	mg/L	4500-PD	Sulfato	—	mg/L	4500-SO ₄ ²⁻ E
Calcio	42	mg/L	3500-Ca D	Dureza Total	152	mg/L	2340-C
Dureza Cálctica	104	mg/L	3500-Ca D	Dureza Magnesia	48	mg/L	3500-Mg-B
Magnesio	12	mg/L	421B	Cloruros	—	mg/L	4500-Cl-B
Sólidos Totales	—	mg/L	2540-B	Arsénico	—	mg/L	
Cloro Residual 0.5-3 ppm	NSD	mg/L	4500Cl G	Características Organolépticas: <u>propias</u>			

TODOS LOS MÉTODOS QUE SE UTILIZAN SON DEL STANDARD MÉTODO DEL AÑO 2005, USA
 ESTE RESULTADO NO ES VALIDO SI NO PRESENTA FIRMAS Y SELLO ORIGINAL
 NSD; No se detectó.


 Lic. Sara Somarriba Ardila
 cialista en Laboratorio de Salud
 CNDR/MINSA




 Lic. Carlos Morales Bonilla
 Director de Química Sanitaria
 CNDR/MINSA

FE,
 FAMILIA
 Y COMUNIDAD!
 N VICTORIAS!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
 CENTRO NACIONAL DE DIAGNOSTICO Y REFERENCIA-MINISTERIO DE SALUD
 Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios"
 Telf: PBX (505) 22-894700, Apartado Postal 107, www.minsa.gob.ni
 CNDR/MINSA: 22-894604 Ext 16; 22-897723, Apartado Postal 2900
 Correo Electrónico: dir-cndr@minsa.gob.ni



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

2016
Vamos Adelante!
EN BUENA
ESPERANZA
EN VICTORIAS!

INFORME DE ENSAYOS BACTERIOLOGICOS DE AGUAS

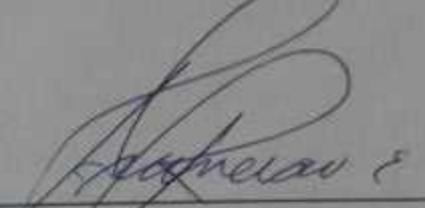
TIPO DE MUESTRA: Agua de Consumo PROCEDENCIA: Villa El Carmen
DIRECCION: C/S Villa Carlos Fonseca Amador Managua TELEFONO: _____
REMITIDAS POR: C/S V. C. F. A. MOTIVO DE ENSAYO: Vigilancia Sanitaria
INTERESADO: SILAIS Managua RESP. MUESTREO: Enoc Cruz Mojica
FECHAS DE: RECEPCION: 21/04/16 ENSAYO: 21/04/16 EMISION RESULTADO: 25/04/16

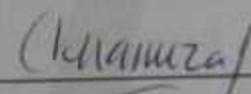
No.	DESCRIPCIÓN	Cloro residual	Código de entrada C.N.D.R.	Coliformes Totales NMP/100 ml	Coliformes termotolerantes NMP/100 ml
01	Mercadito V.C.F	0.2	1457-Ag16	<1,8	<1,8
02	Instituto Che Guevara	0.2	1458-Ag16	<1,8	<1,8
03	Instituto Samaria	0.0	1459-Ag16	<1,8	<1,8
04	P/M Los Cedros	0.0	1460-Ag16	<1,8	<1,8
05	Pozo Nuevo Los Cedros	0.0	1461-Ag16	2,0	<1,8
6	Pozo Enacal Los Cedros	0.0	1462-Ag16	<1,8	<1,8

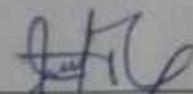
NOTA: Se da fe únicamente de la muestra analizada N.R: No Reportado NMP: Numero Más Probable

MÉTODO: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 21 th Edition, 2005, Coliformes Totales, Termotolerantes y *E. Coli*, 9221 B, 9221 E 9221 F.

Observaciones: La toma, el reporte del cloro residual y el envío de estas muestras es responsabilidad del higienista del Centro de Salud.


MSc. Francisco Romero Oviedo
Analista de Aguas y Alimentos


MSc. Carmen Lanuza Jarquin
Resp. Dpto. Aguas y Alimentos


Lic. Justo Reyes Cerro
Director de Microbiología


Microbiología de Aguas y Alimentos
Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia
Epidemiológica
Ministerio de Salud



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
MINISTERIO DE SALUD

Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios,
Costado oeste Colonia Iero. de Mayo, Managua, Nicaragua.
PBX (505) 22647730 - 22647630 - Web www.minsa.gob.ni



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

2016
Vamos
Cada Día
EN BUENA
ESPERANZA,
EN VICTORIAS!

INFORME DE ENSAYOS BACTERIOLOGICOS DE AGUAS

TIPO DE MUESTRA: Agua de Consumo PROCEDENCIA: Villa El Carmen
DIRECCION: C/S Villa Carlos Fonseca Amador Managua TELEFONO: _____
REMITIDAS POR: C/S V. C. F. A. MOTIVO DE ENSAYO: Vigilancia Sanitaria
INTERESADO: SILAIS Managua RESP. MUESTREO: Ninoska Leiva
FECHAS DE: RECEPCION: 17/03/16 ENSAYO: 17/03/16 EMISION RESULTADO: 28/03/16

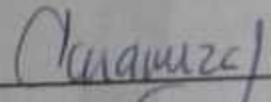
No.	DESCRIPCIÓN	Cloro residual	Código de entrada C.N.D.R.	Coliformes Totales NMP/100 ml	Coliformes termotolerantes NMP/100 ml
01	El Borbollón	5.0	1027-Ag16	<1,8	<1,8
02	Casa Ninoska	2.0	1028-Ag16	>1600	94
03	Puesto Medico Samaria	0.0	1029-Ag16	170	130
04	C/S Villa El Carmen	0.0	1030-Ag16	350	49
05	P/M Los Cedros	2.0	1031-Ag16	<1,8	<1,8
6	Pozo ENACAL	4.0	1032-Ag16	<1,8	<1,8

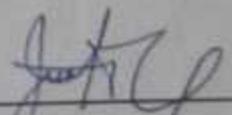
NOTA: Se da fe únicamente de la muestra analizada N.R: No Reportado NMP: Numero Más Probable

MÉTODO: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 21 th Edition, 2005, Coliformes Totales, Termotolerantes y *E. Coli*, 9221 B, 9221 E 9221 F.

Observaciones: La toma, el reporte del cloro residual y el envío de estas muestras es responsabilidad del higienista del Centro de Salud.


MSc. Francisco Romero Oviedo
Analista de Aguas y Alimentos


MSc. Carmen Lanuza Jarquin
Resp. Dpto. Aguas y Alimentos


Lic. Justo Reyes Cerro
Director de Microbiología

Microbiología de Aguas y Alimentos
Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia
Epidemiológica de Salud

FE.
FAMILIA
Y COMUNIDAD!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
MINISTERIO DE SALUD

Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios,
Costado oeste Colonia Iero. de Mayo, Managua, Nicaragua.
D.V. (505) 22647730 - 22647630 - Web: www.minsa.gob.ni

El Pueblo, Presidente!

Vamos Adelante!

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE CONSUMO

FECHA DE ENTRADA: 16/07/2015 CODIGO DE ENTRADA: 2690 CODIGO DE LABORATORIO: 302
 MOTIVO DE ANÁLISIS: Vigilancia TIPO Y UBICACIÓN DE LA FUENTE: Agua de Consumo Humano
Pozo Los Cedros

CLIENTE/RESPONSABLE: C/S Villa Carlos Fonseca

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	METODO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	MÉTODO
Fluor	0,32	mg/L	Ion Selectivo	pH	7,2	und	4500-H ⁺ B
Conductividad	362	µS/cm	2510-B	Alcalinidad a la Fenolftaleina	NSD	mg/L	2320-B
Alcalinidad Total	137	mg/L	2320-B	Carbonatos	NSD	mg/L	2320-B
Bicarbonatos	167	mg/L	2320-B	Nitritos	NSD	mg/L	4500-NO ₂
Nitratos	8	mg/L	4500-B	Amoniaco	0,02	mg/L	4500-NH ₃ C
Ortofosfatos	0,19	mg/L	4500-PD	Sulfato	-	mg/L	4500-SO ₄ ⁻² E
Calcio	27	mg/L	3500-Ca D	Dureza Total	124	mg/L	2340-C
Dureza Cálcica	68	mg/L	3500-Ca D	Dureza Magnesia	56	mg/L	3500-Mg-B
Magnesio	14	mg/L	4218	Cloruros	-	mg/L	4500-Cl-B
Sólidos Totales	-	mg/L	2540-B	Arsénico	-	mg/L	
Cloro Residual 0.5-3 ppm	NSD	mg/L	4500Cl G	Características Organolépticas: <i>propias</i>			

TODOS LOS MÉTODOS QUE SE UTILIZAN SON DEL STANDARD MÉTODO DEL AÑO 2005, USA
 ESTE RESULTADO NO ES VALIDO SI NO PRESENTA FIRMAS Y SELLO ORIGINAL
 NSD: No se detectó.

[Signature]
 Lic. Sara Somarriba Ardila
 cialista en Laboratorio de Salud
 CNDR/MINSA



[Signature]
 Lic. Carlos Morales Bonilla
 Director de Química Sanitaria
 CNDR/MINSA

FE,
 FAMILIA
 Y COMUNIDAD!
 N VICTORIAS!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
 CENTRO NACIONAL DE DIAGNOSTICO Y REFERENCIA-MINISTERIO DE SALUD
 Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios"
 Telf: PBX (505) 22-894700, Apartado Postal 107. www.minsa.gob.ni
 CNDR/MINSA: 22-894604 Ext 16; 22-897723. Apartado Postal 2900
 Correo Electrónico: dir-cndr@minsa.gob.ni

Procedencia: SILAIS MANAGUA Responsable: C/S. Villa Carlos Fonseca A.

Tipo y Ubicación de la Fuente: Pozo ENACAL Villa el Carmen – El Borbollón

Dirección: SILAIS MANAGUA

Fecha de la Toma: 16 / 07 / 2015 Hora de la Toma: 9:20AM

Motivo del Análisis: Vigilancia Número: 01

Código de Entrada: 2685 Código de Laboratorio: 578 – Me - 195

Fecha de Recepción: 17 / 07 / 2015 Fecha de Análisis: 22 / 07 / 2015

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS DE TRAZAS DE METALES EN AGUA

PARAMETROS	RESULTADOS mg/L (ppm)	VALOR RECOMENDABLE mg/L (ppm)
Sodio (Na)	14	200
Plomo (Pb)	NSD	0.01
Cobre (Cu)	NSD	2.0
Zinc (Zn)	NSD	3.0
Manganeso (Mn)	NSD	0.50

NOTA: NSD Significa No Se Detecto.

Tec. Juan Hernández López
Analista de Dpto. Salud Ambiental
CNDR / MINSA



Lic. María Mercedes Ruiz Avilez
Director (a.i.) Química Sanitaria
CNDR / MINSA



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

CENTRO NACIONAL DE DIAGNOSTICO Y REFERENCIA-MINISTERIO DE SALUD
Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios"
Telf: PBX (505) 22-894700, Apartado Postal 107. www.minsa.gob.ni
CNDR/MINSA: 22-894604 Ext 16; 22-897723, Apartado Postal 2900
Correo Electrónico: dir-cndr@minsa.gob.ni

Este resultado no es valido si no presenta firmas y sello original.

Anexo 7: Interpretación Hidroquímica de Resultados de Calidad del Agua.

Calidad del Agua

- **Hidroquímica**

La Hidroquímica es algo más que la mera determinación química y pasar a ser una herramienta hidrogeológica básica capaz de aportar valiosa información sobre el origen y distribución del agua subterránea y los procesos físico-químicos que la afectan y tener un criterio claro de la calidad del agua del acuífero en estudio.

- **Objetivo del Estudio**

El objetivo que se persigue en el presente estudio es Evaluarle a las fuentes sus características físicas y químicas del agua de las fuentes aledañas al proyecto **Los López - Villa El Carmen**, para inferir la calidad del agua en dicha área, con respecto a parámetros Físicoquímicos.

- **Resultados de Calidad del Agua**

Los resultados de los parámetros Físicoquímicos de las fuentes aledañas al proyecto **Los López - Villa El Carmen**, fueron analizados para inferir la posible calidad del agua en el área del proyecto.

