



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ESTUDIO DE UN ACUÍFERO Y LA CALIDAD DE AGUA  
POTABLE EN EL CENTRO POBLADO NUEVO MILAGRO -  
KM 21,2 CARRETERA IQUITOS – NAUTA 2018”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**Bach. GIANCARLO ENRIQUE GAMARRA OLIVEIRA**

**Bach. ALEXIS MAURO RENGIFO ROMERO**

**ASESOR:**

**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA**

**San Juan Bautista - Maynas - Loreto - Perú**

**2018**

## DEDICATORIA

*A Dios por acompañarme, protegerme y darme fuerza siempre esté donde esté para poder cumplir mis metas. A mí querida madre Rosa Oliveira, que a través de su lucha y sacrificio diario me permitió cumplir este importante objetivo y brindarme la oportunidad de ser profesional, además, por enseñarme a no decaer frente a las adversidades y que siempre se debe luchar por los objetivos que uno se traza. A la promoción 2012 de la escuela de Ingeniería Civil que me acompañaron y permitieron crecer como persona y profesional.*

*Y al apoyo incondicional de mis familiares por creer en mí.*

**GIANCARLO ENRIQUE GAMARRA OLIVEIRA**

*A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y poder cumplir mis objetivos. A mis padres MAURO RENGIFO Y YOLANDA ROMERO, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más. A KETZY RENGIFO mi querida hermana por ser mi apoyo incondicional. A mi sobrinita YOLI que llena de alegría mi vida. A KASSANDRA PIÑA mi gran amor por ser mi compañera inseparable de cada día. A mi hija ALEXIA por ser el motor de mi vida, por impulsarme cada día a ser mejor, la luz que Dios puso en mi camino para darme la mayor alegría de mi vida, ser padre.*

*A todos ustedes con amor, los amo.*

**ALEXIS MAURO RENGIFO ROMERO**

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Científica del Perú, en especial a mi querida escuela profesional de Ingeniería Civil, Alma Mater que me albergó en sus aulas, durante mi formación profesional.*

*A los miembros del jurado, por ser sabios en sus consejos, por el tiempo invertido y por el respeto que nos brindaron.*

*A mis compañeros y amigos del trabajo, por compartir los conocimientos obtenidos en el transcurso de la elaboración de nuestros haberes.*

*A nuestros padres, hermanos y amigos por su apoyo y compañía en este proceso de concretar metas.*

*Muchas gracias...!*

*Alexis Mauro, Rengifo Romero  
Giancarlo Enrique, Gamarra Oliveira*



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Con Resolución Decanal N°355-2018-UCP-FCEI del 10 de Julio de 2018, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva                     Presidente
- Ing. Gonzalo Chalvin Marina Peña                     Miembro
- Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte                     Miembro

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:00 horas del día jueves 19 de julio de 2018, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "ESTUDIO DE UN ACUÍFERO Y LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO NUEVO MILAGRO - KM 21,2 CARRETERA IQUITOS - NAUTA 2018"

Presentado por los sustentantes:

**GIANCARLO ENRIQUE GAMARRA OLIVEIRA**

**Y**

**ALEXIS MAURO RENGIFO ROMERO**

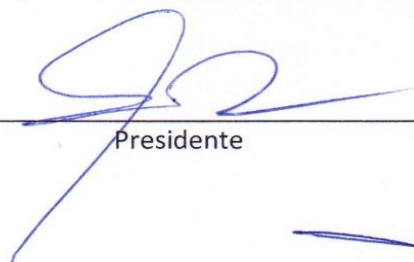
Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**


Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: Absueltos


El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: Cum Laude

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

  
-----  
Presidente

  
-----  
Miembro

  
-----  
Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Suma Cum Laude	: 19 - 20
	Aprobado (a) Magna Cum Laude	: 17 - 18
	Aprobado (a) Cum Laude	: 15 - 16
	Aprobado (a)	: 13 - 14
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

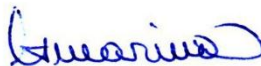
## APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 19 de Julio a las 17:00 horas de  
2018



---

ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

ING. GONZALO CHALVIN MARINA PEÑA  
MIEMBRO DEL JURADO



---

ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE  
MIEMBRO DEL JURADO

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	13
1.1    Introducción.....	13
1.2    Antecedentes de la Investigación.....	15
1.3    Problemas.....	16
1.3.1    Problema General.....	16
1.3.2    Problemas Específicos.....	16
1.4    Objetivos.....	17
1.4.1    Objetivo General.....	17
1.4.2    Objetivos Específicos.....	17
1.5    Hipótesis.....	18
1.5.1    Hipótesis General.....	18
1.5.2    Hipótesis Derivada.....	18
1.6    Justificación y limitaciones de la Investigación.....	19
1.7    Bases Teóricas.....	21
1.7.1    Antecedentes de estudio.....	21
1.8    Procedimiento de la Investigación.....	31
1.8.1    Descripción del Problema.....	31
1.9    Marco Normativo.....	33
1.9.1    El Derecho Al Agua.....	36
1.9.2    Calidad de Agua en los Sistemas de Abastecimiento Rural.....	37

1.9.3	Diagnóstico .....	41
1.9.4	Diagnóstico del Área de Influencia y Área de Estudio.....	41
1.10	Período de Diseño y Estudios de Población.....	49
1.10.1	Período de Diseño.....	49
1.10.2	Determinación del Período de Diseño .....	50
1.10.3	Estudios de Población .....	50
1.10.4	Dotación de Agua Potable .....	52
1.11	Marco Conceptual.....	53
1.12	Variables, Indicadores e Índices .....	60
1.12.1	Variable Independiente.....	60
1.12.2	Variable Dependiente .....	60
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>63</b>
2.1	Tipo y Diseño de Investigación .....	63
2.2	Población y Muestra .....	64
2.2.1	Población de estudio .....	64
2.2.2	Muestra .....	64
2.3	Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.....	64
2.3.1	Técnicas de Recolección de Datos.....	64
2.3.2	Instrumentos de Recolección de Datos .....	64
2.3.3	Procedimientos de Recolección de Datos .....	65
2.4	Procesamiento de los Datos .....	65
2.4.1	Características Generales .....	65
2.4.2	Estudio de Campo y Recopilación de Datos.....	69
2.4.3	Información Técnica .....	70
2.4.4	Periodo de Diseño.....	76
2.4.5	Dotación de Agua .....	77
2.4.6	Fuente de Abastecimiento .....	80
2.4.7	Cantidad de Agua.....	83
2.4.8	Calidad de Agua.....	85
2.4.9	Cámara de Captación.....	87
2.4.10	Línea de Conducción y Aducción .....	90
2.4.11	Reservorio de Almacenamiento.....	92
2.4.12	Equipo de Bombeo .....	94

2.4.13	Desinfección.....	95
2.4.14	Red de Distribución .....	99
2.4.15	Conexiones de Servicio .....	101
2.4.16	Rehabilitación y/o Reposición de la Infraestructura Existente.....	103
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>105</b>
3.1	Resultados.....	105
3.1.1	Caracterización de los Sistemas de Agua Potable .....	106
3.1.2	Estado de la Infraestructura.....	106
3.1.3	Gestión Administrativa.....	110
3.2	Discusión .....	111
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>113</b>
4.1	Conclusiones .....	113
4.2	Recomendaciones .....	114
<b>CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>115</b>
<b>CAPÍTULO VI: ANEXOS .....</b>		<b>116</b>
<b>ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>		<b>116</b>
<b>ANEXO 02: PANEL TOPOGRÁFICO .....</b>		<b>120</b>
<b>ANEXO 03: PLANOS.....</b>		<b>123</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla N° 1 Soporte normativo de la política Nacional de saneamiento .....	33
Tabla N° 2 Soporte normativo para el estudio del Acuífero .....	35
Tabla N° 3 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	37
Tabla N° 4 Límites máximos permisibles de calidad organoléptica .....	38
Tabla N° 5 Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos .....	39
Tabla N° 6 Límites máximos permisibles de parámetros radioactivos .....	40
Tabla N° 7 Autorización sanitaria .....	40
Tabla N° 8 Componentes del Sistema convencional .....	46
Tabla N° 9 Operacionalización de Variables .....	61
Tabla N° 10 Topografía.....	71
Tabla N° 11 Registro de información del trazo de un tramo de la línea de conducción con estación total .....	74
Tabla N° 12 Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de Percolación .....	75
Tabla N° 13 Dotación de agua para saneamiento rural.....	77
Tabla N° 14 Dotación de agua para instituciones educativas en zona rural .....	77
Tabla N° 15 Dotación en casos especiales – Piletas públicas.....	78
Tabla N° 16 Aforo de agua por el método volumétrico .....	84
Tabla N° 19 Selección de proceso de tratamiento del agua para el consumo humano.....	96
Tabla N° 20 Cantidad de cloro .....	98
Tabla N° 21 Equipo de uso para desinfectar .....	98
Tabla N° 22 Cálculo de los Gastos por tramo .....	100
Tabla N° 23 Cantidad del Servicio Actual.....	106
Tabla N° 24 Cantidad del Servicio en Proyección .....	107
Tabla N° 25 Cobertura del Servicio por Sistema en uso .....	107
Tabla N° 26 Cobertura del Servicio por Sistema en Proyección.....	108
Tabla N° 27 Característica física del agua en el Servicio Actual .....	109
Tabla N° 28 Característica física del agua en el Servicio en proyección .....	110
Tabla N° 17 Ensayo Microbiológico Muestra-01.....	123
Tabla N° 18 Ensayo Microbiológico con Tratamiento Físico Muestra-02.....	125

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura N° 1 Ubicación de Captación existente .....	15
Figura N° 2 Ubicación en el Perú .....	66
Figura N° 3 Ubicación en el Departamento de Loreto .....	66
Figura N° 4 Ubicación en el Distrito de San Juan.....	67
Figura N° 5 Croquis de lotización.....	69
Figura N° 6 Levantamiento Topográfico de la zona en estudio .....	72
Figura N° 7 Línea de tubería de conducción .....	73
Figura N° 8 Proceso de recarga de manantial.....	80
Figura N° 9 Tipos de manantiales .....	81
Figura N° 10 Capitación de manantial de fondo .....	82
Figura N° 11 Aforo de agua por el método volumétrico.....	83
Figura N° 12 Diseño de Cámara para manantial de fondo .....	88
Figura N° 13 Diseño de Cámara para manantial de fondo .....	89
Figura N° 14 Longitud de punto de captación .....	91
Figura N° 15 Ubicación de Infraestructura existente .....	93
Figura N° 16 Distribución del sistema por tramos .....	99
Figura N° 17 Diseño Pileta Pública .....	102
Figura N° 18 Línea tubería existente.....	103
Figura N° 19 Línea Tubería para las piletas públicas .....	104

## RESUMEN

El trabajo de investigación busca mejorar los servicios de agua potable de la Institución Educativa “El Milagro” y del Centro Poblado “Nuevo Milagro”, mediante la captación de un nuevo acuífero.

Los resultados obtenidos en el estudio del nuevo acuífero mejoran el caudal existente de agua el cual se podrá utilizar para satisfacer el consumo de agua potable de la Institución Educativa “El Milagro” y el Centro Poblado “Nuevo Milagro”.

Al haber realizado los análisis del acuífero en estudio, se busca mejorar sus características mediante el proceso de cloración y así potabilizar el agua cruda, luego utilizar las estructuras de almacenamiento existentes que previamente serán rehabilitadas. Con la finalidad de distribuir al Centro Poblado “Nuevo Milagro” mediante un tanque elevado en proyección concluyendo que la manera más efectiva será a través del uso de piletas públicas.

Mostrando resultados de mejora en las características del agua se logra brindar un servicio de calidad de agua potable a la población actual de la Institución Educativa “El Milagro” y del Centro Poblado “Nuevo Milagro”, con una proyección de abastecimiento de 20 años a la población futura en toda la zona.

**PALABRAS CLAVE:** Abastecimiento, acuífero, calidad de servicio, captación.

## ABSTRACT

The research work seeks to improve the drinking water services of the Educational Institution "El Milagro" and the Poblado Center "Nuevo Milagro", through the capture of a new aquifer.

The results obtained in the study of the new aquifer improve the existing flow of water which can be used to satisfy the drinking water consumption of the Educational Institution "El Milagro" and the Poblado Center "Nuevo Milagro".

Having made the analysis of the aquifer under study, it seeks to improve its characteristics through the chlorination process and thus purify the raw water, then use the existing storage structures that will previously be rehabilitated. With the purpose of distributing to the "Nuevo Milagro" Populated Center by means of a raised tank in projection concluding that the most effective way will be through the use of public pools.

Showing results of improvement in the characteristics of water, it is possible to provide a quality drinking water service to the current population of the Educational Institution "El Milagro" and the "Nuevo Milagro" Village Center, with a projection of 20 years of supply to the future population throughout the area.

**KEYWORDS:** Supply, aquifer, quality of service, recruitment.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y las enfermedades en los países más pobres del mundo. En la actualidad, 2,3 billones de personas no disponen de instalaciones básicas de saneamiento, como baños o letrinas. Según el Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento, al menos 1800 millones de personas en todo el mundo beben agua que no está protegida contra la contaminación de las heces. Un número aún mayor bebe agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a la contaminación.

Según la FAO somos el 8° país del mundo en reservas de agua dulce (2% del planeta), sin embargo, la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente, principalmente al interior del país; 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, y en regiones como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca y Pasco, solo tiene acceso entre 51% y 60% de hogares; en la población rural únicamente 2% cuenta con servicio; además, 6 millones de peruanos no cuentan con saneamiento.