- ✓ **Tablas de Resultados de las Fuentes aledaños al Proyecto Los López - Villa El Carmen.**

Tabla No. 1 - Resultados Fisicoquímicos

No.	Parámetros	Unidades	Normas CAPRE	Presa El Borbollón	PP Los Cedros
1	Temperatura	°C	18-32	-	-
2	Turbidez	UNT	5.0	-	-
3	pH	Unidad	6.5-8.5	7.5	7.2
4	Conductividad eléctrica	µs/cm	-	400	362
5	Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	-	-
6	Color Verdadero	UCV	15	-	-
7	Calcio	mg/L	100	42	27
8	Magnesio	mg/L	50	12	14
9	Sodio	mg/L	200	14.0	14.00
10	Potasio	mg/L	10	-	-
11	Cloruros	mg/L	250	26.1	21.7
12	Nitratos	mg/L	50	5	8
13	Sulfatos	mg/L	250	19.21	13.43
14	Carbonatos	mg/L CaCO ₃	-	2	2
15	Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	-	185	167
16	Dureza total	mg/L CaCO ₃	400	152	124
17	Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	NE	104	68
18	Alcalinidad de Fenolftaleína	mg/L CaCO ₃	-	NSD	NSD
19	Sílice disuelta	mg/L	-	-	-

20	Nitritos	mg/L	<0.1	0	0
21	Hierro Total	mg/L	0.3	-	-
22	Flúor	mg/L	0.7-1.5	0.45	0.32
23	Índice de Saturación	%	< 10%	-	-

Nota: Estos datos son una transcripción de los resultados realizados por MINSA para el Centro de Salud Villa Carlos Fonseca

Tabla No. 2 - Resultados de Metales y Bacteriológicos

Metales (Sustancias Inorgánicas de Significado para la Salud)				Presa El Borbollón	PP Los Cedros
Laboratorio Que realiza el análisis			CAPRE	22-jul-15	-
1	Arsénico	µg/L	10	-	-
2	Plomo	µg/L	10	NSD	-
3	Cobre	µg/L	2000	NSD	-
4	Zinc	µg/L	3000	NSD	-
5	Manganeso	µg/L	500	NSD	-
Análisis Bacteriológico				28-Marz-16	25-Abril-16
8	Coliformes Termotolerantes	UFC	Negativo	Negativo	Negativo
9	Coliformes Totales	UFC	Negativo	Negativo	Negativo
10	Cloro Residual	mg/L	(0,5 - 3 ppm)	NSD	NSC

UFC/100mL = Unidades Formadoras de Colonias en

Clave: 100 mL.

< Id = menor del límite de detección.

nsd = no se detectó.

CaCO₃ = Carbonato de Calcio.

UCV = Unidades de Color Verdadero

mg/L = miligramos por Litros.

°C = Grados Celsius (centígrados).

µg/L = Microgramos por Litros.

UNT = Unidades Nefelométricas.

ng/L = Nanogramos por Litros.

CAPRE = Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

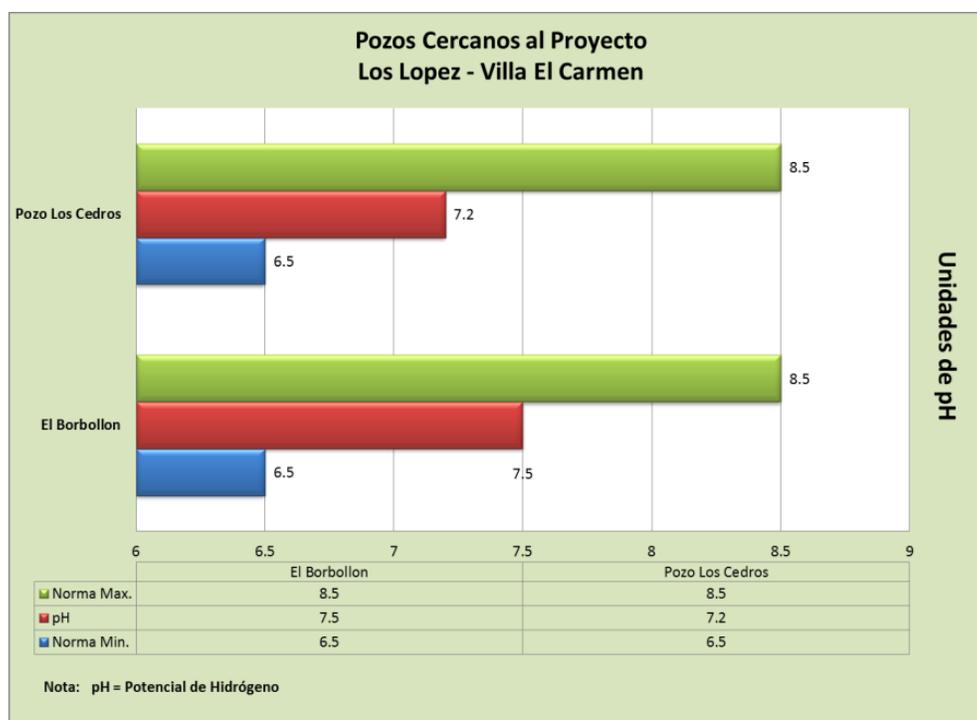
NMP/100 mL = Número Más Probable en 100 mililitros de muestra.

Nota : < 1.8 = Indica la no cuantificación de bacterias presentes, acorde al estándar método usado por el Laboratorio CIRA.

✓ **Gráficos de Parámetros Fisicoquímicos principales vs Normas.**

▪ ***pH de las Aguas Subterráneas***

Por regla general, el pH de las aguas naturales se mantiene entre 6.5 y 8.5, aunque excepcionalmente puede variar entre 3 y 11 (ref. 10). El pH juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos de las aguas subterráneas naturales (equilibrio carbonático, procesos redox, etc.). Es fácilmente alterable por lo que su determinación debe hacerse en el momento de la toma de la muestra. En el presente estudio se puede ver el pH, medido en el campo, se mantiene entre 7.2 y 7.5 unidades de pH, dentro de norma CAPRE, lo que se puede apreciar en el grafico No. 1.

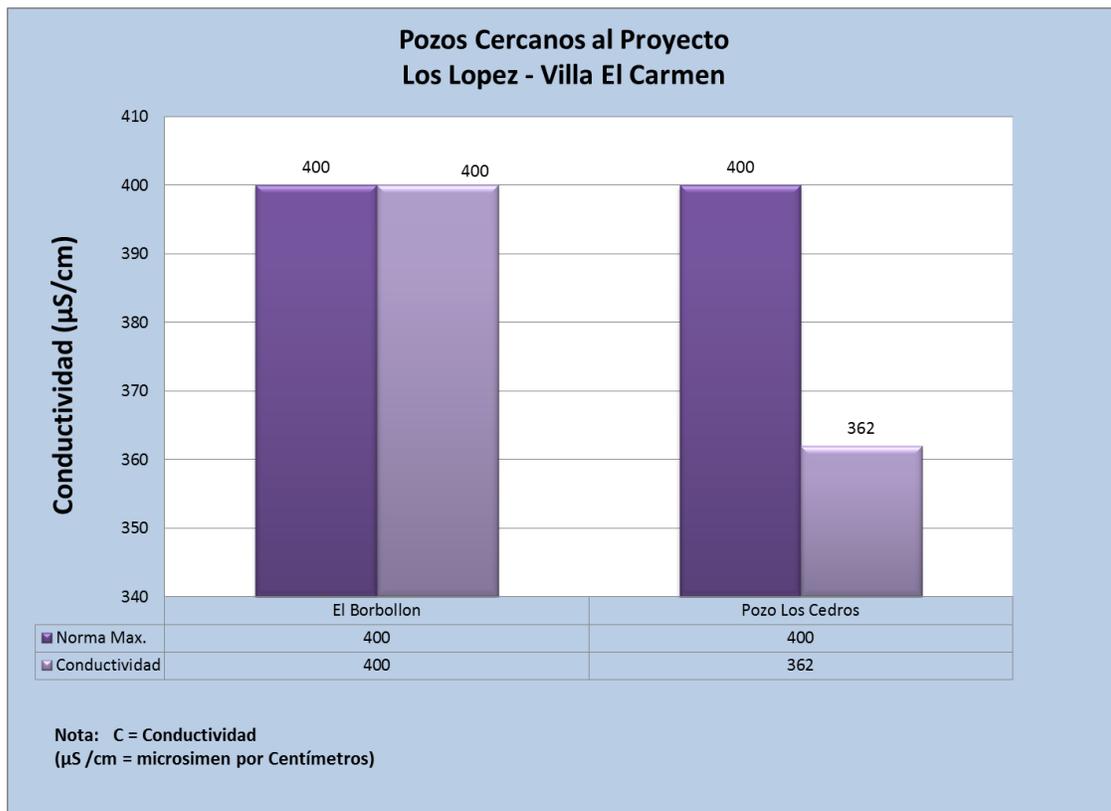


Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 1: Unidades de pH

▪ **Conductividad Eléctrica**

Como consecuencia de su contenido iónico, el agua se hace conductora de la electricidad. A medida que la concentración iónica aumenta, aumenta también hasta cierto límite la conductividad. La unidad de medida es el $\mu\text{S}/\text{cm}$ ó $\mu\text{mho}/\text{cm}$. La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad. Sus valores normales de conductividad en aguas dulces están entre 100 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el agua de mar es del orden de 45.000 y en salmueras puede alcanzar los 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ref. 10). Es así que las aguas de los pozos del presente estudio presentan valores entre 362 y 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, correspondientes a aguas dulces, asimismo están ubicados por debajo de las normas CAPRE, sin que represente una afección para el consumo humano puesto que los otros parámetros cumplen con la norma y este es alterado por la dureza, como se ve en el grafico No. 2.

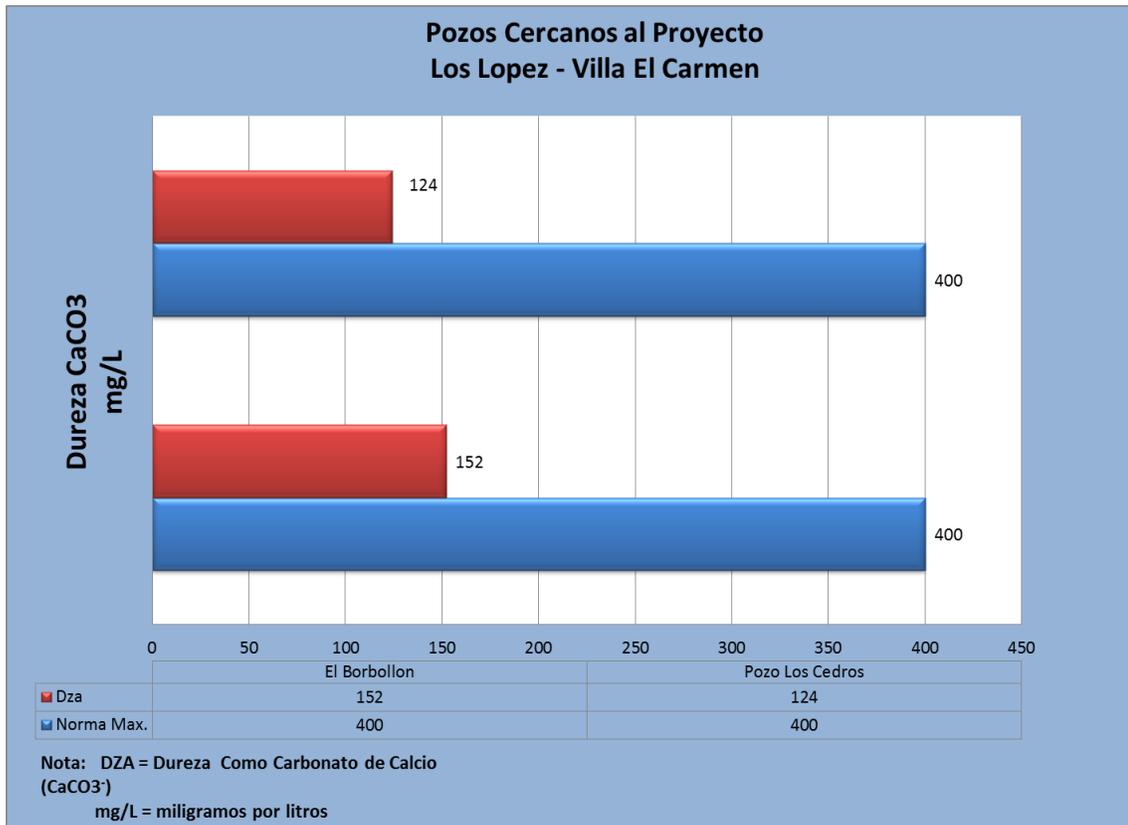


Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 2: Conductividad Eléctrica

▪ **Dureza**

La dureza mide la capacidad del agua para consumir jabón o producir incrustaciones. Aunque en la reacción con jabón para producir compuestos insolubles pueden intervenir Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Ba, Zn, etc., actualmente la dureza se mide en términos de contenido en Ca y Mg (dureza total). Menos utilizados son los términos dureza permanente y dureza temporal que representan la parte de la dureza asociada al Cl y al SO₄ y la parte a las especies carbónicas, respectivamente. La dureza suele expresarse en mg/L de CaCO₃ o en grados franceses: °F = 10 mg/l de CaCO₃. Las aguas duras son, en general, incrustantes en tanto que las blandas suelen ser agresivas (ref. 10). En el presente estudio se puede ver que la dureza se mantiene entre 152.0 y 124.00 mg/L de CaCO₃, primeramente dentro de norma CAPRE y segundo corresponde a aguas duras, para el uso de consumo o industrial se ablandan antes del uso, se puede ver en el grafico No. 3.