En el Perú debido al interés por satisfacer las necesidades básicas de los centros poblados rurales para mejorar la salud y el estilo de vida de los pobladores. Loreto es la región con menor cobertura de alcantarillado y agua del país, de los 25 departamentos del país. Se encuentra como solución mejorar los servicios de saneamiento, buscando brindar agua potable de calidad a la zona.

Actualmente el centro poblado Nuevo Milagro se encuentra sobre un suelo arenoso en la margen izquierda del antiguo tramo del Km. 21.2 de la carretera Iquitos-Nauta. Frente a esta se encuentra la Institución Educativa “El Milagro” (Inicial, Primaria, Secundaria e Instituto Tecnológico).

El estudio surge a partir de la necesidad e interés común de los pobladores de este centro poblado y las autoridades de la Institución Educativa El Milagro, con la finalidad de mejorar y garantizar el servicio de agua potable para evitar enfermedades diarreicas.

En los alrededores del espacio físico de emplazamiento del centro poblado Nuevo Milagro no existe quebrada o manantial conocido que garantice la provisión de agua para su tratamiento de potabilización, almacenamiento y distribución. Sin embargo, actualmente existe un manantial con aforo efectuado de 0.23 lts/seg, y un pH de 6.0 que se encuentra en el área de bosque primario que se encuentra en el área de bosque primario, propiedad de la Institución Educativa El Milagro, que se viene usando para el abastecimiento muy limitado de la Institución, ésta no presenta un cambio drástico con respecto a la temporada de verano y no abastece en lo absoluto a la población, la cual consume el agua precipitada en periodos lluviosos que se retiene en ciertas depresiones y superficies onduladas ubicadas al sur del centro poblado.

En el área del bosque mencionado, a través del estudio topográfico se ha ubicado un acuífero de superior caudal al existente (0.50 lts/seg) y una pH de 6.1 para la captación, que permita satisfacer el consumo diario de agua potable, con el que se proyecta mejorar el abastecimiento de la I.E, y extender el servicio al centro poblado, instalando un sistema de abastecimiento de agua potable, mejorando así los servicios en el lugar.

Se utilizará como guía la Resolución Ministerial N° 173-2016-Vivienda, que aprueba la “Guía de opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”.

## 1.2 Antecedentes de la Investigación

Dentro de la población en estudio no se encuentra un sistema de captación de agua, tratamiento y distribución adecuada que abastezca de agua potable, entonces, se busca satisfacer las necesidades básicas de la I.E El Milagro y del centro poblado Nuevo Milagro brindando un servicio de calidad de agua potable.

El acuífero en estudio se encuentra ubicado dentro del bosque primario perteneciente al territorio de la I.E El Milagro, a una distancia aproximada de 300 metros. En el lugar se encuentra un sistema antiguo de captación que cuenta con una infraestructura de cisterna de 20m<sup>3</sup>, la cual es utilizada por el acuífero existente. Debido a las características del acuífero existente, la cisterna sólo almacena agua para el uso de la I.E., también, dentro de la I.E. se ubican 2 reservorios y un tanque elevado. Los cuales pueden ser utilizados como almacenamiento para el agua captada entre el acuífero existente y el acuífero en estudio.

**Figura N° 1 Ubicación de Captación existente**



**Fuente:** (1)

### 1.3 Problemas

#### 1.3.1 Problema General

¿Cómo influye la implementación de una red de agua captada de un acuífero en la calidad de servicio de Agua Potable en el Centro Poblado “Nuevo Milagro”?

#### 1.3.2 Problemas Específicos

1. ¿Cómo determinar la existencia de fuentes apropiadas de agua para la dotación de agua potable al Centro Poblado “Nuevo Milagro”
2. ¿Cuáles son los valores de los parámetros determinantes de posibles fuentes de agua a inspeccionar en la jurisdicción del Poblado Nuevo Milagro y alrededores?
3. ¿Cuál es la capacidad de recuperación del volumen del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”?
4. ¿Los proyectos de saneamiento contribuyen a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas?
5. ¿Cuál es el sistema de captación más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”?
6. ¿Cuáles son las exigencias técnicas, económicas y financieras para formular el proyecto de saneamiento para dotar de agua potable al Centro Poblado “Nuevo Milagro”?



## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Estudiar un acuífero para mejorar la calidad de servicio de agua potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”

### 1.4.2 Objetivos Específicos

1. Estudiar aspectos geológicos, indicadores de existencia de agua en el subsuelo o afloramientos en la jurisdicción del centro poblado “Nuevo Milagro” y alrededores.
2. Determinar los valores de los parámetros determinantes de posibles fuentes de agua inspeccionados en la jurisdicción del centro poblado “Nuevo Milagro” y alrededores.
3. Determinar la capacidad de recuperación del volumen del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”.
4. Determinar si el proyecto de saneamiento rural contribuye a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.
5. Utilizar el sistema de captación más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”.
6. Elaborar el proyecto de saneamiento para dotar de agua potable al centro poblado “Nuevo Milagro”.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis General

**$h_0$ :** La implementación de una Red de Agua alimentada por la captación de un acuífero mejora la calidad de servicio para satisfacer el consumo de agua potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”.

### 1.5.2 Hipótesis Derivada

- Al estudiar las características hidrogeológicas del suelo permitirá determinar las propiedades del afloramiento de agua para el Centro Poblado “Nuevo Milagro”.
- Al determinar las posibles fuentes de agua se buscará la mas cercana y económica, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.
- Al determinar la capacidad de recuperación se concluirá si es posible utilizar la fuente de agua, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.
- Se podrá determinar si el proyecto de saneamiento rural disminuye los índices de enfermedades, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.
- Se logrará escoger el sistema más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.
- Se podrá elaborar el proyecto de saneamiento para dotar de agua potable, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.

## 1.6 Justificación y limitaciones de la Investigación

La tesis: “Estudio de un acuífero y la calidad de agua potable en el centro poblado Nuevo Milagro Km 21.2 Carretera Iquitos – Nauta 2018”, se justifica por representar una alternativa de mejora de la calidad de vida para la población del Centro Poblado Nuevo Milagro y porque propondrá el proyecto de inversión pública para dotar de agua potable al centro poblado en mención.

Contribuirá en la mejora de la calidad de vida de las personas, impactando positivamente en su salud y bienestar, disminuyendo la incidencia de enfermedades presentes en la población a causa de inexistencia del servicio de agua potable y a la pésima calidad del agua que usan en los periodos de lluvia y a la inexistencia en los días que no se dan las precipitaciones. Así:

### **Sector Salud**

La mejora de la calidad de los servicios de saneamiento, así como una adecuada disposición sanitaria de excretas y aguas residuales, disminuirán las enfermedades que se transmiten por uso y consumo de agua de mala calidad e insuficiente recurso para el lavado de manos, así como las enfermedades diarreicas agudas son resultado del limitado acceso a agua potable, impactando así positivamente en la población (2).

La habilitación de este servicio, permitirá al poblador del Centro Poblado “Nuevo Milagro”, realizar actividades generadoras de ingresos, permitiéndoles abandonar el llamado círculo perverso del agua - salud – pobreza.

## **Sector económico**

La apropiada provisión de los servicios reduce la presión económica generada por los costos asociados a la salud (tales como gastos en atención médica, medicinas y tiempo de cuidado de los enfermos), por la falta de un buen servicio de saneamiento (3).

El buen servicio representa un factor importante en la reducción de la pobreza, aumentando la productividad de la población, sumándose otros beneficios como la mejora de la calidad del agua a consumir y el ahorro del tiempo y dinero empleado para su traslado.

La presente investigación también estará justificada por su aporte a la solución ambiental del entorno.

## **Sector Ambiental**

Los sistemas de saneamiento permiten el uso eficiente del agua, contribuyendo con el desarrollo sostenible y a la preservación de los cuerpos de agua y de esta manera a la sostenibilidad del recurso (3).

- El agua residual que recibe tratamiento previo antes de ser descargada, reduce la contaminación de los diversos ecosistemas existentes en las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.
- Permiten contribuir a contrarrestar el calentamiento global y disminuir las emisiones de carbono ( $CO_2$ ).

## 1.7 Bases Teóricas

### 1.7.1 Antecedentes de estudio

**Según Doroteo Calderón** (4), menciona en su tesis denominada, “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “los pollitos” – Ica 2014, usando los programas watercad y sewerCAD”, que El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) determina que los cinco servicios básicos que un Estado debe garantizar a sus ciudadanos, al menos, para poder permitir el desarrollo humano son los siguientes: La salud, la educación, la identidad, el saneamiento básico y la electrificación.. Centrando su investigación en el servicio de saneamiento.

Dentro de ese marco, optó por desarrollar un documento de investigación que ayude a disminuir la gran problemática que se presenta hasta la actualidad en nuestro País, sobre todo en los sectores más pobres del Perú. El tesista eligió una localidad en el Departamento de Ica, el Asentamiento Humano (A.A.H.H.) “Los Pollitos”, con 349 lotes de vivienda en la cual habitaban 2,082 pobladores, que no contaban con los servicios básicos de agua potable y saneamiento integral, con la finalidad que este trabajo pueda servir de base en algún momento para brindar el servicio que es tan necesario para el desarrollo del ser humano, siendo su objetivo principal solucionar el déficit actual al 2014, de abastecimiento de agua y recolección de aguas residuales.

En la tesis se desarrollaron los diseños con niveles de servicios para conexiones domiciliarias, con ingeniería de redes de agua potable, ajustado a las características físicas, económicas y socioculturales de la población, que satisfacen las necesidades de las familias del asentamiento humano, proporcionando mayor garantía sanitaria para los usuarios, y que disminuyen el almacenamiento intra-domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica.

De acuerdo al trabajo realizado en la tesis en mención concluyó y recomendó, básicamente lo siguiente:

## **Conclusiones:**

De acuerdo a la Norma OS.050 la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al revisar la presión máxima que posee el sistema (ver Tabla 11) se concluye que el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.90 m de columna de agua

De acuerdo a la Norma OS.050, en condiciones de demanda máxima horaria, la mínima presión no será menor de 10 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al revisar la presión mínima que posee el sistema se concluye que el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión mínima de 17.10 m de columna de agua.

De acuerdo a la Norma OS.050 la velocidad máxima en la red de agua potable deberá ser de 3 m/s; por lo tanto, al revisar los valores obtenidos se concluye que el diseño cumple con la normativa vigente dado que la velocidad máxima es de 3.17 m/s lo que indica que la diferencia entre lo estipulado por la norma y el valor obtenido es mínima y se acepta como velocidad máxima.

De acuerdo al Reglamento de Elaboración de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas y Periurbanas de Lima y Callao, emitido por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), en el cual se estipula que: “Las velocidades de flujo recomendadas en la tubería principal y ramales de agua potable serán en lo posible no menores de 0.60 m/s”; las velocidades que se obtienen al realizar la segunda iteración de la red de agua potable y que se encuentren por debajo del valor recomendado serán aceptadas como parte del diseño dado que lo indicado por SEDAPAL no es de carácter restrictivo con respecto a las velocidades menores al valor de 0.60 m/s.

## **Recomendaciones:**

Al cumplir con el diámetro mínimo que estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones para la red de agua potable, se desarrollan velocidades bajas que podrían generar problemas de sedimentación en el sistema en la etapa de operatividad es por ello que se propone colocar válvulas de purga en las zonas

más bajas de la red para la limpieza y mantenimiento (ver Plano AP – 02). También se recomienda que se genere un manual de operatividad y mantenimiento por parte de la empresa prestadora del servicio de agua potable (EMAPICA).

En el Perú la demanda de los servicios básicos como agua potable y alcantarillado se encuentra insatisfecha, a nivel nacional solo el 78.2% de la población cuenta con el servicio de agua potable y solo el 66.1% cuenta con el saneamiento correspondiente. Es por ello que el diseño y elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento se convierte en uno de los grandes ejes de cambio y desarrollo que se debe afrontar en el futuro inmediato.

**Según Lossio (5)**, “Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones”, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura: Programa académico de Ingeniería Civil, describe lo siguiente en su tesis:

“El servicio de agua potable para consumo humano es considerado como una necesidad prioritaria e indispensable para el desarrollo del ser humano. Sin embargo, para muchos esta necesidad no está satisfecha, sobre todo en las zonas rurales más pobres de Piura, donde la carencia de este servicio origina diversos problemas, como el de salud.

Los rezagos se incrementan de manera alarmante, ya que es imposible suministrar este servicio a una velocidad mayor que la del crecimiento de la población rural, en virtud del alto costo que tienen los sistemas tradicionales en estas zonas de características tan difíciles para los proyectos; o del temor que se tiene, de que los sistemas se abandonen o pierdan su condición sanitaria”

El propósito del trabajo de tesis fue contribuir técnicamente, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales del ámbito regional de Piura, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño, construcción, evaluación y transferencia de sistemas

rurales de abastecimiento de agua que en los últimos años ha desarrollado la Universidad de Piura.

Desarrolló una metodología para el diseño de los elementos principales de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de la costa norte del Perú, empleándose una tecnología apropiada para las condiciones climatológicas locales, de mantenimiento sencillo y consecuente con el medio ambiente, articulada a un programa de educación sanitaria, fortaleciendo la capacidad de organización de la población y revalorando el papel de la mujer en el desarrollo de la comunidad.

Se utilizó la tecnología solar fotovoltaica como una buena alternativa de aplicación en estas zonas de características tan particulares donde la energía solar ofrece mayores ventajas frente al uso de otros tipos de energía.

También realizó una evaluación de la sostenibilidad económica del proyecto y del impacto ambiental con las respectivas medidas de mitigación. Además, se ha resaltado la importancia de la participación comunitaria en la gestión, administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, no sólo para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, sino también, porque queda sentada una base sólida de organización para que en el futuro la población pueda gestionar nuevos proyectos que impulsen el desarrollo de su comunidad.

**Lossio** (5), consideró en su trabajo de investigación los siguientes valores:

Para los poblados en estudio se ha adoptado una dotación de 50 lt/hab/día, por ser un criterio de diseño razonable en sistemas de abastecimiento de agua a nivel de piletas públicas. (6)

En relación a las variaciones de demanda de agua potable, se han utilizado los siguientes factores o coeficientes de variación diaria y horaria:

Coeficiente de variación diaria (K1) : 1.3

Coeficiente de variación horaria (K2) : 2.0



Con estos coeficientes, se han obtenido los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

Caudal promedio diario: 0.36 l/s

Caudal máximo diario: 0.46 l/s

Caudal máximo horario: 0.71 l/s

El volumen de demanda de agua por día para las localidades de Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre resulta de 31.10 m<sup>3</sup>, por lo que se concluye que el acuífero subterráneo es capaz de abastecer suficientemente de agua a dichas localidades por haberse determinado un volumen de almacenamiento superior a lo requerido.

Las principales estructuras con las que contará el sistema de abastecimiento de agua proyectado serán:

Noria de 3 m de diámetro, 0.20 m de espesor y una altura total de 7.80 m.

Línea de impulsión de tubería PVC-UF\_SAP de 63 mm, con una longitud de 461.54 m, de clase A-10.

Reservorio de tipo circular, de diámetro y altura de nivel máximo de agua de 4 m y 2.85 m respectivamente. Las paredes tendrán un espesor de 0.20 m.

Redes de distribución que suman una longitud de 19.6 km, que abastecen a 39 piletas.

Cámara rompe presión.

Además, a lo largo de las líneas de distribución de agua se han implementado 8 válvulas de aire, 3 válvulas de purga y 2 válvulas de control, para la adecuada regulación y flujo del agua."

## **Conclusiones:**

El caudal de bombeo que será conducido a través de la línea de impulsión es de 1.44 l/s y la velocidad del flujo a través de la tubería es de 0.46 m/s.

Para satisfacer el total de la demanda de agua de las poblaciones beneficiadas, es necesaria la utilización de 2 bombas sumergibles, puesto que, en el mercado local no se encuentran bombas sumergibles de capacidad de succión e impulsión mayores a 15 m<sup>3</sup>/día.

Es recomendable el uso de un solo grifo de agua por no más de 40 personas. Las piletas públicas pueden tener uno o más grifos; en áreas rurales los tipos más comunes son las fuentes de un grifo. Para el sistema propuesto se ha considerado colocar 39 piletas, 38 simples y una doble.

WaterCAD es una solución para modelación hidráulica y análisis de calidad de agua para sistemas de distribución de agua. Organismos operadores, municipios y firmas de ingeniería confían en WaterCAD como una herramienta que les permite ahorrar recursos y soportar la toma de decisiones con respecto a su infraestructura hidráulica. Por ello, ha sido utilizado como software de diseño y modelación de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua implantado.

Con el uso del programa WaterCAD se ha podido analizar las velocidades y presiones a lo largo de la red de distribución, de donde se dedujo que en la mayor parte de los tramos de la red se tiene velocidades menores a 0.4 m/s y presiones entre 30 y 40 m.

El costo total de las obras civiles del sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre, considerando mano de obra, materiales y equipos es S/. 694219.28. Las líneas de distribución representan el mayor costo de todas las obras civiles.

**Según Alindor Suárez** (6), desarrolló el estudio: “Eficiencia hidráulica del sistema de agua potable en el centro poblado Tartar Grande, distrito Baños del Inca-Cajamarca como trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Sede Jaén”, por la necesidad e interés común, tanto para el que realiza el estudio como para los pobladores de Tartar Grande, el cual permitirá determinar la eficiencia del sistema y detectar posibles deficiencias en el sistema lo cual conllevará a mejorar los servicios de agua potable, influyendo en la alimentación y disminución de las enfermedades gastrointestinales que se presentan tratando con ello de prever la salubridad de la población y el medio ambiente que les rodea

Para lo cual recogió información de campo mediante formatos previamente establecidos para las diferentes dimensiones tales como el estado del sistema, la gestión de los servicios y la operación y mantenimiento. La información que recogió a través de las encuestas, entrevistas y observación directa del sistema de agua potable, permitió determinar la Eficiencia Hidráulica del sistema de agua potable.

En su diagnóstico, analizó un sistema y comprendió su funcionamiento, para poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles. Este estudio le permitió conocer mejor la realidad, la existencia de debilidades y fortalezas, prever posibles reacciones dentro del sistema frente a acciones de intervención o bien cambios suscitados en algún aspecto de la estructura del sistema bajo estudio. Como resultado obtuvo, que el sistema de agua potable es deficiente, debido a que el sistema no puede cubrir las necesidades de la población siendo el motivo, que la unidad de regulación no tiene la capacidad necesaria para abastecer a la población; en cuanto a los demás componentes del sistema tales como captación, línea de conducción, red de distribución y conexiones domiciliarias se determinó que se encuentran en buen estado. Por lo cual para que el sistema de agua potable se pueda considerar Eficientemente

Hidráulico se deberá construir una unidad de regulación de mayor capacidad y ampliar las redes de distribución y el número de conexiones domiciliarias.

### **Conclusiones:**

El sistema de agua potable del Centro Poblado Tartar Grande no es Eficientemente Hidráulico, Según la metodología aplicada para el diagnóstico del Sistema.

De los tres sistemas: Captación, Regulación y Distribución; el de regulación es el que presenta más deficiencias debido a que la capacidad de la unidad de regulación no abastece al total de los pobladores del Centro Poblado Tartar Grande.

El sistema de Captación es un sistema eficiente, contando con un caudal de la fuente de 7 ls/seg.

El sistema de Regulación es deficiente debido a que el volumen de almacenamiento es menor que el volumen demandado.

El sistema de Distribución es un sistema eficiente.

La hipótesis es verdadera; es decir el sistema de agua potable es deficiente.

**Según Méndez & Flores (7)**, en la introducción de su tesis denominada: “Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable” comunidad Sirama norte-sur. Chichigalpa, Chinandega. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua, refiere:

“En Centroamérica las poblaciones que forman el sector rural, generalmente se encuentran en condiciones económicas desfavorables, muchas de las cuales ni siquiera pueden satisfacer las necesidades básicas de vivienda, salud, educación, etc. Con frecuencia en las localidades rurales no se cuenta con un sistema de aprovisionamiento de agua de calidad, lo que afecta el nivel de vida de sus pobladores

Según las estadísticas cerca de 15 millones de centroamericanos carecen de abastecimiento de agua segura. Las principales causas de muerte y enfermedades en el área se encuentran relacionadas a los sistemas de agua y saneamiento; en los últimos treinta años 6 millones de personas murieron por enfermedades diarreicas, dengue o malaria.

Es evidente la relación que existe entre la calidad del agua y la salud pública, entre la fácil disponibilidad del agua y el nivel de higiene, entre la abundancia del agua y el crecimiento económico de una comunidad (7).

En Nicaragua la población rural es de 2,154,493 habitantes, de ésta el 33% ha sido beneficiada por el programa de agua y saneamiento que ha venido ejecutando la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado ENACAL en la Dirección de Acueductos Rurales DAR, con el apoyo y cooperación de los organismos internacionales CARE y COSUDE.”

La tesis se basó en la implementación del programa de agua y saneamiento en la región, específicamente en la comunidad Sirama Norte-Sur, realizado con el fin de brindar la información técnica necesaria para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable

Con la ejecución de este proyecto se pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad, al disponer de agua segura, letrificación y educación en salud

En base a los objetivos planteados en su tesis, concluyeron que el propósito del estudio fue alcanzado, teniendo los siguientes indicadores:

Se realizó levantamiento topográfico, de acuerdo a la ubicación de las viviendas de la comunidad, determinando elevaciones y ubicación de la red de distribución. Se determinó el punto más alto con cota de 149.00 msnm, como ubicación del tanque de almacenamiento garantizando así las presiones adecuadas en la red que permitan llevar el servicio a todas las viviendas.

El estudio de población, tasa de crecimiento, nivel de vida, brinda los datos suficientes para adoptar la dotación per cápita más adecuada a las necesidades de la comunidad.

Los elementos que componen el sistema de agua, pozo perforado, bomba impulsora, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, se diseñaron de acuerdo a los datos arrojados por el estudio y bajo criterios hidráulicos.

El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo tomado como referencia la realidad socioeconómica de la comunidad y las características hidrogeológicas del sitio.

El impacto ambiental que tendrá el proyecto se considera positivo, ya que éste vendrá a mejorar el aspecto y salubridad del medio y la comunidad tendrá como responsabilidad, entre otras, la reforestación del área como medida de conservación de la fuente.

## 1.8 Procedimiento de la Investigación

### 1.8.1 Descripción del Problema

Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y las enfermedades en los países más pobres del mundo. En la actualidad, 2,3 billones de personas no disponen de instalaciones básicas de saneamiento, como baños o letrinas. Según (3), al menos 1800 millones de personas en todo el mundo beben agua que no está protegida contra la contaminación de las heces. Un número aún mayor bebe agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a la contaminación.

Según (2) somos el 8° país del mundo en reservas de agua dulce (2% del planeta), sin embargo, la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente, principalmente al interior del país; 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, y en regiones como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca y Pasco, solo tiene acceso entre 51% y 60% de hogares; en la población rural únicamente 2% cuenta con servicio; además, 6 millones de peruanos no cuentan con saneamiento.

Donde, según (8) Loreto es la región con menor cobertura de alcantarillado y agua potable del país, de los 25 departamentos del país, Loreto encabeza la lista de mayor déficit en acceso a agua potable y alcantarillado, con 53% y 39% de cobertura, respectivamente.

En general, la cobertura nacional —urbana y rural, en conjunto— de agua potable llega a más de 80% en varias regiones. En la cola están, aparte de Loreto (53%), Ucayali (67%), Puno (68%), Huánuco (76%) y Pasco (78%) como las cinco regiones con mayor déficit de acceso a agua potable (8).

El centro poblado Nuevo Milagro se encuentra sobre un suelo arenoso en la margen derecha del antiguo tramo del trazo de la carretera Iquitos-Nauta y al frente se encuentra la Institución Educativa “El Milagro” (Inicial, Primaria, Secundaria e

Instituto Tecnológico). El estudio surge a partir de la necesidad e interés común de los pobladores de este Centro Poblado Nuevo Milagro y las autoridades de la Institución Educativa El Milagro, con la finalidad de garantizar el servicio de agua potable para evitar enfermedades diarreicas tanto en la Institución Educativa como en el Centro Poblado de Nuevo Milagro (1).

En los alrededores del espacio físico de emplazamiento del centro poblado Nuevo Milagro no existe quebrada o manantial conocido que garantice la provisión de agua para su tratamiento de potabilización, almacenamiento y distribución a la Institución Educativa y poblado en mención; sin embargo, actualmente existe un manantial con aforo efectuado de 0.23 lts/seg, y un pH de 6.0 que se encuentra en el área del bosque primario, propiedad de la Institución Educativa El Milagro, que se viene usando para el abastecimiento muy limitado de la Institución, esta no presenta un cambio drástico con respecto a la temporada de verano y no abastece en lo absoluto a la población, la cual consume el agua precipitada en periodos lluviosos que se retiene en ciertas depresiones y superficies onduladas ubicadas al sur del centro poblado. En el área del bosque mencionado, a través del estudio del topográfico se pretende ubicar al menos otro afloramiento o fuente de agua de igual o superior caudal al existente para la captación del vital elemento, que permita satisfacer el caudal diario de agua potable, con el que se proyecta mejorar el abastecimiento de la Institución Educativa, y extender el servicio al centro poblado, instalando un sistema de abastecimiento de agua potable, mejorando así la calidad de vida de esta población (1).



## Marco Normativo

La dotación de agua potable es compromiso estratégico de los gobiernos a escala global; en nuestro país se ha previsto en sus diferentes normas el derecho de todos los peruanos al consumo de agua potable; y, en el Plan Estratégico Nacional al año 2021, se ha establecido metas a cumplirse. En el (9) y otras normas de la política nacional de saneamiento se consideran parámetros de diseño y se señalan diversos aspectos teóricos, por lo que el marco normativo siguiente, constituirá parte del marco teórico del presente trabajo de investigación.