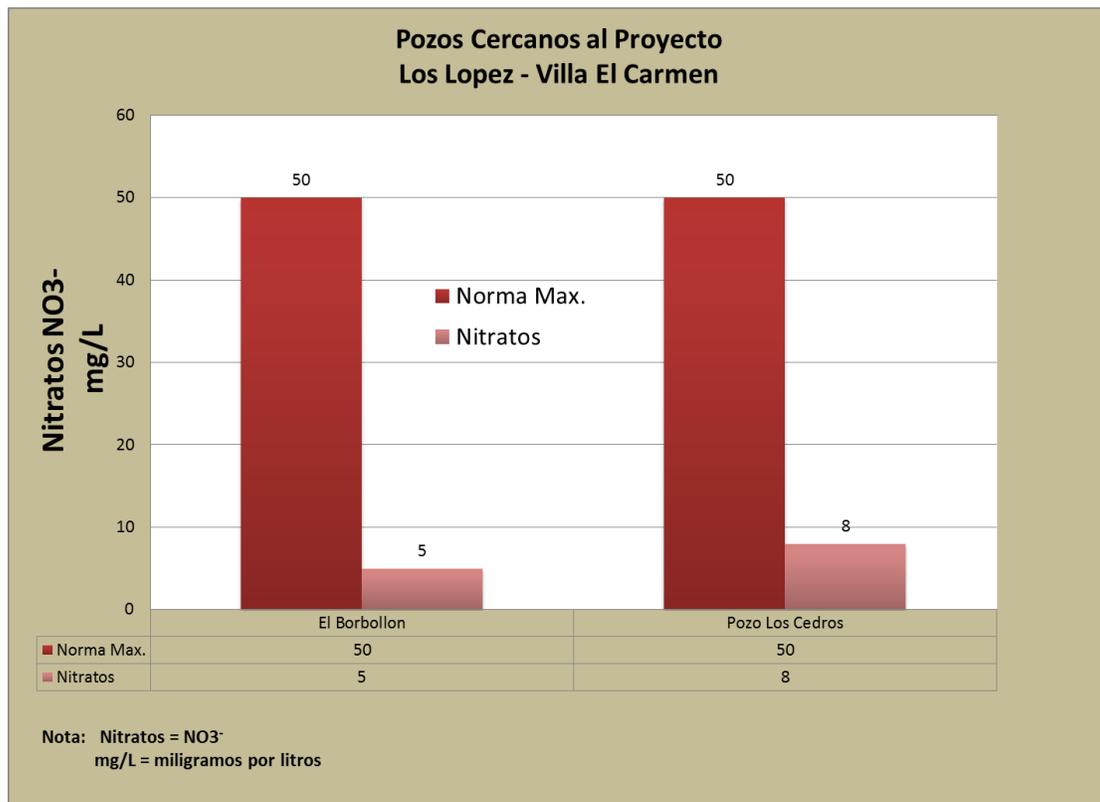


Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 3: Dureza Total

▪ **Presencia de Nitratos en el Agua Subterránea.**

Pueden estar presentes en las aguas subterráneas bien como resultado de la disolución de rocas que los contengan, lo que ocurre raramente, bien por la oxidación bacteriana de materia orgánica. Su concentración en aguas subterráneas no contaminadas raramente excede de 50 mg/L.

El origen de los nitratos en las aguas subterráneas no siempre es claro. Son relativamente estables pero pueden ser fijados por el terreno o ser reducidos a nitrógeno o amonio en ambientes reductores. A menudo son indicadores de contaminación alcanzando entonces elevadas concentraciones y presentando, por regla general, una estratificación clara con predominio de las concentraciones más elevadas en la parte superior de los acuíferos libres.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 4: Nitratos

El tipo de contaminación a que es debida su presencia en el agua subterránea está relacionado con las actividades urbanas, industriales y ganaderas, y muy frecuentemente, con carácter no puntual, con las prácticas de abonados intensivos inadecuados con compuestos nitrogenados (ref. 10). En el presente estudio se puede ver que los Nitrosos se mantiene entre 5 y 8 mg/L, primeramente dentro de norma CAPRE y segundo no ha sido afectada por la contaminación antropogénica, se puede apreciar en el gráfico No. 4.

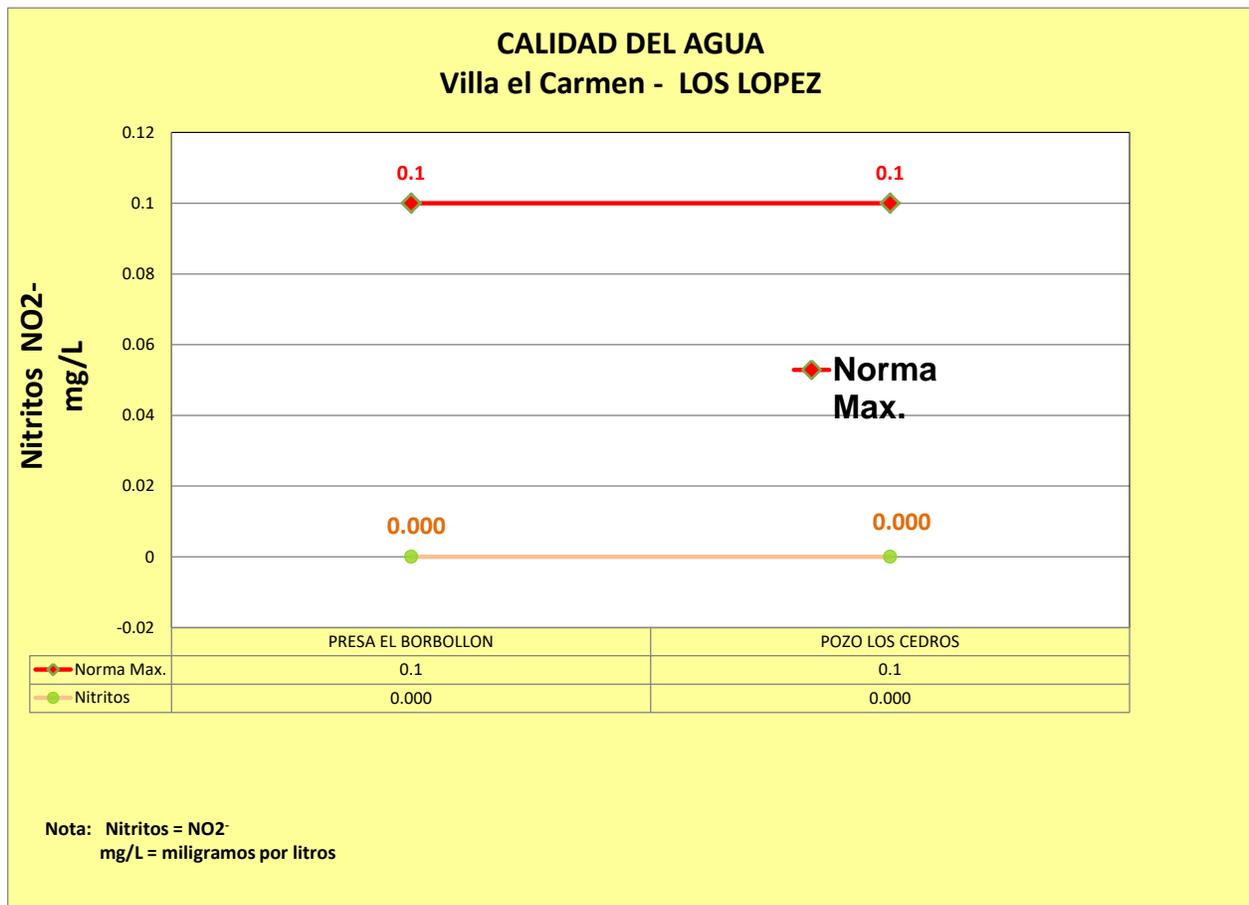
▪ ***Presencia de Nitritos en el Agua Subterránea.***

Pueden estar presentes en las aguas subterráneas, lo que ocurre raramente, por la oxidación incompleta de la materia orgánica por las bacterias. Su concentración en aguas subterráneas no contaminadas raramente excede de 5.0 mg/L.

El origen de los nitritos en las aguas subterráneas no estables, se presentan como resultado de contaminación muy reciente, la oxidación bacteriana ha sido incompleta y el flujo de la contaminación se está dando de forma casi directo al acuífero. A menudo son indicadores de contaminación recientes.

El tipo de contaminación a que es debida su presencia en el agua subterránea está relacionado con las actividades urbanas, industriales y ganaderas. En el presente estudio se puede ver que los Nitritos no se detectaron, cumpliendo con las norma CAPRE, ver gráfica No. 5.

Cabe señalar que este elemento no es crucial ya que basta con exponer el agua a aire y los nitritos se oxidan rápidamente a Nitrosos sin representar ningún riesgo posterior para el consumo, ya que los nitrosos se encuentran muy por debajo de normas.

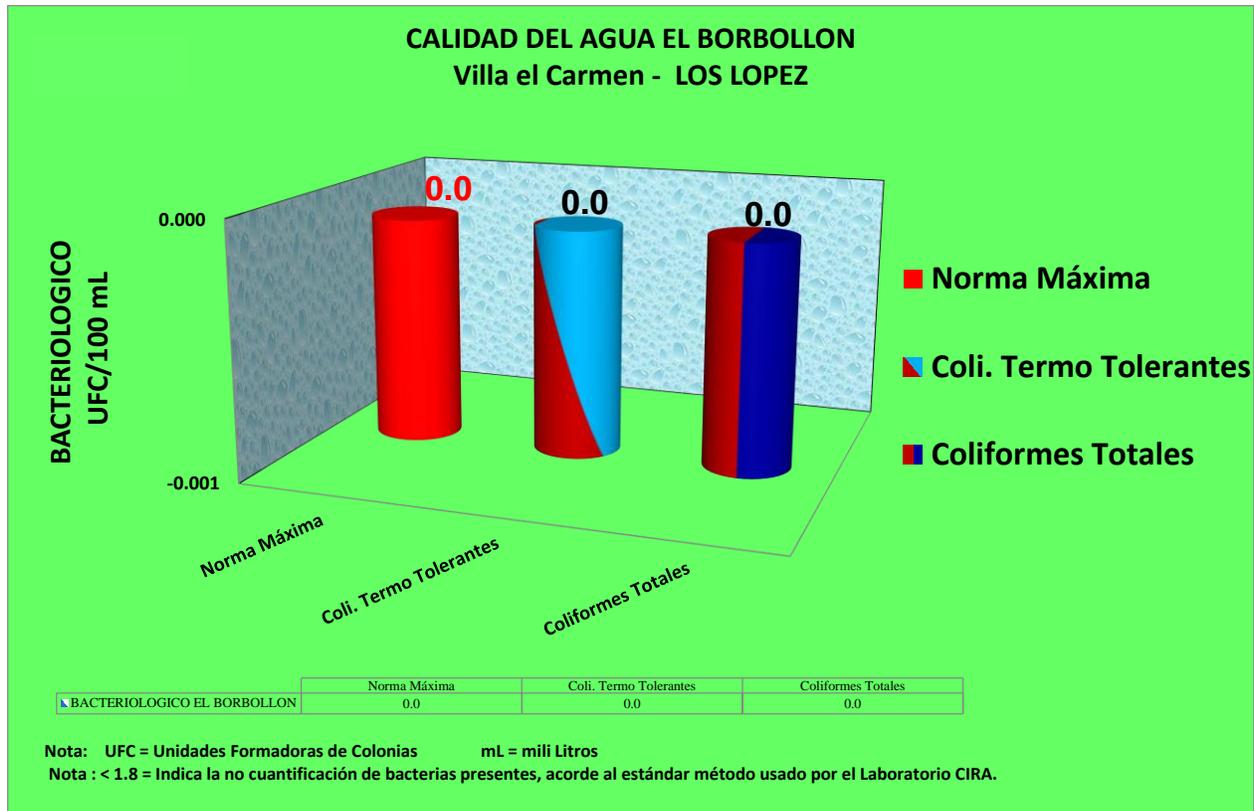


Fuente: Elaboración Propia, 2016.
Grafica No. 5: Nitritos

▪ **Calidad Bacteriológica del Agua Subterránea.**

La presencia de bacterias en el agua subterránea debe ser negativa, puesto que el suelo sirve de filtro natural por donde fluye el agua antes de ser extraída desde las profundidades de la tierra don se encontraba, de encontrarse solo puede ser debido a contaminación antropogénica, mediante el mismo orificio del pozo perforado o fracturas. La norma FAO/OMS y CAPRE expresa que no deben encontrarse bacterias en el agua para el consumo Humano.