***Tabla N° 1 Soporte normativo de la política Nacional de saneamiento***

<b>Norma</b>
Constitución Política del Perú.
Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.
- Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo.
- Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Ley N° 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado.
- Decreto Ley N° 25965 mediante el cual se crea la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos.
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley N° 27785, Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la República.
- Ley N° 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.
Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

- Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos.
Decreto Legislativo N° 1185, Decreto Legislativo que regula el Régimen Especial de Monitoreo y Gestión de Uso de Aguas Subterráneas a cargo de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento.
- Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos.
- Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones y deroga la Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.
- Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.
- Decreto Legislativo N° 1284, Decreto Legislativo que crea el Fondo de Inversión Agua Segura.
- Decreto Legislativo N° 1285, Decreto Legislativo que modifica el artículo 79 de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos y establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos y a los instrumentos de gestión ambiental.
- Decreto Supremo N° 004-2017-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30533 Ley que autoriza al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento a realizar intervenciones a través de núcleos ejecutores, con la finalidad que sea publicado en el Compendio de Saneamiento de la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento.

-Resolución Ministerial N° 173-2016-Vivienda, que aprueba la “Guía de opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”.
-Resolución Ministerial N° 189-2017-Vivienda “Modifican la Resolución Ministerial N° 108-2011-Vivienda, y la Resolución Ministerial N° 201-2012-Vivienda”.
-Resolución Ministerial N° 263-2017-Vivienda “Apruébese las metodologías específicas para la formulación y evaluación de los proyectos de inversión en materia de saneamiento para el ámbito urbano y rural en los tres niveles de gobierno, en el marco del sistema nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones”.
-Resolución Ministerial N° 265-2017-Vivienda “Modifican la Guía de opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”.
-Resolución Ministerial N° 384-2017-Vivienda “Apruébense los Lineamientos para la formulación, aprobación, seguimiento y evaluación de los planes Regionales de Saneamiento, que se adjuntan en el anexo que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial”

**Fuente:** (8)

***Tabla N° 2 Soporte normativo para el estudio del Acuífero***

-Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA, “Aprobación de Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Aguas”.
-Resolución Jefatural N° 226-2015-ANA, “ Disponer de la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano y la pre publicación del proyecto del Reglamento de Medición del Agua en los Sistemas Hidráulicos Comunes en el ámbito de las Administraciones Locales de Agua”.

-Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA, “Aprobar la “Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial”, los tres (3) anexos y doce (12) formatos, que forman parte integrante de la presente resolución”.

**Fuente:** (8)

### 1.9.1 El Derecho Al Agua

La conferencia de Naciones Unidas de 1977 en Mar de Plata prestó atención al suministro de agua potable y saneamiento básico. Su plan de acción reconoció por vez primera el agua como un derecho humano y declaraba que ‘Todos los pueblos, cualquiera que sea su nivel de desarrollo o condiciones económicas y sociales, tienen derecho al acceso a agua potable en cantidad y calidad acordes con sus necesidades básicas’. Los ochenta se denominaron como la Década internacional del suministro de agua potable y el saneamiento básico. “Los años noventa anunciarían un creciente interés en la participación del sector privado y reducción del gasto público” en el sector, tras la crisis económica y de gestión de las empresas públicas de agua potable en el tercer mundo.

La conferencia Internacional sobre Agua y Medio ambiente celebrada en Dublín en 1992, presentó los siguientes principios rectores: a) El agua es un recurso finito, vulnerable, esencial que debe ser manejado de manera integrada; b) El desarrollo y la gestión del agua deben ser participativos, involucrando a todos los actores sociales relevantes; c) La mujer juega un papel central en la provisión, manejo y salvaguarda del agua; y d) El agua tiene un valor económico y debe ser reconocido como un bien económico, teniendo en cuenta criterios de equidad y accesibilidad.

## 1.9.2 Calidad de Agua en los Sistemas de Abastecimiento Rural

El (10) comenta que:

En un estudio de calidad de agua realizado en 80 sistemas de Abastecimiento Rural, en Perú, concluyeron que sólo el 37.5% realizan cloración y dentro de este grupo hay presencia de coliformes termo tolerantes en muestras tomadas y, esto genera preocupación pues las coliformes en un 12% están en las redes de distribución pero, a nivel intradomiciliario, alcanzan un 67%. De igual modo señalan, que el 63% de los sistemas evaluados, presentan alto riesgo sanitario por la infraestructura y el manejo intradomiciliario del agua.

**Tabla N° 3 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**Fuente:** (11)

**Tabla N° 4 Límites máximos permisibles de calidad organoléptica**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**Fuente:** (11)

**Tabla N° 5 Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos**

<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico <b>(nota 1)</b>	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro <b>(nota 2)</b>	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015
<b>Parámetros Orgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Trihalometanos totales <b>(nota 3)</b>		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010

**Fuente:** (11)

**Tabla N° 6 Límites máximos permisibles de parámetros radioactivos**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (nota 1)	mSv/año	0,1
2. Actividad global $\alpha$	Bq/L	0,5
3. Actividad global $\beta$	Bq/L	1,0

**Nota 1:** Si la actividad global  $\alpha$  de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global  $\beta$  es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

**Fuente:** (11)

**Tabla N° 7 Autorización sanitaria**

Componente del Sistema de Abastecimiento	Registro		Autorización Sanitaria		Aprobaciones	
	¿Requiere?	Entidad que registra	¿Requiere?	Entidad que autoriza	¿Requiere?	Entidad que autoriza
Fuente de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Sistemas de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Plantas de tratamiento de agua potable			SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS		
Plan de control de calidad (PCC)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Planes de Adecuación sanitaria (PAS)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Surtidores de agua			SI	DIRESA, GRS, DISA		
Camiones cisterna			SI	DIRESA, GRS		
Desinfectantes de agua	SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS				

(1) Nota: De acuerdo a la décima disposición transitoria, complementaria y final.

**Fuente:** (11)



### 1.9.3 Diagnóstico

Según el (8), 2017, La población estimada del Perú al año 2016 es de 31.4 millones de habitantes, de los cuales, el 77.2 % vive en el ámbito urbano, mientras que el 22.8 % vive en el ámbito rural. Se estima que 3,4 millones de peruanos carecen del servicio de agua y 8,0 millones de peruanos carecen del servicio de alcantarillado<sup>8</sup>. Como se puede apreciar, las brechas en el acceso a los servicios de saneamiento constituyen el problema central que afecta al sector saneamiento.

Los siguientes aspectos han sido identificados como los causantes de las brechas de cobertura en el acceso y calidad de los servicios de saneamiento:

1. Insuficiente cobertura y calidad de servicios.
2. Deficiencia en la gestión de las inversiones.
3. Debilidad de la gestión de los prestadores.
4. Ausencia de estándares para la formulación de proyectos de saneamiento.
5. Inadecuada articulación de los actores.
6. Baja valoración de los servicios de saneamiento.

Para lograr el cierre de brechas y, como consecuencia de ello, alcanzar la cobertura universal y sostenible de los servicios de saneamiento, el Perú debe fortalecer a los prestadores y desarrollar mecanismos que garanticen inversiones eficientes relacionadas con la calidad y sostenibilidad de la gestión de los prestadores de servicios (8).

### 1.9.4 Diagnóstico del Área de Influencia y Área de Estudio

Para ello define del área de influencia (el ámbito donde se ubican los afectados por el problema) y el área de estudio (que incluye el área donde se localiza o localizarán los sistemas de saneamiento).

Recurre a información disponible a nivel general, local y sectorial, y a la literatura existente sobre estos temas en el INEI, MINSA, MVCS, Gobierno Regional,

Municipalidad Distrital y/o Provincial, la JASS o entidad a cargo de los servicios de agua potable y/o saneamientos existentes.

Recurre a ilustraciones (mapas cartográficos ó croquis), donde se visualice el departamento, provincia, distrito y la localidad o centro poblado, así como el área de estudio.

Entre los temas que se deben considerar están:

### **Características físicas**

Considera las características geográficas, climáticas, hidrológicas, etc. Analiza el medio físico, natural, el medio biológico que podrían ser afectados para evaluar el impacto ambiental. Identifica los peligros para el análisis de riesgos (sismos, inundaciones, deslizamientos, etc.)

### **Vías de comunicación**

Accesibilidad, existencia y condiciones de los caminos y de los medios de transporte.

- Riesgos que podría confrontar la movilización de recursos para ejecutar el proyecto.
- Principales actividades económicas del área de influencia y niveles de ingreso
- Indica el ingreso promedio familiar mensual.
- Tipos de producción y actividad económica predominante y en qué forma la desarrollan (individual, cooperativas, obreros agrícolas, entre otros).

## **Aspectos socioeconómicos**

Diagnostica la situación socioeconómica de la población y sus posibilidades de crecimiento y desarrollo económico.

Determina indicadores demográficos, niveles de educación y salud (relacionados con enfermedades de origen hídrico y condiciones del saneamiento), calidad de las viviendas, condiciones económicas, niveles de ocupación, entre otros.

Salud, higiene y saneamiento básico

### **Salud**

Relación de las enfermedades más comunes en el área de influencia y su relación con el abastecimiento de agua.

Opinión y conocimiento de la comunidad sobre las causas de las enfermedades de origen hídrico.

Esfuerzos que se han realizado para combatirlas.

Nivel de atención en materia de salud y saneamiento que reciben.

### **Higiene**

Mejora en los hábitos de las familias y en sus actividades dentro de la comunidad (talleres, jornadas de limpieza, etc.).

### **Limpieza pública.**

Situación de los servicios de residuos sólidos (recolección, transferencia, transporte y disposición final) en la zona del proyecto.

Análisis sobre la gestión de la entidad responsable de prestar dichos servicios.

Prácticas de aseo urbano de la población en relación a la limpieza pública.

Características de la educación

Número de centros educativos, por grado de instrucción, con que se cuenta.

## **Otros servicios existentes**

Analiza el equipamiento social y productivo con que se cuenta dentro de la zona del proyecto, en términos cuantitativos y cualitativos.

Contempla la situación de otros servicios públicos que pudieran estar vinculados con el proyecto (por ejemplo: energía eléctrica cuando se requiere de bombeo).

## **Diagnóstico de los servicios**

### **Diagnóstico del servicio de agua potable**

Evalúa la operación y de la infraestructura existente del sistema de agua potable y analiza la calidad del agua, la continuidad del servicio, cobertura, principales problemas y las necesidades de rehabilitación o ampliación del sistema.

Para evaluar el sistema de gestión, operación y la infraestructura, utiliza los cuestionarios y ficha de la sección 1 del documento “Herramientas metodológicas para la elaboración de estudios de PIP de Saneamiento Básico en el ámbito Rural”.

### **Situación del servicio**

Presenta tu diagnóstico considerando los siguientes indicadores:

- Calidad de agua disponible en los componentes del sistema.
- Realiza aforos y análisis físico-químicos y microbiológicos completos. Incluye información de los últimos tres (03) años.
- Compara los resultados con los parámetros de las normas nacionales.
- Consumo de agua potable (litros/habitante/día).
- Población servida por conexiones domiciliarias, piletas públicas y otros medios de abastecimiento.

- Cobertura actual del servicio. Indica el porcentaje de la población servida respecto a la población total.
- Número de conexiones de los usuarios domésticos y otros, diámetro de las conexiones y número de viviendas con frente a la red que no estén conectadas.
- Población no servida por conexión domiciliaria. Señala su forma de abastecimiento, tiempo dedicado al acarreo del agua, número de viajes por día, miembros de la familia que acarrean el agua (adultos/niños), tipo de recipientes que usan y su capacidad, cuota mensual que pagan a, entre otros.
- Si la localidad cuenta con servicios de saneamiento mediante red de colectores, antes de dar viabilidad a un proyecto de rehabilitación, mejoramiento o ampliación, revisa exhaustivamente si existen las condiciones para garantizar la sostenibilidad del servicio.

### **Situación de la Infraestructura**

Estado de cada componente del sistema de abastecimiento. Considera los sistemas convencional y no convencional, así como aspectos de vulnerabilidad.

***Tabla N° 8 Componentes del Sistema convencional***

Fuente de abastecimiento, según tipo (superficial, subterránea), rendimiento, disponibilidad de caudal, calidad de agua.
• Captación.
• Línea de aducción.
• Línea de conducción.
• Línea de impulsión.
• Reservorio.

• Estación de bombeo.
• Redes de distribución.
• Conexiones de agua potable.
• Piletas públicas.

**Fuente:** (9)

Detalla la capacidad de diseño y capacidad operativa (en litros/seg. o m<sup>3</sup>/seg. o m<sup>3</sup>/año), diámetro de la tubería (en pulgadas o mm), longitud (en metros), material de construcción, antigüedad (años), estado de conservación, pérdidas físicas de agua, etc.

En caso de contar con una planta de tratamiento de agua potable, incluye la evaluación del funcionamiento hidráulico y mecánico, y de la efectividad de los procesos. Indica las posibles deficiencias de cada proceso. Si el sistema cuenta con instalaciones de bombeo (captación y/o bombeo de agua tratada), evalúa el funcionamiento hidráulico y determina su eficiencia y características.

Si el sistema cuenta con una red de colectores y/o una planta de tratamiento de aguas residuales, evalúa sus características y eficiencia de funcionamiento.

### **Sistema no convencional**

Comprende soluciones como captación de agua de lluvia, filtros de mesa, protección de manantiales, pozos con bombas manuales, entre otros. En estos casos evalúa el estado del pozo o manantial protegido, bombas de mano u otros. Identifica las capacidades de diseño y operativa actual, de conducción hidráulica, dimensiones, materiales, antigüedad, condición de mantenimiento y vida útil estimada, entre otros.

Análisis de vulnerabilidad de los componentes del sistema de agua potable.  
Determina la propensión a sufrir un daño o peligro, para ello evalúa:

- Exposición de los componentes: analiza la localización y su cercanía a zonas de riesgo.
- Fragilidad: nivel de resistencia y protección de los componentes frente al impacto de un peligro.
- Resiliencia: nivel de asimilación o la capacidad de recuperación de la población y del servicio frente al impacto de un peligro.
- Recaba información existente y referencias históricas respecto a los puntos más vulnerables por sismos, aluviones, huaycos, inundaciones, deslizamientos u otros eventos climáticos extremos, así como de peligros generados por disminución de caudales (por explotación no racional), por posibilidades de contaminación de las fuentes, etc.

Fuente: (9)



## 1.10 Período de Diseño y Estudios de Población

### 1.10.1 Período de Diseño

El período de diseño se define como el tiempo en el cual se considera que el sistema funcionará en forma eficiente cumpliendo los parámetros respecto a los cuales se ha diseñado. El período de diseño tiene factores que influyen la determinación del mismo, entre los cuales podemos nombrar la durabilidad de materiales, ampliaciones futuras, crecimiento o decrecimiento poblacional y capacidad económica para la ejecución de las obras.

Tomando en consideración los factores señalados, se debe establecer para cada caso el período de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones rurales.

- Obras de captación 20 años.
- Conducción 10 a 20 años.
- Reservorios 20 años.
- Redes 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todas las componentes mencionadas anteriormente, la (12) para proyectos de saneamiento básico rural recomiendan un periodo de diseño de 20 años.

**Fuente:** (12)

### 1.10.2 Determinación del Período de Diseño

Considerando los factores anteriormente descritos, se hará un análisis de la vida útil de las estructuras e instalaciones que se tiene previsto construir y además, constatando la realidad de la zona en estudio, se debe determinar para cada componente su período de diseño. Esto se puede realizar a través de cuadros comparativos, considerando la componente y su valor adoptado, para luego determinar el promedio de la vida útil determinando un período de diseño para el conjunto de obras.

Para este tipo de diseños, es usual elegir un período de vida útil de estructuras entre 15 y 25 años (12).

### 1.10.3 Estudios de Población

Las obras de agua potable se diseñan no solo para satisfacer una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un determinado período de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años, siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este período.

#### **Cálculo de la Población Futura**

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

##### Métodos Analíticos

Presuponen que el cálculo de la población para una región, es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que éstos se han medido. Dentro de los métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logística, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

Son aquellos que, mediante procedimientos gráficos, estiman valores de población ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

#### Método Racional

Según el, en este caso, para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar, considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa (1 + rt/1000) \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

## Dotación y Consumo de Agua Potable

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada poblador de la zona en estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab./día). Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario

Fuente: (9)

### 1.10.4 Dotación de Agua Potable

La dotación es variable de acuerdo a usos, costumbres de cada localidad, actividad económica y las condiciones de saneamiento de cada localidad. Según el Ministerio de Salud, en un estudio para mejoras en el servicio de agua potable emitido en el año 1984 determinó que, en la costa norte, la dotación alcanza los 70 l/hab./día mientras que en la costa sur este valor llega a los 60 l/hab./día. Para la sierra, el consumo de agua depende de la altitud en la cual se encuentra la localidad. En poblados con altura de más de 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la dotación de agua alcanza los 50 l/hab./día y en alturas menores a los 1500 m.s.n.m., la dotación es de 60 l/hab./día. Finalmente, en el caso de la selva peruana, la dotación llega a los 70 l/hab./día.

Para una habilitación de servicios básicos de saneamiento en asentamientos humanos menores de 2000 habitantes, la Resolución Ministerial N° 173-2016-Vivienda, que aprueba la “Guía de opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural” (12) recomienda fijar la dotación en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

En el caso del presente trabajo y lo mencionado en el párrafo anterior, se tomará el valor de 30 l/hab./día.

## 1.11 Marco Conceptual

Para complementar los conceptos vertidos líneas arriba, las siguientes definiciones operacionales que han sido extraídas de la (12), estarán presentes en la investigación:

1. Acuífero: Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
2. Agua Subterránea: Agua localizada en el sub suelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
3. Afloramiento: Son las fuentes o sugerencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
4. Calidad de Agua: Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.
5. Caudal máximo diario: Caudal más alto en un día observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.
6. Depresión: Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.
7. Filtros: Es la rejilla del pozo, que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.
8. Forro de pozos: Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acaba esta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de

la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

9. Pozo excavado: Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo del operario en su fondo.
10. Pozo perforado: Es la perforación del terreno usando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un ante pozo hasta una profundidad conveniente, y luego, se continúa con el equipo de perforación.
11. Absorción: Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.
12. Adsorción: Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.
13. Afluente: Agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento.
14. Agua Potable: Agua apta para el consumo humano.
15. Algicida: Compuesto químico utilizado para controlar las algas y prevenir cambios en el olor del agua, debido al crecimiento desmedido microscópicos de algas.
16. Bolas de lodo: Resultado final de la aglomeración de granos de arena y lodo en un lecho filtrante, como consecuencia de un lavado defectuoso o insuficiente.
17. Caja de filtros: Estructura dentro de la cual se desplaza la capa soporte y el medio filtrante, del sistema de drenaje, el sistema conector del agua de lavado, etc.

18. Carga negativa o columna de agua negativa: Pérdida de agua que ocurre cuando las pérdidas de agua por colmatación de los filtros superan la presión hidrostática y crea un vacío parcial.
19. Carrera de filtro: Intervalo entre dos lavados consecutivos de un filtro, siempre que la filtración sea continua en dicho intervalo. Generalmente se expresa en horas.
20. Clarificación por contacto: Proceso en la que floculación y la decantación, y a veces también la mezcla rápida, se realizan en conjunto, aprovechando los flóculos ya formados y el paso de agua a través de un manto de lodos.
21. Coagulación: Proceso mediante el cual se desestabiliza o anula la carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, mediante la acción de una sustancia coagulante para su posterior aglomeración en el floculador.
22. Colmatación del filtro: Efecto producido por la acción de las partículas que llenan los intersticios del medio filtrante de un filtro o también por el crecimiento biológico que retarda el paso normal del agua.
23. Efluente: Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.
24. Filtración: Es un proceso terminal que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzó a ser removida en los procesos anteriores.
25. Floculador: Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

26. Floculación: Formación de partículas aglutinadas o flóculos. Proceso inmediato a la coagulación.
27. Flóculos: Partículas desestabilizadas y aglomeradas por acción del coagulante.
28. Levantamiento Sanitario: Evaluación de fuentes de contaminación existentes y potenciales, en términos de cantidad y calidad, el área de aporte de la cuenca aguas arriba del punto de captación.
29. Medidor de pérdida de carga o columna de agua disponible: Dispositivo de los filtros que indica la carga consumida o la columna de agua disponible durante la operación de los filtros.
30. Mezcla rápida: Mecanismo por el cual se debe obtener una distribución instantánea y uniforme del coagulante aplicado al agua.
31. Optimizar: Conseguir que algo llegue a la situación óptima o dé los mejores resultados posibles.
32. Pantallas (BAFFLES o PLACAS): Paredes o muros que se instalan en un tanque de floculación o sedimentación para dirigir el sentido del flujo evitando la formación cortos circuitos hidráulicos y espacios muertos.
33. Partículas discretas: Partículas en suspensión que al sedimentar no cambian de forma, tamaño ni peso.
34. Partículas Floculentas: Partículas en suspensión que, al descender en la masa de agua, se adhieren o aglutinan entre si y cambian de tamaño, forma y peso específico.
35. Presedimentadores: Unidad de sedimentación natural (sin aplicación de sustancias químicas) Cuyo propósito es remover partículas de tamaño mayor a  $1\mu$ .



36. Sedimentación: Proceso de remoción de partículas discretas por acción de las fuerzas de gravedad.
37. Tasa de aplicación superficial: Caudal de agua aplicado por unidad de superficie.
38. Tasa constante de filtración: Condición de operación de un filtro en la que se obliga a este a operar en un mismo canal a pesar de la reducción de capacidad del filtro por efecto de la colmatación.
39. Tasa declinante de filtración: condición de operación de un filtro en la que la velocidad de filtración decrece a medida que se colmata el filtro.
40. Tratamiento de agua: Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para el consumo humano.
41. Turbiedad de origen coloidal: Turbiedad medida en una muestra de agua luego de un periodo de 24 horas de sedimentación.
42. Tratamiento: Deberán someterse a tratamiento las aguas destinadas al consumo humano que no cumplan con los requisitos del agua potable establecidas en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.
- En el tratamiento de agua no se podrán emplear sustancias capaces de producir un efluente con efectos adversos a la salud.
43. Calidad de agua potable: Las aguas tratadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.

44. Estudio del agua cruda: Para el análisis de las características de agua cruda se deberán tomar en cuenta los siguientes factores:

- Estudio de la cuenca en el punto considerado, con la apreciación de los usos industriales y agrícolas que pueden afectar la cantidad o calidad del agua
- Usos previstos de la Cuenca en el futuro, de acuerdo a regulaciones de la entidad competente
- Régimen del curso de agua en diferentes períodos del año
- Aportes a la cuenca e importancia de los mismos, que permita realizar el balance hídrico

45. Plan de muestreo y ensayos: Se debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad de agua cruda para proceder a la determinación del grado de tratamiento. Este registro debe corresponder al menos a un ciclo hidrológico.

La extracción de muestras y los ensayos a realizarse se harán según las normas correspondientes (Métodos estándar para el análisis de agua de la AWWA de los Estados Unidos). Será responsabilidad de la empresa prestadora de servicio el contar con este registro de calidad de agua cruda y de sus potenciales fuentes de abastecimiento

46 Factores de diseño: En la elección de emplazamiento de toma y planta, además a los ya considerados respecto a la cantidad y calidad del agua, también se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Estudios de Suelos.
- Fotografías de las áreas de emplazamiento.
- Facilidades de acceso.
- Disponibilidad de energía.
- Facilidad de tratamiento y disposición de lavado y todos producidos en la planta.

47 Factores Fisicoquímicos y Microbiológicos: Los Factores Fisicoquímicos y Microbiológicos a considerar son:

- Turbiedad
- Color
- Alcalinidad
- PH
- Dureza
- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Sulfatos
- Nitratos
- Nitritos
- Metales Pesados
- Otros que se identificaran en el levantamiento sanitario

48 Propósito del estudio de Ingeniería Básica: desarrollar información adicional para que los diseños definitivos puedan concebirse con un mayor grado de seguridad. Dentro de los trabajos que se pueden realizar en este nivel se encuentran:

- Estudios adicionales de caracterización del curso de agua que sean requeridos
- Estudios geológicos, geotécnicos y topográficos

- Estudios de tratabilidad de las aguas mediante simulación de los procesos en el laboratorio
- Estudios geológicos y geotécnicos requeridos para los diseños de cimentaciones de las diferentes unidades de la planta de tratamiento
- Estudios de impacto ambiental con las acciones de mitigación de los impactos negativos identificados
- Estudio de vulnerabilidad a desastres naturales frecuentes en la zona

## 1.12 Variables, Indicadores e Índices

### 1.12.1 Variable Independiente

$X_1$ = Estudio de un acuífero

Definición Conceptual de la variable

**Estudio de un acuífero:** Estudio que permite determinar la localización del agua subterránea en el subsuelo o el afloramiento superficial de ésta, las características físicas, químicas y bacteriológicas, el caudal y la recuperación de la depresión por abatimiento del agua cruda; además, las características geológicas, geotécnicas y topográficas para el implante de las obras de captación y almacenamiento temporal del agua cruda (13).

### 1.12.2 Variable Dependiente

$Y_1$ = Calidad de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro.

Definición Conceptual de la variable

**Calidad de agua potable:** Conjunto de características que busca mejorar el líquido vital (11)

**Tabla N° 9 Operacionalizacion de Variables**

- Variable Independiente  $X_1$ = Estudio de un acuífero
- Variable Dependiente  $Y_1$ = Calidad de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro.

VARIABLES	INDICADORES
<p style="text-align: center;"><b>Características que deben contener el acuífero</b></p>	Ubicación del ojo de agua
	<p>Características físico-químicas y microbiológicas del agua cruda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbiedad</li> <li>• Color</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• pH</li> <li>• Dureza</li> <li>• Coliformes totales</li> <li>• Coliformes fecales</li> <li>• Sulfatos</li> <li>• Nitratos</li> <li>• Nitritos</li> <li>• Metales Pesados</li> <li>• Otros que se identificaran en el levantamiento sanitario</li> </ul>
	Caudal del agua cruda
	Recuperación del acuífero

	Características Geológicas y geotécnicas del suelo
	Topografía del suelo
<b>Calidad de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro</b>	Caudal suficiente de agua potable
	Presión necesaria
	Propuesta: El Proyecto de Inversión contendrá el estudio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de captación</li> <li>• Sistema de impulsión</li> <li>• Sistema de Regulación</li> <li>• Sistema de Distribución</li> </ul>
	Resiliencia
	Población total servida

**Fuente:** (1)

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación

#### **Tipo de investigación**

Descriptivo

#### **Diseño de la investigación**

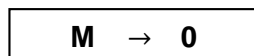
Transeccional Descriptivo

La investigación pertenece a un diseño No Experimental, de tipo Transeccional Descriptivo, debido a que se realizará sin manipular deliberadamente las variables, se estudiarán los hechos tal y como se muestran en el contexto

Este diseño se emplea para recoger información contemporánea con respecto al objeto de estudio

#### **Diseño**

Donde:



M=Muestra con quien o en quien se va realizar el estudio.