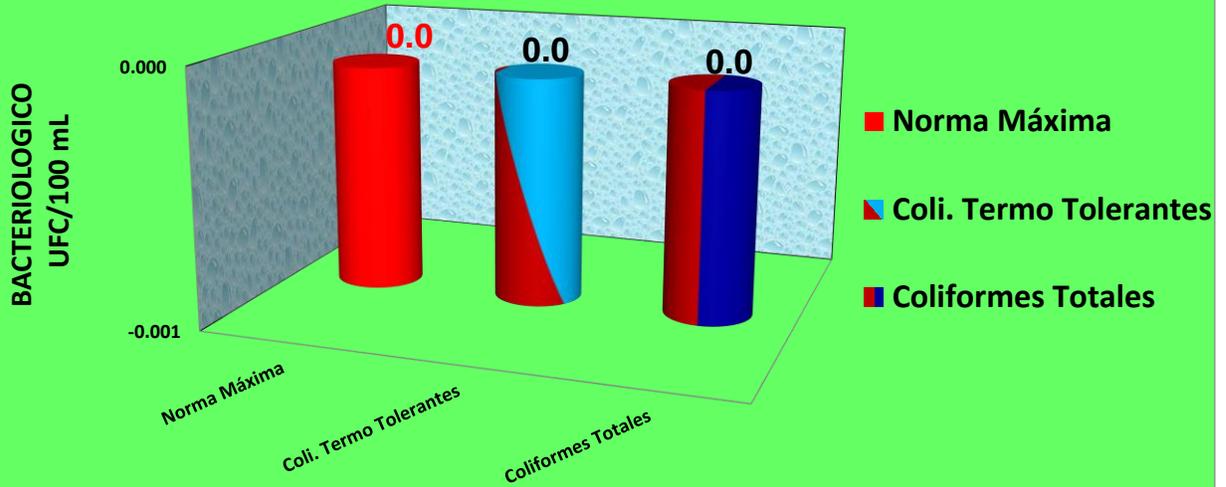
En el presente estudio no se encontraron bacterias indicadoras de contaminación bacteriana (Termo tolerantes y Totales), cumpliendo con la norma CAPRE, representando que se ha garantizado la calidad bacteriológica del agua de cada una de las fuentes, lo que se puede apreciar en la tabla No. 2 y las gráficas No. 6 y 7.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 6: Bacteriológico El Borbollón

**CALIDAD DEL AGUA LOS CEDROS
Villa el Carmen - LOS LOPEZ**



	Norma Máxima	Coli. Termo Tolerantes	Coliformes Totales
BACTERIOLOGICO POZO LOS CEDROS	0.0	0.0	0.0

Nota: UFC = Unidades Formadoras de Colonias mL = mili Litros

Nota : < 1.8 = Indica la no cuantificación de bacterias presentes, acorde al estándar método usado por el Laboratorio CIRA.

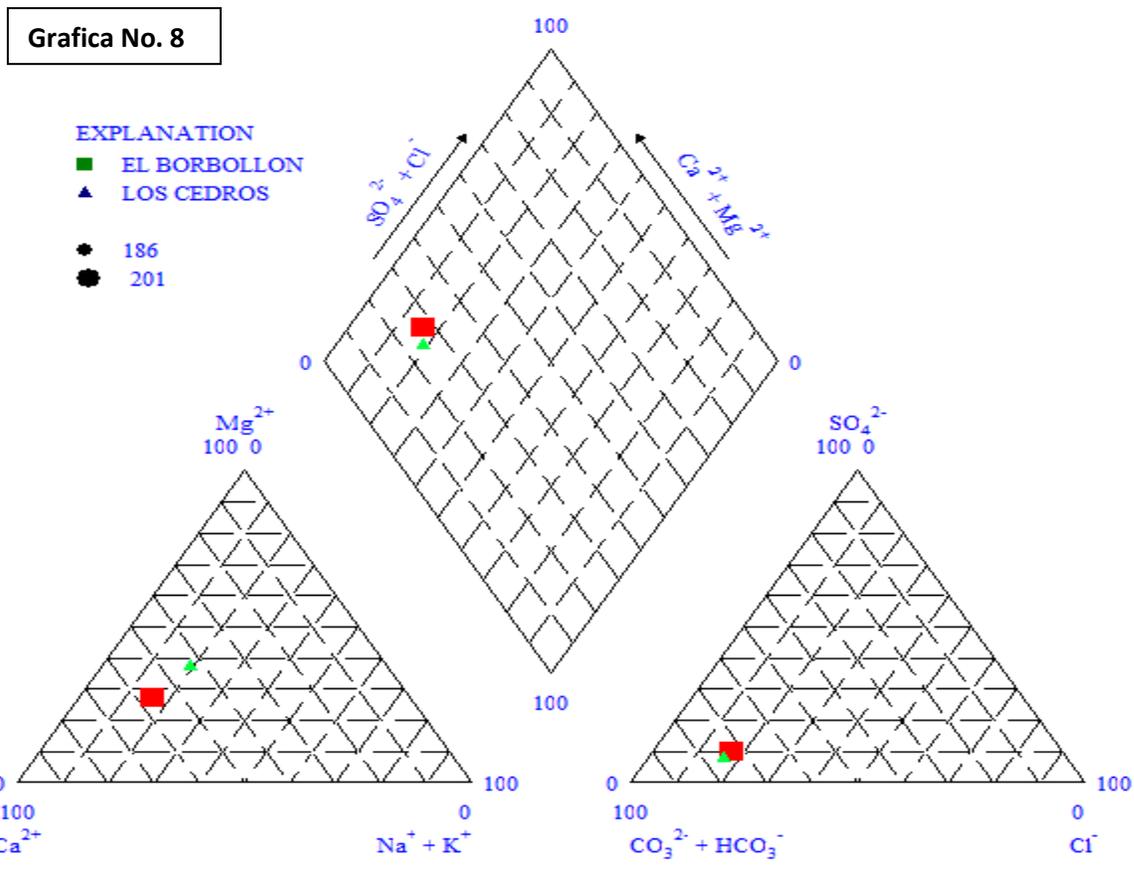
Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Grafica No. 7: Bacteriológico Los Cedros

✓ **Diagrama de Piper, Caracterización Hidroquímica.**

Se puede apreciar de acuerdo a diagrama de PIPER el agua de las fuentes aledañas a Los López - Villa El Carmen es Bicarbonatada - Cálctica a Bicarbonatada – Cálctica - Magnésica, y de igual manera el promedio de las Fuentes El Borbollon y Los Cedros representa la calidad del agua del área del proyecto de Los López. (ver gráfica No. 8)

CALIDAD DEL AGUA FUENTES LOS LOPEZ



No.	FUENTES A EVALUAR EN PIPER	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	STD	CARACTERISTICA
		meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	mg/L	
1	PRESA EL BORBOLLON	2.096	0.987	0.611	0.000	0.067	3.033	0.736	0.400	201.0	Bicarbonatada - Cálctica
2	POZO LOS CEDROS	1.347	1.152	0.611	0.000	0.067	2.738	0.612	0.280	186.0	Bicarbonatada – Cálctica - Magnésica

✓ **Resultados.**

- Se puede apreciar de acuerdo a diagrama de PIPER el agua de las fuentes aledañas a Los López - Villa El Carmen como lo son El Borbollón y Los Cedros es Bicarbonatada - Cálcica a Bicarbonatada - Cálcica - Magnésica, por lo que las fuentes representan la calidad del agua del área del proyecto de Los López (ver gráfica No. 8).
- De acuerdo a los parámetros Fisicoquímicos analizados, según las tablas No. 1 y 2, el agua cumple con lo sugerido por las normas CAPRE (Cuarta columna en las tablas No. 1 y 2, Graficas 1-5), esto representa que la calidad del agua para Los López es de Buena calidad Fisicoquímicas.
- De acuerdo a los parámetros Bacteriológicos analizados, según las tablas No. 2, el agua cumple con lo sugerido por las normas CAPRE (Cuarta columna en las tablas No. 2, Graficas 6 y 7).

✓ **Recomendaciones**

A pesar de no haber encontrados presencia de Coliformes fecales en las aguas muestreadas, se recomienda mantener una concentración de cloro residual mayor a 0.5 mg/L, para garantizar la potabilidad del agua, puesto que una de ella se refiere a agua superficial (El Borbollón).

Anexo 8: Oferta de Perforación y Suministro de Equipo de Bombeo – IPEMSA McGregor



09 de Noviembre del 2016.

OF-EDCB-1079-2016.

Pág.: - 1 / 4 -

**SEÑORES
COMUNIDAD LOS LOPEZ
VILLA EL CARMEN, MANAGUA
SUS MANOS**

Att. Ing. Julio Midence

Ref: Proyecto "Perforación y construcción de pozo, suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible"

Estimado Ing. Midence:

Atendiendo su gentil solicitud, tenemos el agrado de someter a su consideración, nuestra oferta técnico-económica, para la perforación y construcción de un (1) pozo y el suministro e instalación de un equipo de bombeo sumergible, localizado en Comunidad Los Lopez , KM 49 Carretera a Pochomil, Villa El Carmen.

A continuación describimos los detalles de nuestra oferta:

1. PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZO:

Profundidad del pozo: se perforará un agujero hasta una profundidad nominal de **250 pies**. Esta profundidad dependerá del carácter hidrogeológico de las formaciones a perforarse, las que definirán la necesidad de perforar el agujero a una mayor o menor profundidad que la establecida como nominal. Los trabajos de construcción del agujero se realizarán con una máquina perforadora del tipo percusión especializada para las condiciones geológicas de la zona.

Revestimiento: el agujero perforado será revestido con tubería de acero de **6-5/8 pulgadas de diámetro**, en toda su profundidad. Esta tubería de acero cumple con las normas **ASTM A-139, Grado B** y es elaborada a partir de laminas de **acero A-36** que se fabrica en nuestra planta roladora-soldadora, en forma de espiral, tanto interna como externamente. En los estratos que se determine como de mayor potencial acuífero, instalaremos 90 pies de la misma tubería ranurados, a todo su largo que, permitan el mejor aprovechamiento del acuífero.

Desarrollo: después de finalizado la colocación de la tubería de revestimiento, realizaremos un pistoneo interno con émbolos durante doce (12) horas, para desarrollar las formaciones geológicas alrededor de la tubería ranurada, y de esta manera lograr un mejor aprovechamiento de la zona acuífera y una mayor eficiencia en la explotación del pozo.

Base de concreto: finalmente, sobre la superficie del terreno se construirá una base de concreto, de dimensiones adecuadas, para soportar el peso del equipo de bombeo que se instalará.

2. EQUIPO DE BOMBEO:

De acuerdo a la magnitud de su proyecto, estamos presentando a su consideración, el suministro e instalación de un (1) equipo de bombeo, tipo sumergible con las características técnicas siguientes:

CAUDAL	: 12 GPM	CTD	: 200 PIES
POTENCIA	: 3 HP	RPM	: 3450
CUERPO	: ACERO INOX.	EJES, IMPELLERS	: ACERO INOX.



IRRIGACIÓN Y PERFORACIONES MCGREGOR, S. A.

IPMSA

Carretera Sur Km. 4 • Managua, Nicaragua • Teléfonos: (505) 2266-0011 al 13 • Fax: 2266-0015 • E-mail: admon@ipmsa.com

09 de Noviembre del 2016.

OF-EDCB-1079-2016.

Pág.: - 2 / 4 -

Tubería de columna y Accesorios: Suministraremos e instalaremos 140 pies de tubería de columna de hierro especial para este tipo de trabajo de 3" de diámetro, 1 válvulas check vertical de 3" de diámetro, un plato soporte de 12" x 12" x 1/2", una "T" de 2" x 2" x 2" ced. Pesada, un niple de 3" de diámetro por 2' de largo, un tapón macho y un juego de empalme.

Motor, Cable Sumergible y Panel de Control (Monofásico/230 voltios): Suministraremos e instalaremos 170 pies de cable eléctrico sumergible de alimentación al motor, un motor eléctrico sumergible marca Franklin Electric, con una potencia de **3 HP**, arranque directo, características eléctricas: **1PH/60Hz/230 Volts**, 3450 RPM. Un panel de controles eléctricos con sus protecciones siguientes: cortocircuito, sobrecarga, botonera de arranque y parada, relay asimétrico para proteger de inversión de fases, caída de fases, alto y bajo voltaje, para una potencia de **.3 HP**. Características eléctricas: **1Ph/60Hz/230 Volts**. Arranque directo.