O=Observación a la variable, información relevante o de interés de la muestra

## 2.2 Población y Muestra

### 2.2.1 Población de estudio

Se consideró como población de estudio el Acuífero encontrado en el área de la jurisdicción de la I.E El Milagro que busca beneficiar al Centro Poblado Nuevo Milagro, con sus 678 usuarios en una extensión de 1000 hectáreas.

### 2.2.2 Muestra

Para la aplicación de la muestra se realizó el análisis bacteriológico y físico del acuífero en uso y del acuífero en estudio que se encuentra en el área de propiedad de la Institución Educativa El Milagro.

## 2.3 Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

### 2.3.1 Técnicas de Recolección de Datos

- La técnica empleada en primera instancia será la observación.
- Se emplearán las Encuestas, con instrumento estandarizado para determinación de requerimiento de agua potable brindada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Análisis documental y experimental para obtener datos
- Formatos y Matrices
- Otros

### 2.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos

- Cámaras Fotográficas
- Estación Total
- Computadoras
- Laptops
- GPS
- Formatos y Tablas para registro cruzado de datos.
- Otros



### 2.3.3 Procedimientos de Recolección de Datos

Los procedimientos que se seguirán en la recolección de datos son:

- Diagnóstico de la situación actual sobre los servicios de agua del centro poblado Nuevo Milagro.
- Ubicación de Acuífero – Mejor Propuesta.
- Diseño de Estrategias de mejoras para el servicio de agua potable del centro poblado Nuevo Milagro.
- Integración de métodos y documentos.
- Procesamiento de datos.

## 2.4 Procesamiento de los Datos

### 2.4.1 Características Generales

El área de estudio está dentro del territorio de la I.E El Milagro en frente se encuentra el Centro Poblado Nuevo Milagro, ubicado al margen izquierdo del antiguo tramo del Km. 21.2 de la carretera Iquitos-Nauta.

#### **Ubicación**

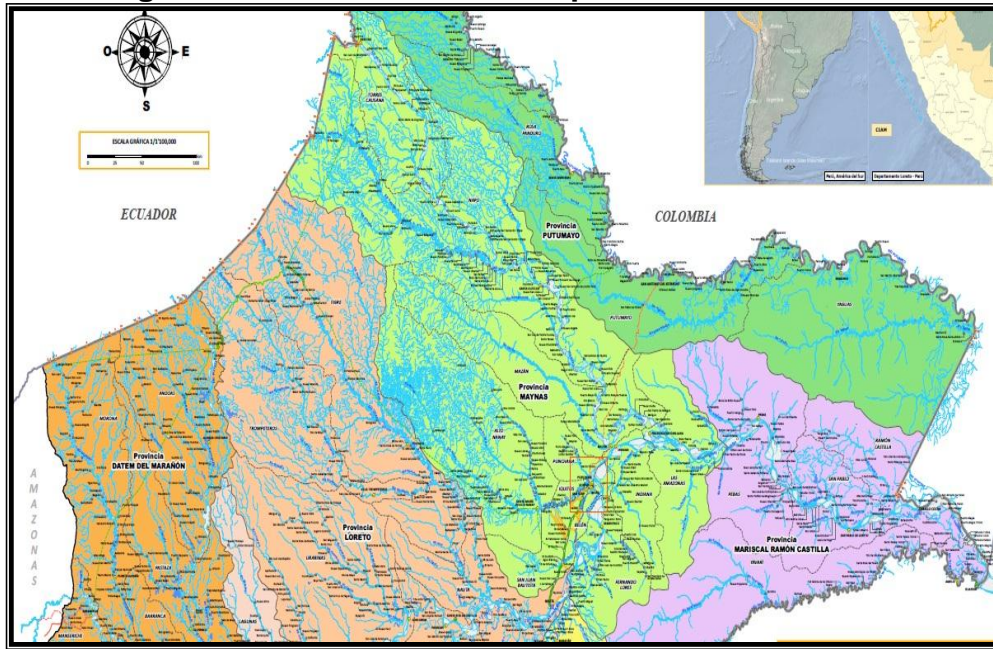
Departamento	:	LORETO
Provincia	:	MAYNAS.
Distrito	:	SAN JUAN BAUTISTA
Lugar	:	CC.PP NUEVO MILAGRO
Coordenada Este	:	680667.51 m E
Coordenada Norte	:	9564593.09 m S

**Figura N° 2 Ubicación en el Perú**



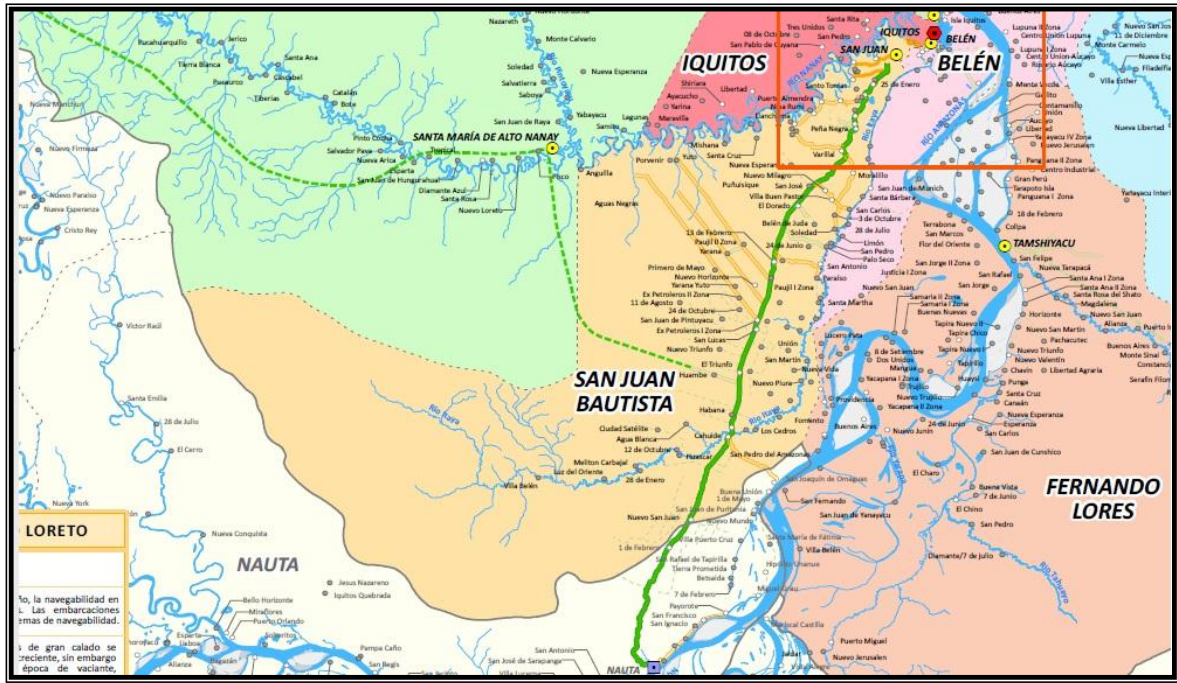
**Fuente: (14)**

**Figura N° 3 Ubicación en el Departamento de Loreto**



**Fuente: (14)**

Figura N° 4 Ubicación en el Distrito de San Juan



Fuente: (14)

## **Vías de Acceso**

Existe una carretera asfaltada desde la ciudad de Iquitos, y hasta el centro poblado Nuevo Milagro se accede a través de una carretera de tierra, el tránsito vehicular es regular.

## **Clima**

De características tropicales durante la mayor parte del año. Debido al efecto invernadero, se viene observando cambios bruscos e imprevisibles en la temperatura. Así tenemos, una temperatura que puede llegar a 38° C. Y una baja de 18° C. teniendo una temperatura promedio de 26° C, presentando épocas de sequía entre Julio y Agosto, y creciente entre los meses de Marzo y Junio además cabe resaltar que durante todos los meses del año se presentan precipitaciones pluviales fuertes.

## **Descripción del Sistema Existente**

Actualmente la población, no cuenta con un sistema adecuado de agua potable que sea de uso público, existiendo a la fecha 678 beneficiarios en 120 domicilios a lo largo del centro poblado. Según el último censo realizado por la JAAS Nuevo Milagro.

La I.E El Milagro que se ubica frente al centro poblado, esta cuenta con un sistema de captación con más de 20 años de uso, donde el acuífero existente abastece sólo al 70% de la I.E. , cuenta con aproximadamente 120 alumnos. Al verificar la situación actual de la captación y del sistema de impulsión de la red de agua se ha encontrado pérdidas por presión debido al deterioro de los soportes de madera.

La calidad de agua que se encuentra en los reservorios dentro de la I.E no muestran agentes patógenos para el consumo humano (color, olor ni Coliformes totales) que indica que no existe deterioro en los reservorios ni en la calidad de agua que presenta este acuífero.

## 2.4.2 Estudio de Campo y Recopilación de Datos

De acuerdo al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se encuentra aprobado la (12), esta guía indica opciones técnicas para la formulación y elaboración de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural para poblaciones de hasta 2000 habitantes.

### 2.4.2.1 Identificación y Recuento de Viviendas

**Figura N° 5 Croquis de lotización**



**Fuente: (1)**

#### 2.4.2.2 Padrón de Habitantes

Según el último censo realizado por la JAAS Nuevo Milagro se cuenta con 678 beneficiarios en 120 domicilios a lo largo del centro poblado.

La dirección de la I.E El Milagro cuenta con aproximadamente 120 alumnos.

#### 2.4.2.3 Nivel de Organización

JASS (JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO)

#### 2.4.3 Información Técnica

##### 2.4.3.1 Consumo Actual

La población se abastece actualmente de un distribuidor privado quien brinda agua potable en envases. El acuífero existente abastece sólo al 70 % de la I.E. y el centro poblado no cuenta con ninguna fuente de agua potable pública, para los servicios higiénicos se utiliza agua de lluvia y un pozo artesiano de muy mala calidad.

##### 2.4.3.2 Reconocimiento de Fuente de Agua

De acuerdo a la revisión previa del bosque primario para realizar el diagnóstico actual de la cámara de captación, se logró encontrar en funcionamiento el acuífero en uso por la I.E, también, luego de hacer el levantamiento topográfico dentro del bosque primario de la I.E. se encontró un acuífero a una distancia de 25 metros del acuífero existente en uso.

##### 2.4.3.3 Topografía

Dentro del estudio topográfico se ha logrado obtener la franja de trazo de la línea de conducción y aducción existente, la cual se encuentra en uso. Luego se obtuvo las curvas de nivel desde la cámara de captación existente hasta el reservorio principal que se ubica dentro de la I.E El Milagro. Los datos obtenidos nos permiten clasificar y diseñar la ubicación de la red de tubería más cercana al Centro Poblado.

**Tabla N° 10 Topografía**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>TIPO</b>
<b>Línea de Conducción</b>	Muy accidentada
<b>I.E El Milagro</b>	Accidentada
<b>Centro Poblado Nuevo Milagro</b>	Accidentada

**Fuente:** (1)

Figura N° 6 Levantamiento Topográfico de la zona en estudio

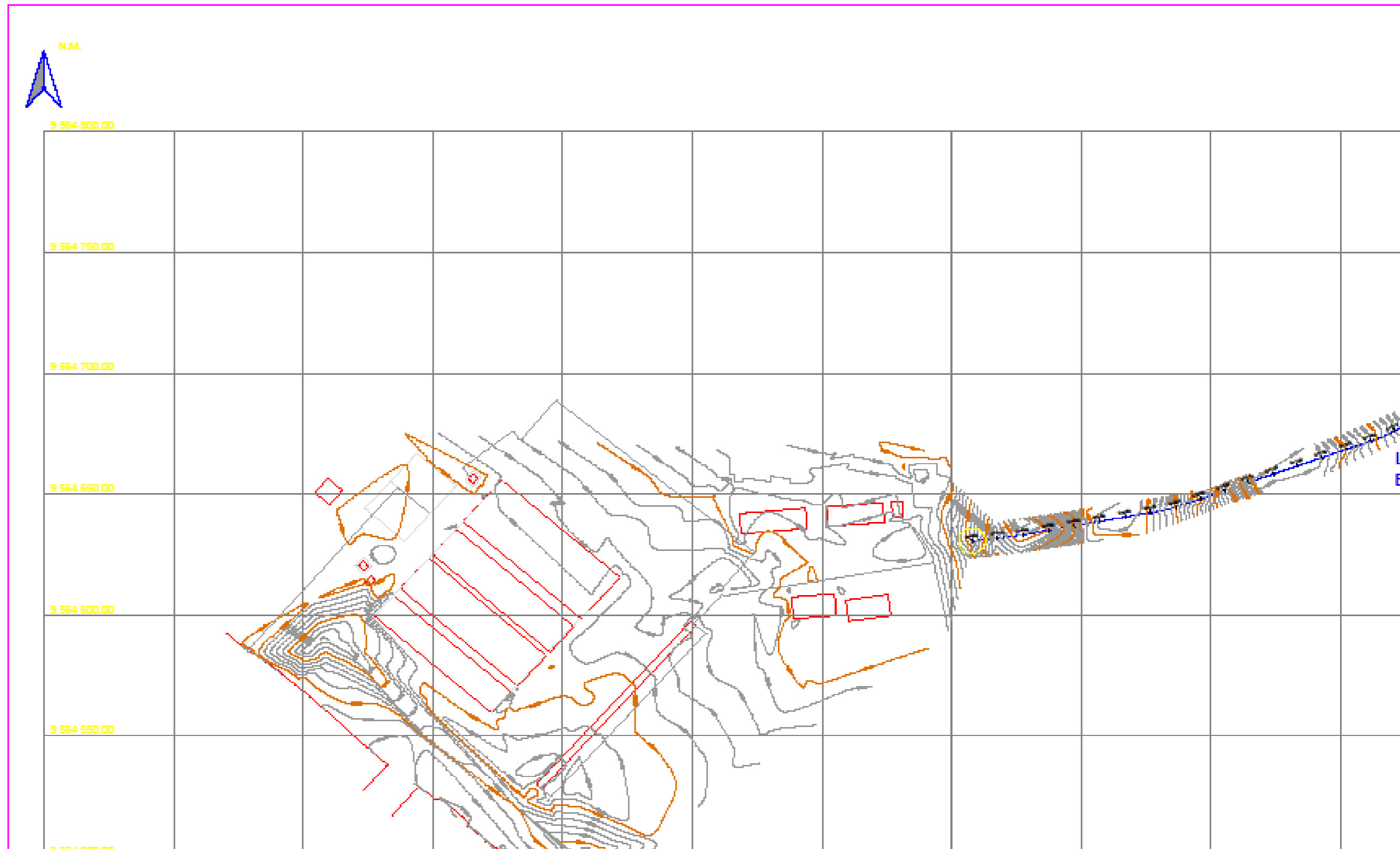
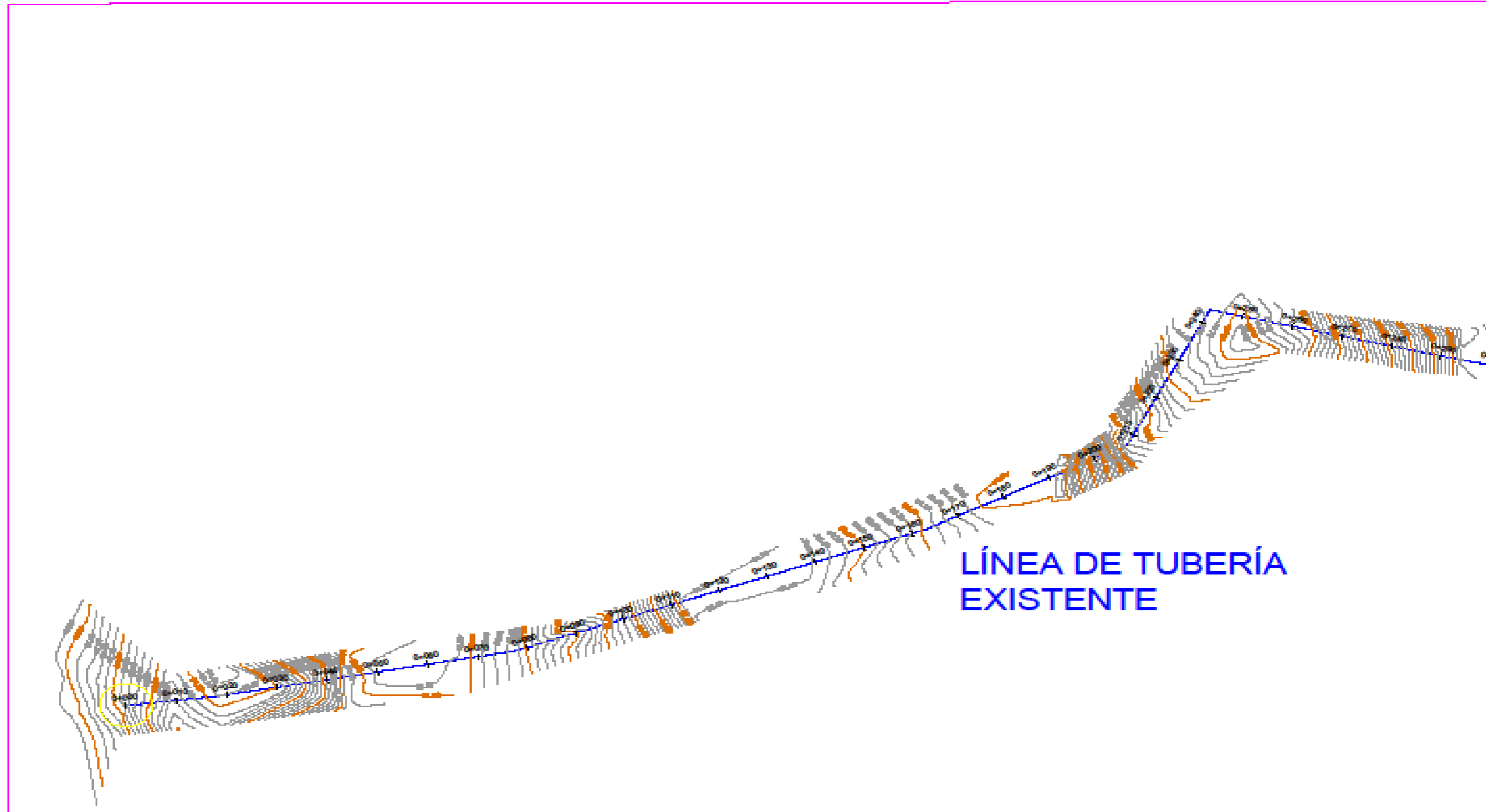




Figura N° 7 Línea de tubería de conducción



**Tabla N° 11 Registro de información del trazo de un tramo de la línea de conducción con estación total**

<b>Progresiva</b>	<b>Altura (m.s.n.m)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>0+000</b>	<b>96.662</b>	<b>Punto de inicio de línea</b>
<b>0+010</b>	<b>95.483</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+020</b>	<b>96.171</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+030</b>	<b>95.995</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+040</b>	<b>93.770</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+050</b>	<b>93.272</b>	<b>Cruce de ladera</b>
<b>0+060</b>	<b>93.273</b>	<b>Cruce de ladera</b>
<b>0+070</b>	<b>92.867</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+080</b>	<b>91.950</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+090</b>	<b>90.993</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+100</b>	<b>89.407</b>	<b>Suelo arenoso</b>
<b>0+110</b>	<b>87.225</b>	<b>Cruce de ladera</b>

**Fuente:** (1)

#### 2.4.3.4 Tipo de Suelo

El terreno no presenta características de ser inundable, teniendo como referencia la resistencia admisible de suelos amazónicos se utilizará como coeficiente 1.5

De acuerdo al (9) ISO 0.20

**Tabla N° 12 Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de Percolación**

CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 CM.
Rápidos	0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

**Fuente:** (8)

Según la clasificación de la tabla indica el tipo de terreno Permeable – Rápido.

Se ubica la napa freática en la superficie, mostrando ser una depresión del manantial teniendo más de 0.80m de profundidad.

#### 2.4.4 Período de Diseño

Teniendo en cuenta el período recomendable de las etapas constructivas del sistema de agua potable, la realidad económica de la población, el tiempo que llevará la ejecución del proyecto y la población a servir, se considera un período de diseño de:

- Reservorio (20 años)
- Obras de Captación (20 años)
- Conducción de red de tuberías (10 años)
- Estación de bombeo (10 años)
- Planta de tratamiento de agua (15 años)
- Piletas públicas (10 años)

Según (12) indica que para un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural el período debe ser de 20 años.

Por lo tanto: ***Período de diseño = 20 años***

##### 2.4.4.1 Población Actual

El cálculo de la población actual es como se indica a continuación:

- Número de Lotes: 105 viviendas
- Población actual en el centro poblado: 678 pobladores
- Población actual en la I.E: 120 alumnos

$$Pa = 678 + 120 = 798 \text{ habitantes}$$

##### 2.4.4.2 Población Futura

Se realizó utilizando el método geométrico:

Donde el coeficiente de crecimiento en la región de Loreto es  $r = 20/1000$

***Fuente:*** (12)

Utilizando el método lineal:

$$Pf = Pa * (1 + r * t/1000)$$

$$Pa = 678 + 120 = 798 \text{ personas}$$

$$r = 20 \text{ personas}$$

$$t = 20 \text{ años}$$

$$P_{(2038)} = P_{(2018)} * (1 + 20 * 20/1000)$$

$$P_{(2038)} = 1117.20 \approx 1120 \text{ habitantes}$$

#### 2.4.5 Dotación de Agua

La dotación está en función del promedio de litros que consume un habitante por día, que vendría a ser la demanda de agua por cápita.

Según la Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para consumo humano y Saneamiento en el Ámbito Rural, la dotación diaria por habitante se ajusta a los valores de la siguiente tabla:

**Tabla N° 13 Dotación de agua para saneamiento rural**

Región	Dotación
Costa	60 l/h/d
Sierra	50 l/h/d
Selva	70 l/h/d

**Fuente:** (12)

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

**Tabla N° 14 Dotación de agua para instituciones educativas en zona rural**

Educación primaria	20 l/alumno x día
Educación secundaria	25 l/alumno x día

**Fuente:** (12)

En caso de Piletas Públicas la dotación recomendada será de:

**Tabla N° 15 Dotación en casos especiales – Piletas públicas**

Piletas Públicas	30 l/h/día
------------------	------------

**Fuente:** (12)

Luego de observar los valores de acuerdo a la ubicación y las necesidades del lugar se obtuvo que la dotación sería:

$$\text{Dotación} = 30 \text{ l/h/d}$$

#### 2.4.5.1 Demanda de dotaciones

**$Q_p$**  = consumo promedio diario anual

**$P_f$**  = población futura (hab)

**$dot$**  = dotación (l/h/d)

$$Q_p = (\text{Población futura} * \text{dotación} / 86400 \text{ seg/día})$$

$$Q_p = (1120 * 30 / 86400)$$

$$Q_p = 0.38 = 0.40 \text{ (l/s)}$$

#### 2.4.5.2 Variaciones de Consumo

a) El consumo máximo diario, donde se tomará el 130% del  **$Q_p$**

$$K_1 = 1.3$$

b) El consumo máximo horario, donde se tomará el 200% del  **$Q_p$**

$$K_2 = 2.0$$

### 2.4.5.3 Caudales de Diseño

a. Consumo promedio diario anual

$$Qp = 0.40 \text{ (l/s)}$$

b. Consumo máximo diario

$$Qmd = 1.3 * 0.40 = 0.52 \text{ (l/s)}$$

c. Consumo máximo horario

$$Qmh = 2.0 * 0.40 = 0.80 \text{ (l/s)}$$

#### 2.4.6 Fuente de Abastecimiento

En esta etapa se definió la ubicación, tipo, cantidad y calidad de agua.

##### 2.4.6.1 Tipo de fuente de agua

###### **d. Agua subterránea**

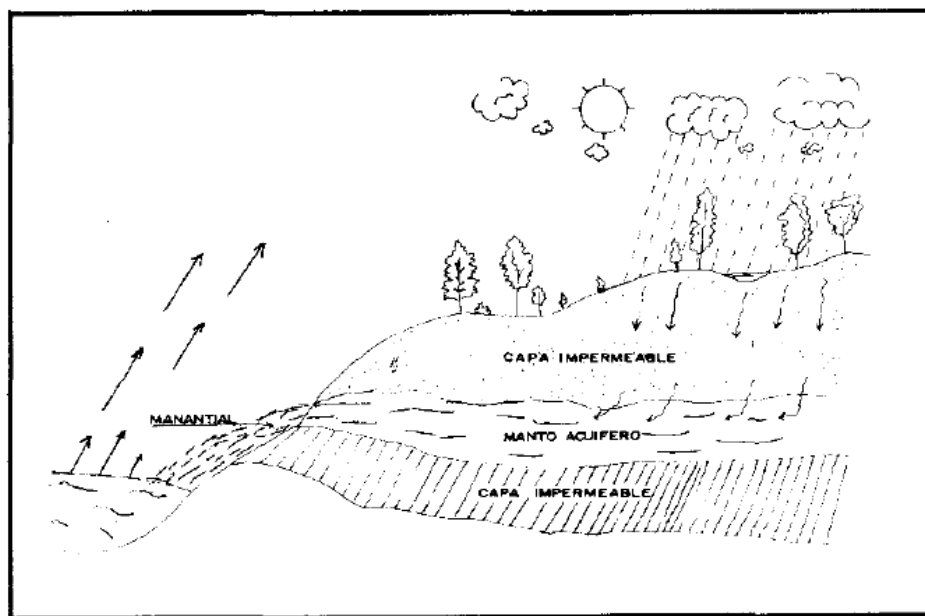
Parte de la precipitación de la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas.

La captación de aguas subterráneas en estudio se realizará a través de galerías filtrantes (15)

##### 2.4.6.2 Selección de Tipo de Fuente

La fuente encontrada es de tipo Manantial (agua subterránea), el agua de manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena y arcilla. Se encontró estratos impermeables que bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie.