NOTA: No se considera la conexión de la descarga del equipo de bombeo sumergible a línea de conducción a tanque de almacenamiento y/o línea de distribución.

3. VALOR DE LOS TRABAJOS:

- Perforación y construcción de pozo de 250 pies en $\varnothing 6-5/8"$	US\$ 6,710.00
- Suministro e inst. equipo de bombeo sumergible de 3 hp	US\$ 6,560.00
- Sub Total	US\$ 13,270.00
- 15% IVA	US\$ 1,990.50
- TOTAL	US\$ 15,260.00

SON: QUINCE MIL DOSCIENTOS SESENTA DOLARES. (INCLUYE EL 15% DE I.V.A.)

4. FORMA DE PAGO:

- *Perforación y construcción de pozo*
 1. 40 % del valor total a la firma del contrato de trabajo.
 2. 30 % del valor total al finalizar el agujero (250 pies).
 3. 30 % del valor total al finalizar la construcción del pozo
- *Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible*
 1. 60 % del valor total a la firma del contrato.
 2. 40 % al instalar el equipo de bombeo en el pozo.

En lo referente al pago por los trabajos, estos pueden ser efectuados en moneda nacional, al tipo de cambio oficial vigente, al momento de cada pago.

5. OBSERVACIONES GENERALES:

Cabe agregar que esta oferta esta complementada por los siguientes criterios:

1. Estamos en capacidad de iniciar los trabajos de perforación, en un plazo máximo de 10 - 12 días, después de la firma del contrato y recibido el adelanto económico correspondiente.

09 de Noviembre del 2016.

OF-EDCB-1079-2016.

Pág.: - 3 / 4 -

2. La construcción del pozo se estima que se realizara en un tiempo aproximado de veinte y cinco a treinta (25-30) días calendarios, una vez que la máquina de perforar entre al sitio, así mismo se considera que las formaciones geológicas son normales.
3. La importación del equipo de bombeo sumergible, nos toma veintiún (21) hábiles, una vez recibido el adelanto económico correspondiente.
4. El cliente deberá garantizar el acceso para los equipos de construcción del pozo, hasta el sitio de perforación y mantenerlo adecuado para la circulación de los equipo, durante el tiempo que duren los trabajos, y obtener los permisos de ANA para realizar los trabajos.
5. Nuestra empresa, no contempla realizar ninguna conexión entre la descarga del equipo de bombeo y cualquier estructura de almacenamiento de agua o red de tubería de conducción de agua. Así mismo, no estamos autorizados a realizar trabajos de conexión eléctrica entre el panel de controles eléctricos del equipo de bombeo y cualquier fuente de energía existente o proyectada. El Cliente instalara interruptor de cuchillas en caseta del panel de controles eléctricos, la cual la construirá el cliente, y esta no deberá de estar a una distancia no mayor de 4.0 mts del pozo.
6. Garantizamos la construcción del pozo por un período de un año contra defectos de construcción. En el caso que durante el periodo de garantía existan problemas en que se determine que se derivan de una defectuosa construcción, nos comprometemos a realizar los trabajos correctivos que sean necesarios para el buen acabado del pozo sin ningún cargo para El Cliente.
7. Nuestra empresa no contempla realizar ninguna conexión entre la descarga de la sarta del equipo de bombeo y cualquier estructura de almacenamiento de agua o red de tubería de conducción de agua. Así mismo, no estamos autorizados a realizar trabajos de conexión eléctrica entre el panel de controles eléctricos del equipo de bombeo y cualquier fuente de energía existente o proyectada. El cliente deberá de construir caseta de controles eléctrico e instalar main breaker, del cual el contratista alimentara su panel de controles eléctricos del equipo de bombeo.
8. Garantizamos el equipo de bombeo contra fallas inherentes de fabricación y de materiales por un año, siempre que este equipo sea instalado y provisto de mantenimiento por nuestra empresa. Esta garantía no cubre fallas en el equipo debidas a variaciones anormales de voltajes provenientes del suministro eléctrico, ni por causas atribuibles a mal manejo, falta de mantenimiento o por cualquier tipo de mantenimiento realizado por ustedes mismos o por terceros que no sea nuestra firma, durante el período que establece esta garantía. De este modo, otorgamos las mismas garantías del fabricante.
9. La instalación del equipo de bombeo sumergible, se realizara una vez confirmado por nuestro departamento de electromecánica, que la acometida eléctrica (monofásico / 230 V) está disponible en el sitio.
10. La caseta de paneles eléctrico no estará a una distancia mayor de 6 mts de donde se construirá el pozo.



IRRIGACIÓN Y PERFORACIONES McGREGOR, S. A.

IPEMSA

Carretera Sur Km. 4 • Managua, Nicaragua • Teléfonos: (505) 2266-0011 al 13 • Fax: 2266-0015 • E-mail: admon@ipemsa.com

09 de Noviembre del 2016.

OF-EDCB-1079-2016.

Pág.: - 4 / 4 -

11. Para fines de esta oferta se considera que el equipo de bombeo descargara libremente a un tanque sobre torre metálica de 6 mts, y el cual no deberá de estar a una distancia mayor de 6 mts de la base del pozo.
12. Nuestra empresa se compromete solamente a realizar los trabajos, siempre y cuando sea el sistema integral de abastecimiento de agua, es decir la construcción del pozo y el suministro e instalación del equipo de bombeo.
13. **Validez de la oferta: esta oferta es válida por un período de quince (15) días, tiempo después los precios se actualizaran, así como el inicio de los trabajos.**

Agradeciendo su fina atención a la presente, en espera de sus noticias, nos es grato suscribirnos.

Atentamente,

IRRIGACION Y PERFORACIONES McGREGOR, S.A.


Arq. Sergio Sánchez Lang.
Gerente General

Cc : Archivo - Ventas



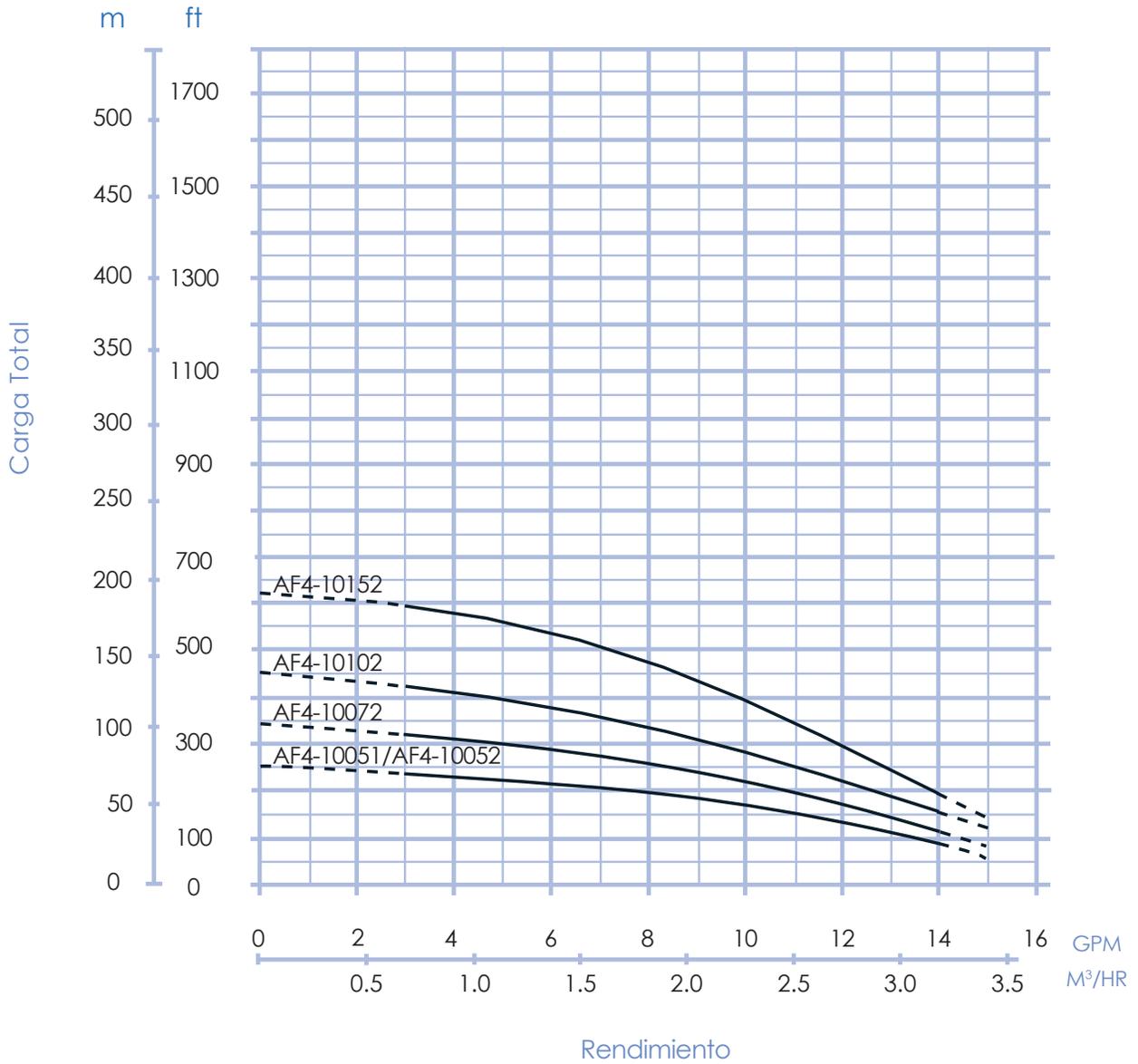
GERENCIA GENERAL

IPEMSA


Ing. Rodolfo Montenegro G.
Gerente de Ventas



Anexo 9: Ficha Técnica de la Bomba – Motor.



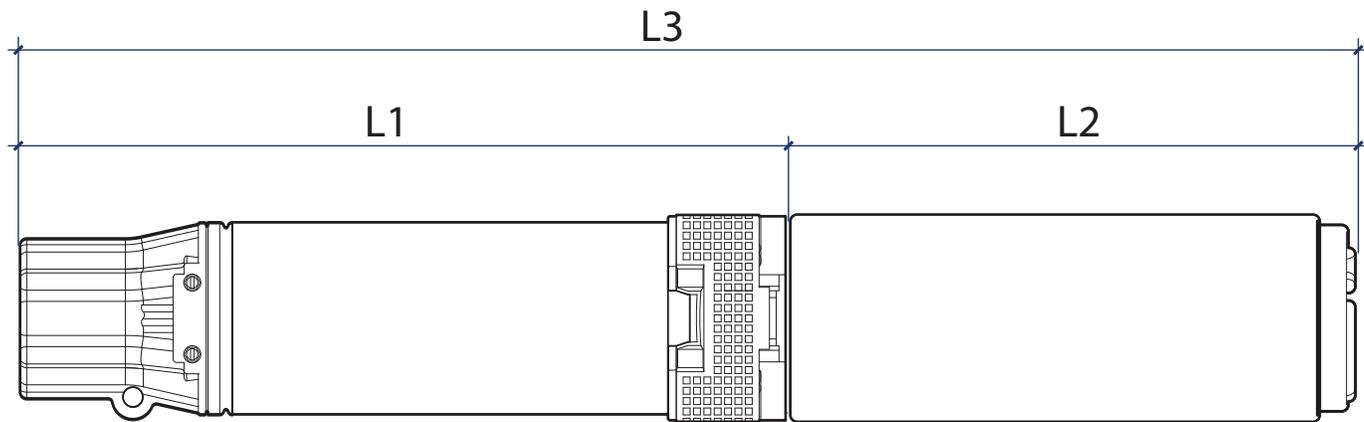
▶ CAPACIDAD

Modelo AFT	Motor		Amperes	Carga Total (ft)																
	kw	hp		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	260	300	360	400	440	480
AF4-10051	0.4	0.5	115 V	97	88	80	71	62	54	45	36	28	19							
AF4-10052	0.4	0.5	230 V	97	88	80	71	62	54	45	36	28	19							
AF4-10072	0.6	0.75	230 V	137	129	120	111	103	94	85	77	68	59	42	34	16				
AF4-10102	0.75	1	230 V	183	174	157	148	140	131	123	114	105	97	79	71	53	27	10		
AF4-10152	1.1	1.5	230 V	257	248	240	231	222	214	205	197	188	179	162	153	136	110	93	75	41

▶ DIMENSIONES Y PESO

Modelo AFT	Dimensiones				Peso
	L1	L2	L3	D1	Bomba
AF4-10051	13.13" (333.5 mm)	9.51" (241.5 mm)	22.64" (575.1 mm)	3.90" (99.1 mm)	26 lb (11.8 kg)
AF4-10052	13.13" (333.5 mm)	9.51" (241.5 mm)	22.64" (575.1 mm)	3.90" (99.1 mm)	26 lb (11.8 kg)
AF4-10072	14.95" (379.7 mm)	10.64" (270.3 mm)	25.59" (650 mm)	3.90" (99.1 mm)	29 lb (13.1 kg)
AF4-10102	17.88" (454.1 mm)	11.73" (298 mm)	29.61" (752.1 mm)	3.90" (99.1 mm)	33 lb (15 kg)
AF4-10152	21.52" (546.6 mm)	15.10" (383.5 mm)	36.62" (930.1 mm)	3.90" (99.1 mm)	41 lb (18.6 kg)

D1: Diámetro máximo de cable de guarda





Advantage Flow Technologies

Alta eficiencia y durabilidad: Tecnología a su servicio

CARACTERÍSTICAS

- Capacidades disponibles: 10, 20 GPM.
- Potencias desde. 1/2 a 1.5 HP.
- Conexión de descarga y acople al motor producidos con resinas de ingeniería a toda prueba.
- Superficie de sujeción Standard de la cabeza de descarga para facilitar la instalación.
- Impulsores Flotantes para manejo de solidos en suspensión. (Arena)
- Válvula de retención interna extraíble.
- Poderoso motor Franklin Electric acoplado en Acero Inoxidable y campanas superior e inferior Anti corrosión.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Temperatura Máxima de Operación 120 ° F/49 ° C.

APLICACIONES

- Pozos Artesanales
- Pozos Mecánicos de 4"
- Uso residencial
- Sistemas Booster
- Riegos residenciales

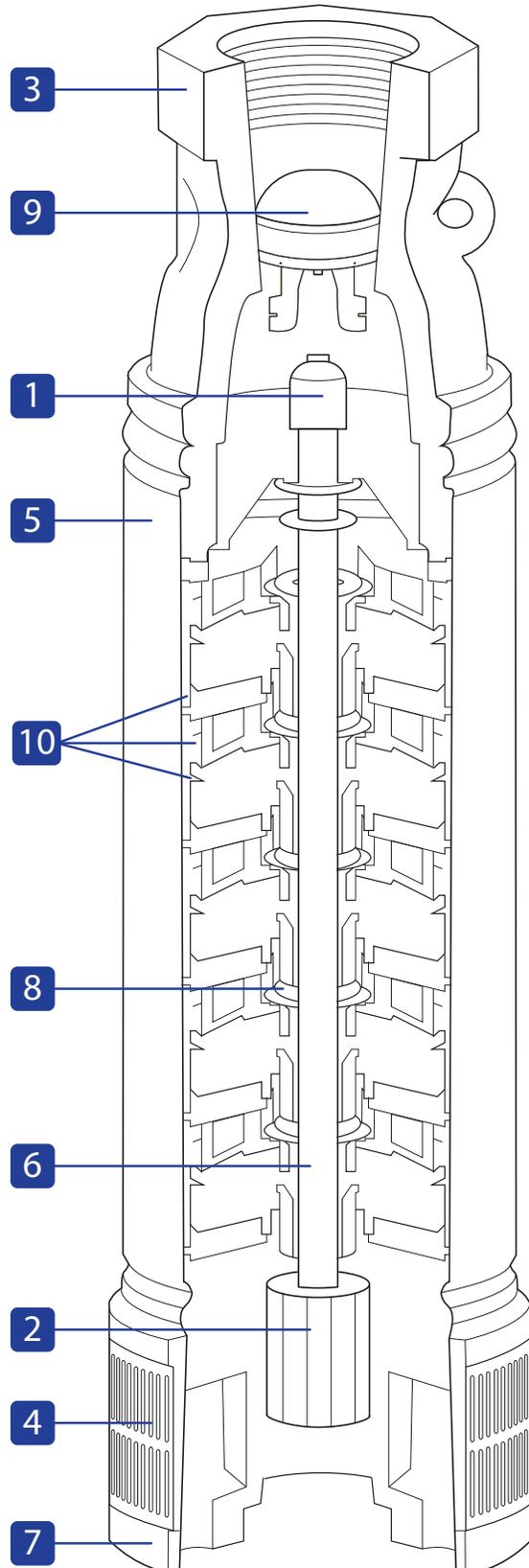
Las bombas sumergibles de 4" AF4 Series cuentan con un sistema hidráulico único que mejoran la eficiencia y minimizan el desgaste incluso cuando el agua tiene sólidos en suspensión. Tanto la conexión de descarga y el acople al motor están disponibles con un sistema de válvula de retención extraíble. Disponible en 10 y 20 Galones por minuto en potencias desde 1/2 – 1.5 HP.





Tabla de Especificaciones Serie AF-4

No.	Componente	Especificaciones
1	Cojinete superior	diseñado para proporcionar excelente protección en condiciones volátiles "en seco"
2	Acoplamiento del eje del motor	Acero Inoxidable de la serie 300
3	Cabezal de descarga	Disponible en polímeros de ingeniería
4	Rejilla de succión	Entrada minimiza del desempeño robando abrasivos y escombros
5	Carcasa	Acero Inoxidable de la serie 300
6	Eje de la bomba	Acero Inoxidable de la serie 300
7	Soporte de motor	Disponible en Termoplástico Noryl
8	Arandela Fenólica	Mantiene la integridad de cada impulsor y el sello hidráulico mediante la absorción del empuje del impulsor
9	Válvula de Cheque	Diseño interno, fácilmente removible con las herramientas apropiadas
10	Impulsores	Polímeros Termo Formados



Anexo 10: Oferta Equipo de Bombeo – AQUATEC.

- P-

Página 1 de 2

No. Cotización

53626 Parte: A

Nicaragua, 21-01-2017

Señores: () MIDNCV

Atención a EL MISMO

Dirección: MANAGUA

Teléfono: . Fax: .

Cotización: Equipo sumergible en serie de 10 gpm descarga en 1-1/4" potencia 1 hp 230 v con motor sumergible franklin electric

Cant.	Articulo	Rubro "A": Equipo y Artículos	
1	1 128403	BOMBA SUMERGIBLE AFT AF4-10102 1 HP 230 V	10,840.00
1	1 225058	P217-812 PANEL DE CONTROL FRANKLIN 1HP E02	1,980.00
200	1 270058	U17-1462 PIE DE CABLE SUMERGIBLE 3 X 12	10,886.00
1	1 226002	5800020601 PUMPTEC FRANKLIN 1/3 A 1 1/2 HP	4,550.00
2	1 380245	504SB VALVULA CHEQUE SIMMONS 1-1/4" BR	2,118.00
1	1 351605	MANOMETRO 0-240 AMORTIGUADO GENEBRE	419.00
2	1 642048	TI8-1.25 VALVULA COMPUERTA NIBCO DE 1-1/4"	2,158.00
9	0 930048	TUBO HG 1 1/4" X 20" CED.40	13,680.00
5	0 934671	COPLA GALVANIZADA DE 1-1/4"	419.75
2	0 933670	TEE GALVANIZADA DE 1-1/4"	273.30
1	0 932198	RED. BUSHING HG 1-1/4" X 1"	69.60
1	0 932112	RED. BUSHING HG 1" X 1/4"	47.50
1	0 929212	PLATO SOPORTE 8"X1 1/4X3/4	2,080.00
1	0 100528	TAPE ELECTRICICO SCOOTCH	145.71
30	0 929046	TAPE VULCANIZABLE (PIES)	540.90
1	1 361057	2-600 VALVULA REGULADORA WILKINS DE 2"	9,724.23

Subtotal Rubro "A" C\$ 59,931.99

SUBTOTAL C\$ 59,931.99

Milton Amola
 82483973 - MAY
 82391862 - CL



- P-

Página 2 de 2

No. Cotización	53626	Parte:	A
IGV	C\$	8,989.80	
TOTAL	C\$	68,921.79	
TOTAL EN DOLARES	\$	2,343.71	

Notas:

LOS PRECIOS DE ESTA OFERTA SON VALIDOS POR 30 DIAS Y SE REVALORIZAN AUTOMATICA Y OBLIGATORIAMENTE EL PRMER DIA DE CADA MES. PARA MANTENER EL PRECIO NUESTRO CLIENTE DEBERA ENTREGAR ANTICIPO SOBRE SU PEDIDO. NUMERO RUC DE AQUATEC, S.A. J0310000006253

LA GARANTIA DE UN AÑO ES POR DESPERFECTO DE FABRICACION Y NO CUBRE: PARTES QUE SE DESGASTEN POR EL USO O SEAN CAMBIABLES, NEGLIGENCIA O MALA OPERACION, DESCARGAS ELECTRICAS, PROTECCION ELECTRICA INADECUADA Y MALA INSTALACION POR PARTE DEL CLIENTE.

PROTEJA SU INVERSION Y LA GARANTIA DE SUS EQUIPOS, UTILICE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE INSTALACION, REPARACION Y MANTENIMIENTO QUE OFRECE NUESTRA EMPRESA. EL EQUIPO REQUIERE DE UN MANTENIMIENTO CADA SEIS MESES. NO USE MANO DE OBRA INEXPERTA Y SIN GARANTIA.

EL VALOR DE LOS ACCESORIOS DE INSTALACION ES ESTIMADO Y SERAN LIQUIDADOS AL CONCLUIR LA OBRA AUNQUE EL CLIENTE HUBIESE CANCELADO EL 100% DE LA COTIZACION.

TENEMOS A SU DISPOSICION LINEA TELEFONICA GRATUITA 1-800-AGUA (2482), PARA EMERGENCIAS Y SOLICITUD DE SERVICIOS

ESTAMOS BRINDANDO SERVICIO DE DETECCION DE FUGAS EN EL SECTOR DE MANAGUA, CONSULTENOS.

SOLICITE INFORMACION SOBRE NUESTRO NUEVO SERVICIO DE PERFORACION Y REHABILITACION DE POZOS.

NO REALIZAR RETENCION DE IR EN LA FUENTE SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTE, DE CONFORMIDAD A LA LEY DE EQUIDAD FISCAL.

TIEMPO DE ENTREGA: EN 4 DIAS

FORMA DE PAGO: 50% ADELANTO Y 50% CONTRA ENTREGA

AQUATEC, S.A. como representante de STA-RITE-BERKELEY en Nicaragua, ofrece el más amplio respaldo en repuestos, servicio y un año de garantía, contra desperfectos de fabricación.

Atentamente,

Vendedor **MILTON ARRIOLA MALTEZ**

Autoriza **DENIS ADOLFO MALDONADO LOPEZ**

Anexo 11: Oferta de Tanque de 15,000 Its - Rotoplas

Ing.
Aquiles Leiva
Sus Manos

Estimado Ing:

Mediante la presente y de manera formal le estamos remitiendo nuestra oferta:

(01) unidad de Tanque de Polietileno de 10,000 litros, de color Negro, fabricados con resina de Polietileno con aditivos para rayos UV y aprobada por FDA para almacenamiento de agua para consumo humano, cinco años de garantía.

Los precios de los tanques son los siguientes en dólares:

	Sin IVA	Con IVA
• Tanque de 10,000 litros	1,487.87	1,711.05
• Tanque de 15,000 litros	2,805.00	3,225.75

La forma de pago sería de la siguiente manera:

- 100% de contado, para hacer depósito tenemos cuenta solamente en Banpro.
- Córdobas: 1001-000-2781066
- Dólares: 1001-001-2781006
- Los depósitos se hacen a nombre de (TITANSA), Tinacos y Tanques de Nicaragua S.A.