**Figura N° 8 Proceso de recarga de manantial**



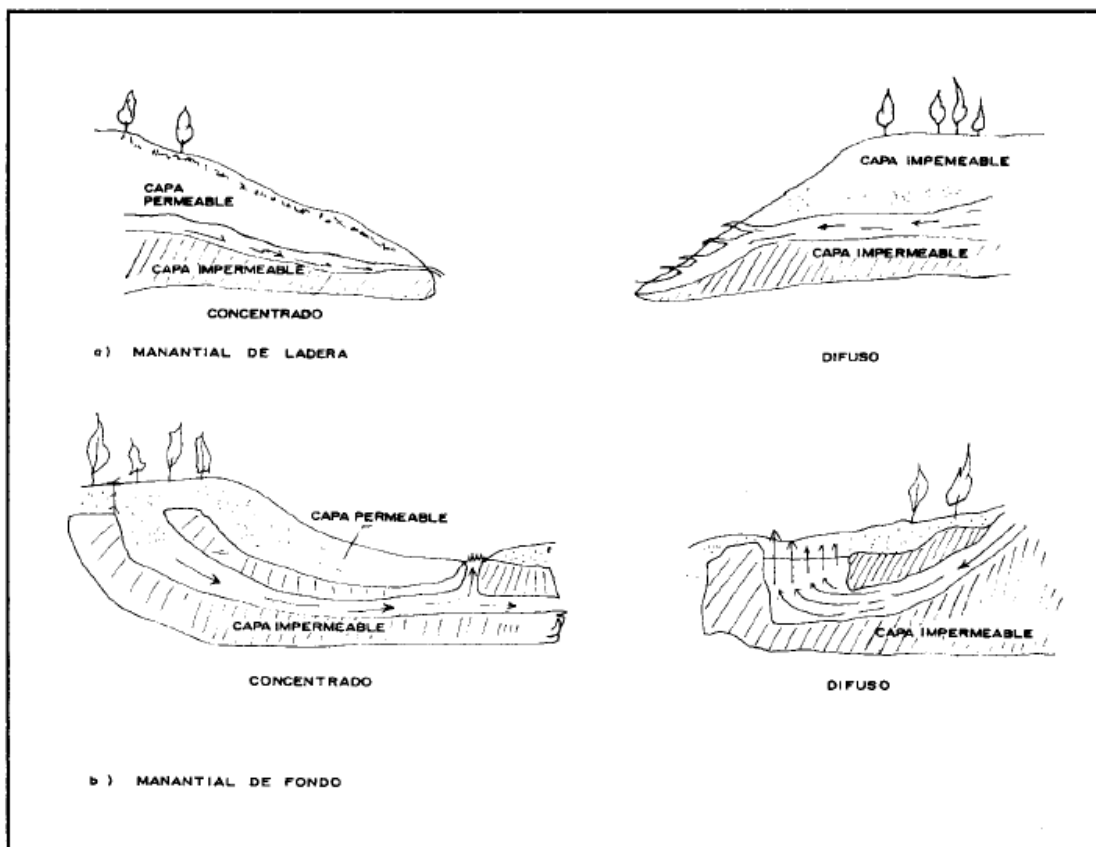
**Fuente:** (15)



El agua de manantial es pura, y por lo general, se la puede usar sin tratamiento, a condición de que el manantial este adecuadamente protegido con una estructura que impida la contaminación del agua.

Según (12), clasifica los manantiales por su ubicación y su afloramiento:

**Figura N° 9 Tipos de manantiales**



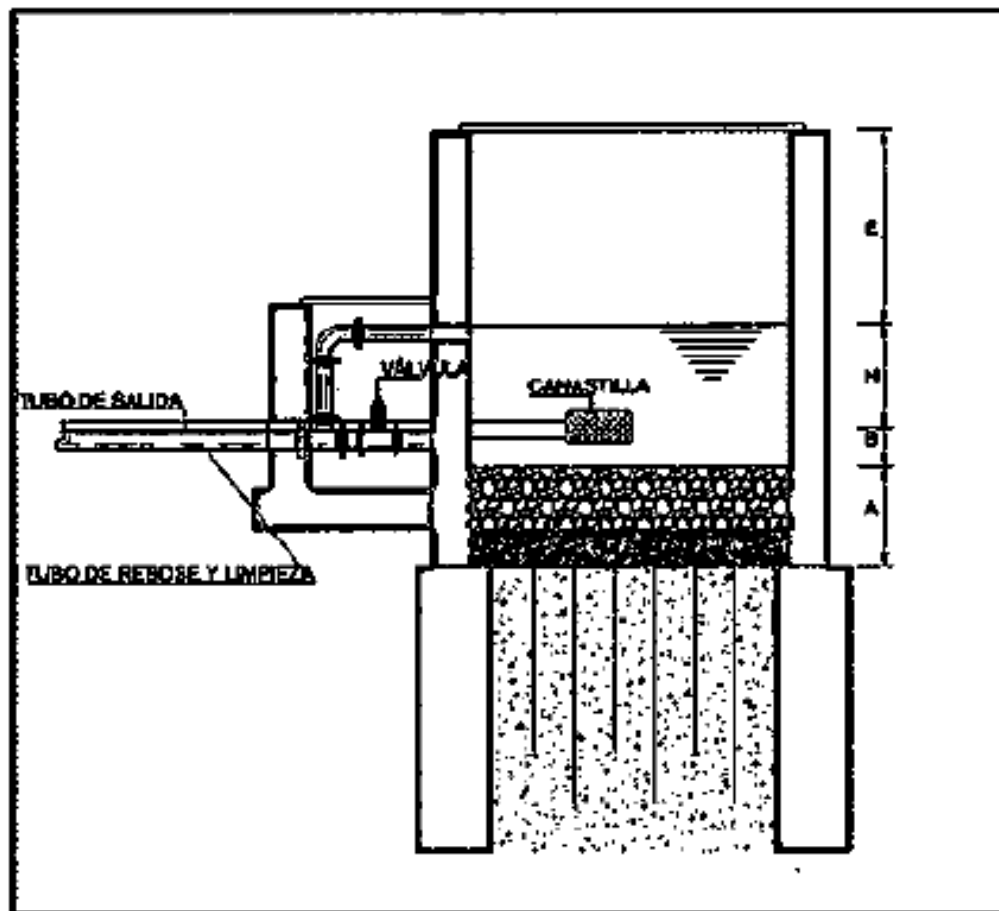
**Fuente:** (15)

De acuerdo a los datos obtenidos en el lugar donde se encuentra el acuífero en estudio, se llegó a la conclusión de que pertenece al tipo de manantial de fondo – concentrado.

### e. De fondo - concentrado

Cuando se capta agua en terreno con un depresión pronunciada. La estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua; consta de una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula el caudal a utilizarse, y una cámara seca que protege las válvulas de control de salida, rebose y limpia.

*Figura N° 10 Captación de manantial de fondo*



*Fuente:* (12)

#### 2.4.7 Cantidad de Agua

La mayoría de sistemas de abastecimiento de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tiene como fuentes los manantiales (12).

El aforo se realizó en la temporada de estiaje, con la finalidad de conocer el caudal mínimo del acuífero en estudio. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario  $Q_{md} = 0.52 \text{ l/s}$

**Figura N° 11 Aforo de agua por el método volumétrico**



**Fuente:** (15)

f. Se utilizó el método volumétrico para obtener el valor del caudal mínimo.

Presentando la siguiente fórmula:  $Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$

**Tabla N° 16 Aforo de agua por el método volumétrico**

N° Pruebas	Volúmen (litros)	Tiempo (segundos)
1	4	7
2	4	8
3	4	8
4	4	8
5	4	9
		40

**Fuente:** (1)

$$T_{prom} = \frac{40}{5} = 8 \text{ seg.}$$

$$\text{Volumen} = 4 \text{ litros}$$

$$Q = \text{Volumen}/\text{tiempo}$$

$$Q_{\text{acuífero en estudio}} = \frac{4}{8} = 0.50 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{acuífero en uso}} = 0.23 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{total}} = 0.50 + 0.23 = 0.73 \text{ l/s}$$

$$Q \cong Q_{md}$$

$$0.73 > 0.52$$

#### 2.4.8 Calidad de Agua

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

##### 2.4.8.1 Agua apta para el consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento. Según (11) se encuentra los siguientes parámetros:

##### 2.4.8.2 Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua son los siguientes:

1. Coliformes totales
2. Coliformes termo tolerantes
3. Color
4. Turbiedad
5. Residual de desinfectante
6. pH.

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable, son:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o Crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (por ejemplo: baja turbidez, poco color, etc.).
- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

De acuerdo a (12)

Donde se tomó en cuenta las siguientes instrucciones para obtener muestras de agua del acuífero en uso y del acuífero en estudio.

➤ **Toma de muestra para el análisis físico y químico**

- Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños, en un radio mayor al afloramiento.
- Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.
- Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.
- Dejar transcurrir un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de muestra.
- Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.
- Enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible, con tiempo límite de 72 horas.

➤ **Toma de muestra para el análisis bacteriológico**

- Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- Si el agua de la muestra contiene cloro, solicitar un frasco para este propósito.
- Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) de aire.
- Tapar y colocar el capuchón de papel.
- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre el muestreado y la fecha de muestreo.
- Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones:

1 a 6 horas sin refrigeración.

7 a 30 horas con refrigeración.

#### 2.4.9 Cámara de Captación

Estructura que permite captar agua desde un cuerpo de agua o corriente de agua subterránea de forma continua, segura y sin disminución de las condiciones hidrológicas, geológicas y ecológicas en los alrededores o aguas abajo (12)

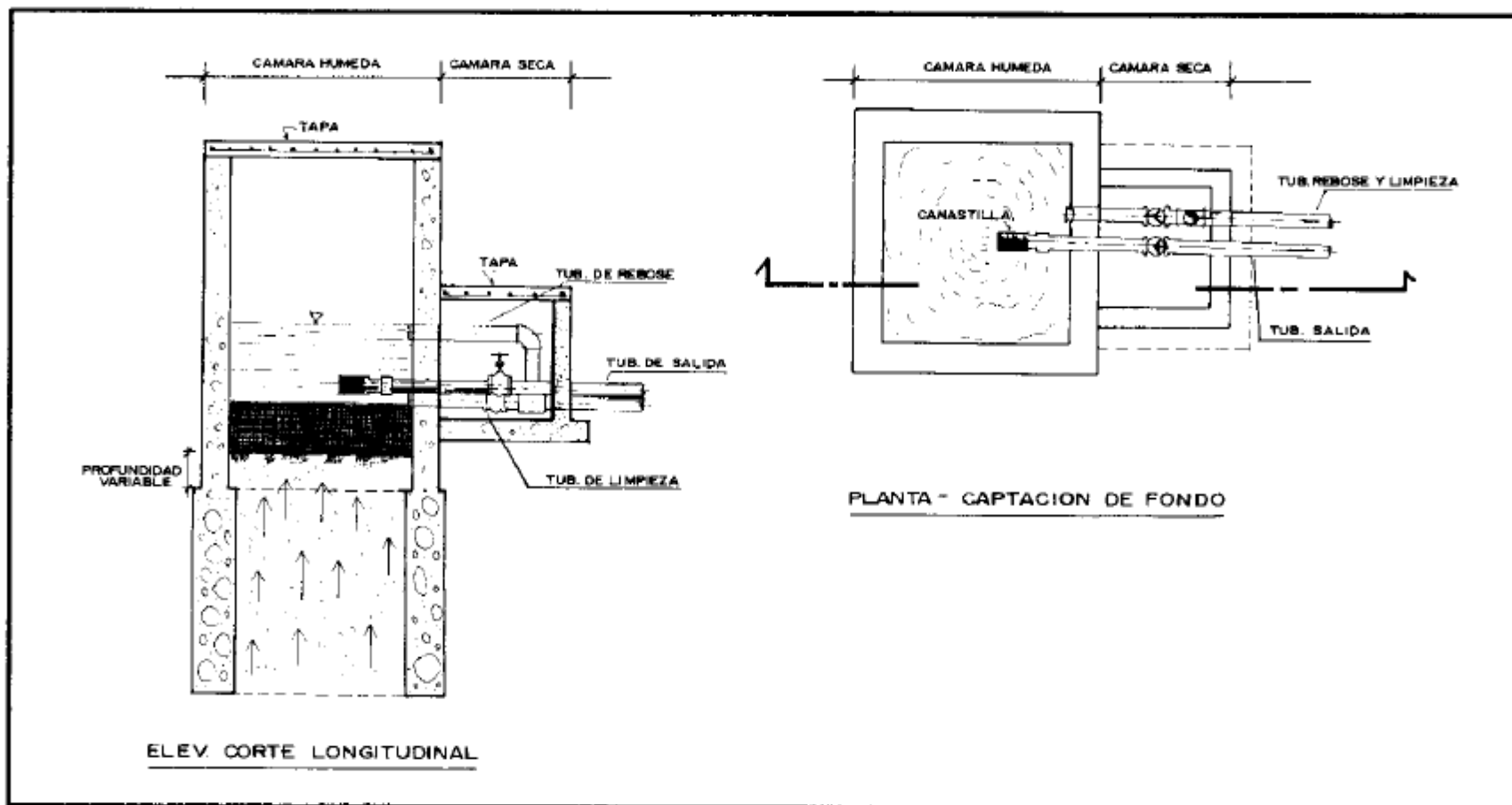
Se incorporaron características de diseño que permitieron desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación, mostrando estabilidad estructural, prevención de futura contaminación y facilidad de inspección y operación (15).

##### 2.4.9.1 Tipos de Captación

Se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado. La estructura de captación se detalla por una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote de agua. Consta de dos partes:

- La primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse.
- La segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida tuberías de rebose y limpia.

Figura N° 12 Diseño de Cámara para manantial de fondo



Fuente: (12)



#### 2.4.9.2 Diseño Hidráulico y