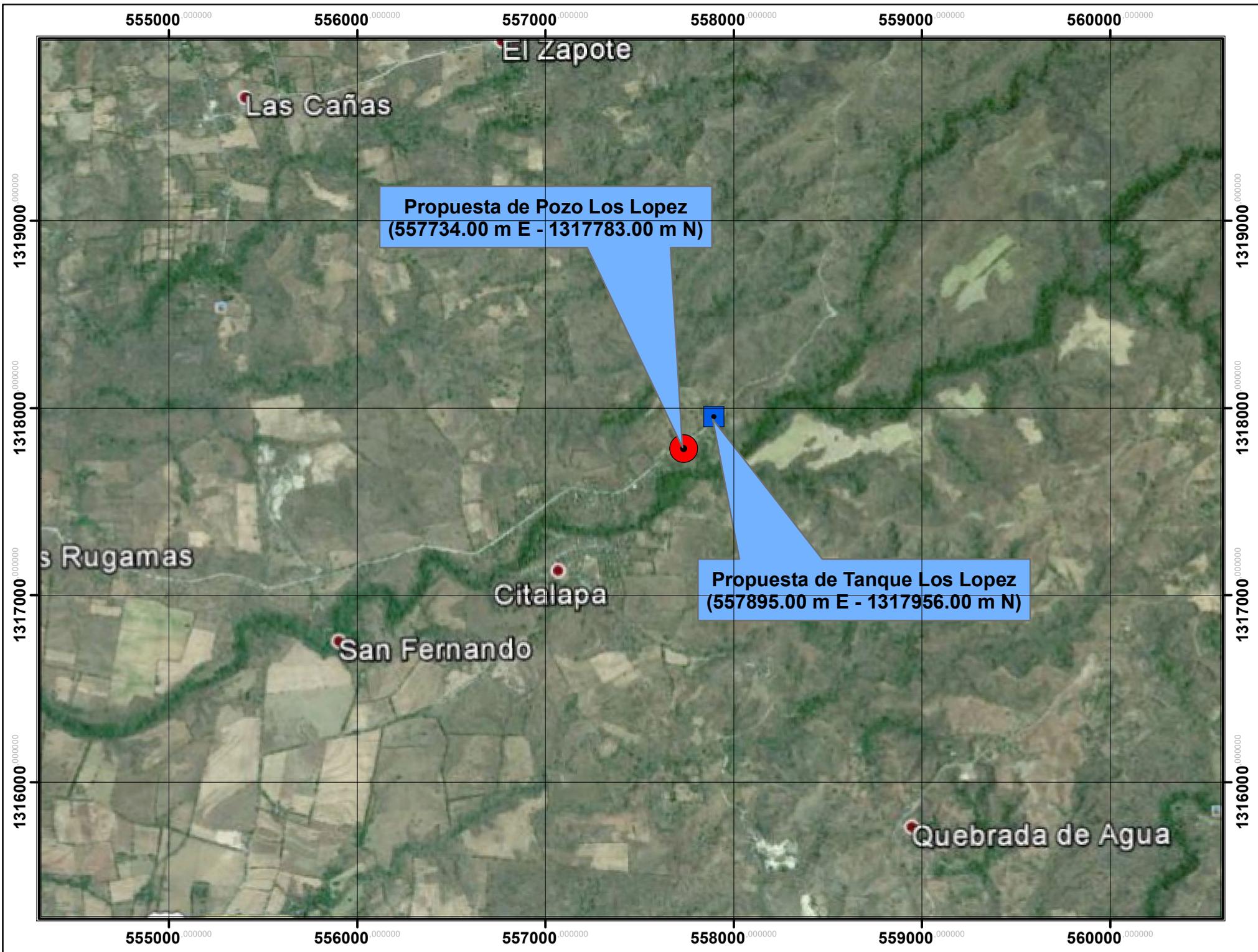
El tiempo probable de entrega un lapso de 3 días y el lugar de entrega sería las bodegas, que tienen en la Ciudad de Managua, esta oferta tiene una validez 15 días hábiles.

Le reiteramos que estamos a sus órdenes y le agradecemos la confianza en elegir productos ROTOPLAS para el desarrollo de sus proyectos de agua y saneamiento.

Saludos cordiales

Lic. Antonio Cerda Hernández
Telef: 22546017-86616894

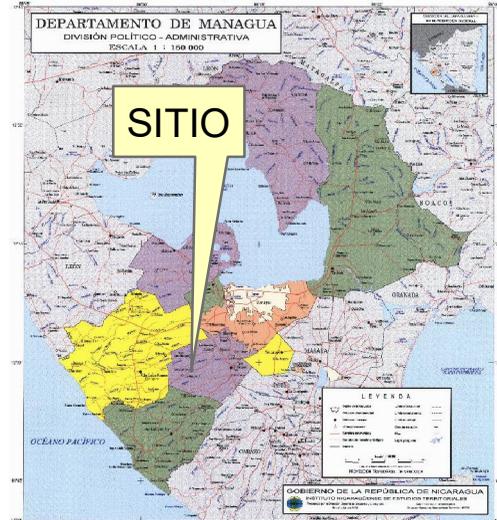
Anexo 12: Planos de Zona a Escala



**MAPA DE CONJUNTO
- PROYECTO LOS LOPEZ
(VILLA EL CARMEN) -**

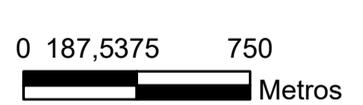
Leyenda

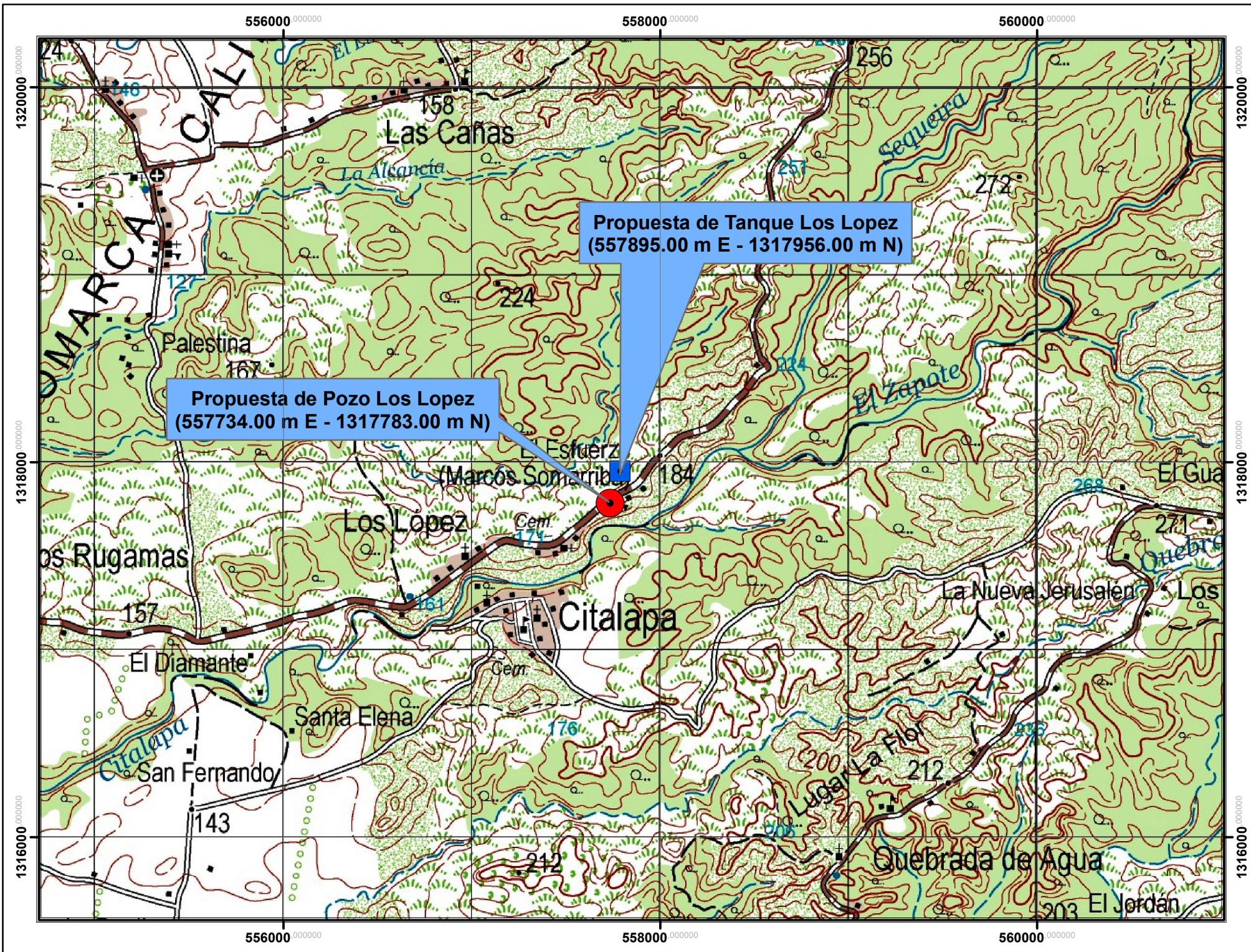
- Pozo Propuesto Los Lopez



**PROYECCION UTM
WGS 84 ZONA 16N**

ESCALA 1:25.000





**MAPA DE UBICACION
- PROYECTO LOS LOPEZ
(VILLA EL CARMEN) -**

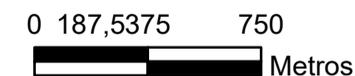
Legenda

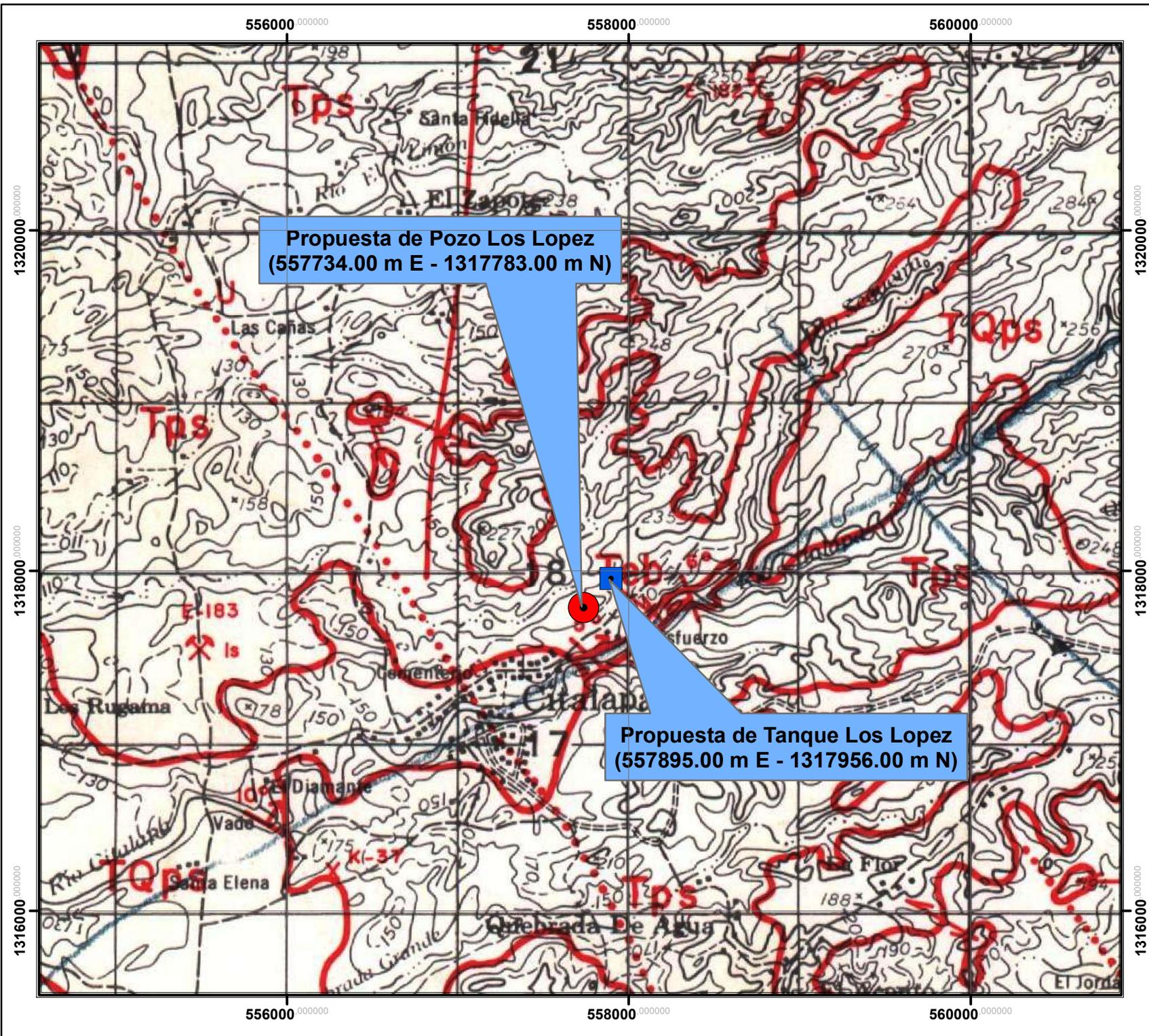
- Pozo Propuesto Los Lopez



**PROYECCION UTM
WGS 84 ZONA 16N**

ESCALA 1:25.000





**Propuesta de Pozo Los Lopez
(557734.00 m E - 1317783.00 m N)**

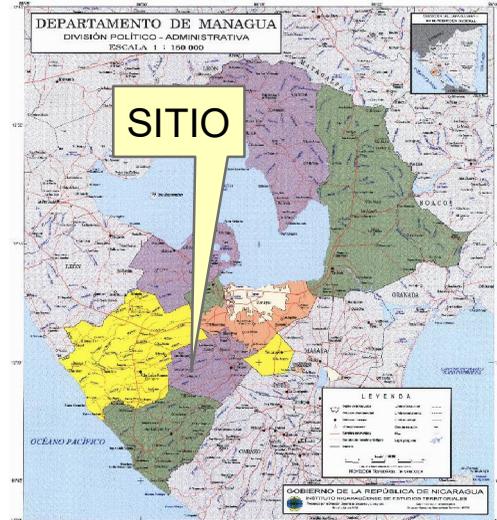
**Propuesta de Tanque Los Lopez
(557895.00 m E - 1317956.00 m N)**



**MAPA GEOLOGICO
- PROYECTO LOS LOPEZ
(VILLA EL CARMEN) -**

Legenda

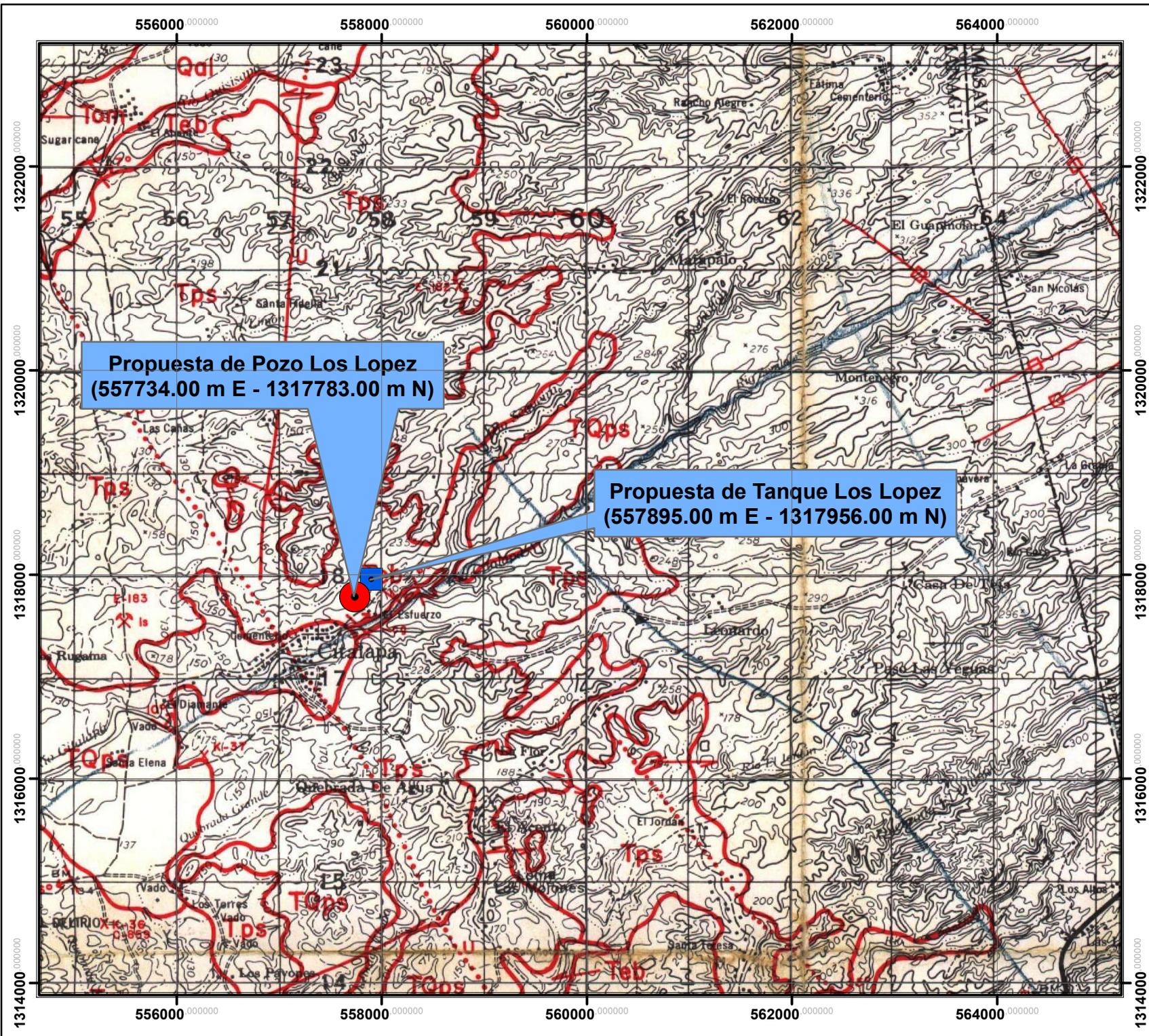
● Pozo Propuesto Los Lopez



**PROYECCION UTM
WGS 84 ZONA 16N**

ESCALA 1:30.000

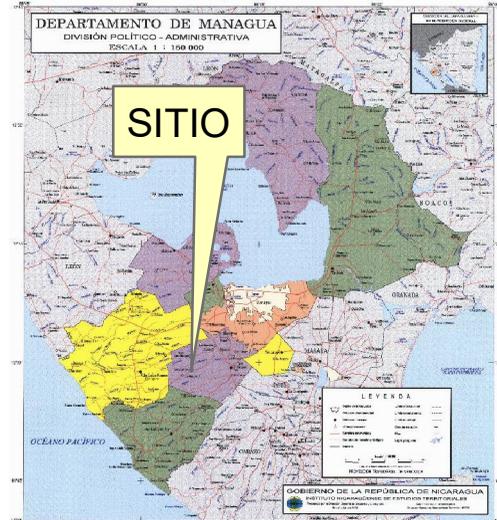




**MAPA GEOLOGICO
- PROYECTO LOS LOPEZ
(VILLA EL CARMEN) -**

Leyenda

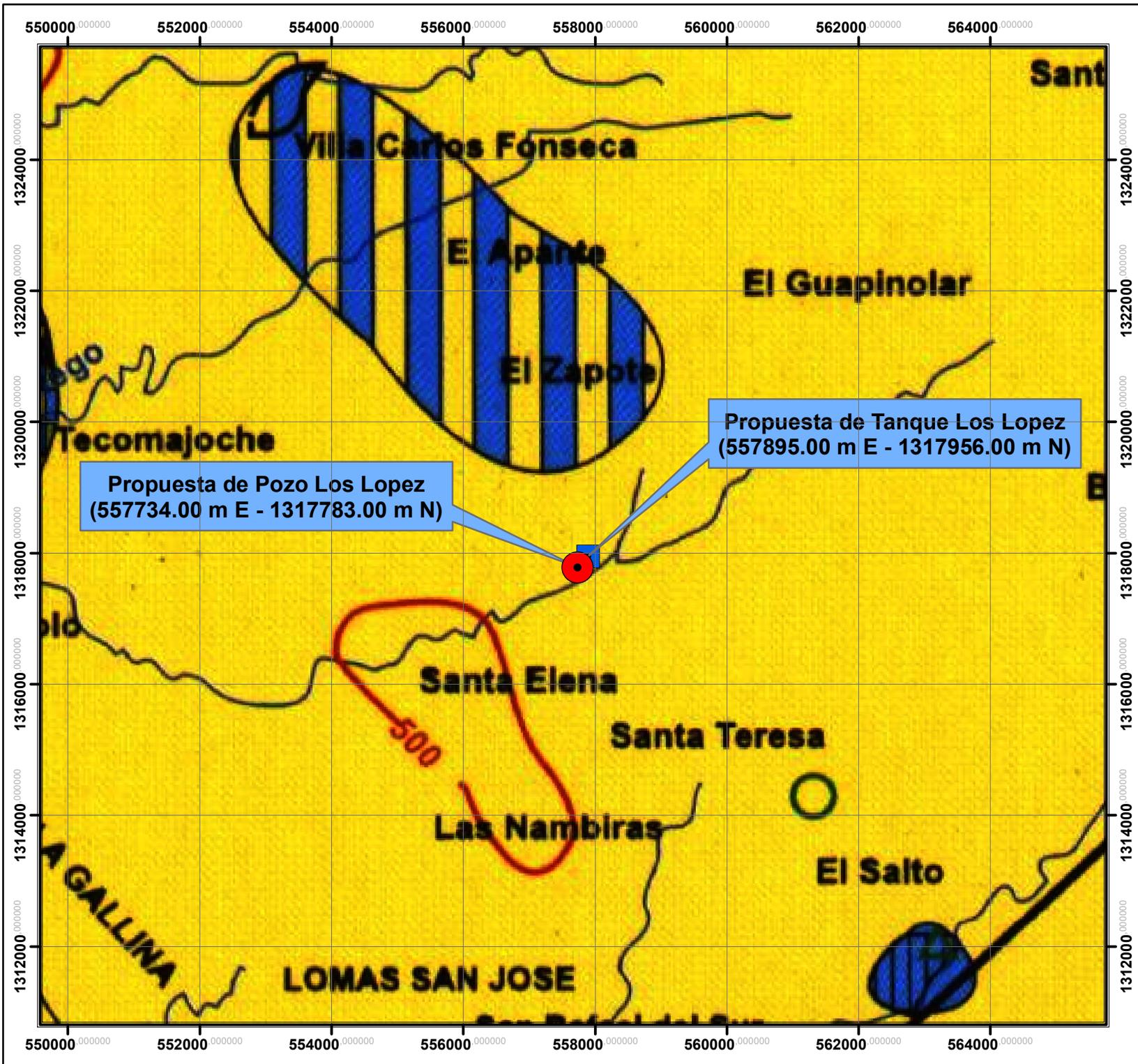
- Pozo Propuesto Los Lopez



**PROYECCION UTM
WGS 84 ZONA 16N**

ESCALA 1:50.000





LEYENDA

1.0 CARACTERISTICA HIDROQUIMICA
 Para clasificación hidroquímica de los iones dominantes se tomó 50 meq-%. Así mismo, si ninguno de los cationes o aniones superan 50 meq-%, en el mapa se presentan los dos iones más abundantes en orden de predominancia.

- 1.1 Aguas bicarbonatadas**
- HCO₃-Ca y/o HCO₃-Ca-Mg
 - HCO₃-Mg y/o HCO₃-Mg-Ca
 - HCO₃-Na
 - HCO₃-Ca-Na y/o HCO₃-Na-Ca
 - HCO₃-Mg-Na y/o HCO₃-Na-Mg
 - HCO₃-SO₄-Ca y/o HCO₃-SO₄-Ca-Mg
 - HCO₃-SO₄-Na
 - HCO₃-SO₄-Ca-Na y/o HCO₃-SO₄-Na-Ca
 - HCO₃-Cl-Ca y/o HCO₃-Cl-Ca-Mg
 - HCO₃-Cl-Mg y/o HCO₃-Cl-Mg-Ca
 - HCO₃-Cl-Na
 - HCO₃-Cl-Ca-Na y/o HCO₃-Cl-Na-Ca
 - HCO₃-Cl-Mg-Na y/o HCO₃-Cl-Na-Mg
- 1.2 Aguas sulfatadas**
- SO₄-Ca y/o SO₄-Ca-Mg
 - SO₄-Na
 - SO₄-Ca-Na y/o SO₄-Na-Ca
 - SO₄-HCO₃-Ca-Na y/o SO₄-HCO₃-Na-Ca
 - SO₄-Cl-Ca y/o SO₄-Cl-Ca-Mg
 - SO₄-Cl-Na
 - SO₄-Cl-Ca-Na y/o SO₄-Cl-Na-Ca

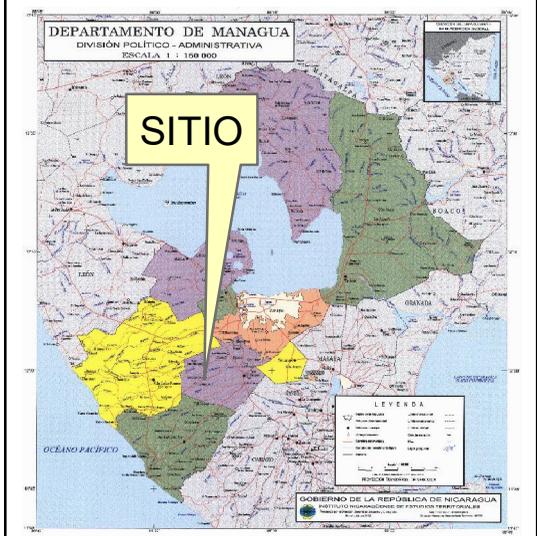
- 1.3 Aguas cloruradas**
- Cl-Ca
 - Cl-Mg
 - Cl-Na
 - Cl-Ca-Mg y/o Cl-Mg-Ca
 - Cl-Ca-Na y/o Cl-Na-Ca
 - Cl-Mg-Na y/o Cl-Na-Mg
 - Cl-HCO₃-Ca y/o Cl-HCO₃-Ca-Mg
 - Cl-HCO₃-Na
 - Cl-HCO₃-Ca-Na y/o Cl-HCO₃-Na-Ca
 - Cl-SO₄-Na



MAPA HIDROQUIMICO - PROYECTO LOS LOPEZ (VILLA EL CARMEN) -

Leyenda

- Pozo Propuesto Los Lopez



PROYECCION UTM
 WGS 84 ZONA 16N

ESCALA 1:80.000

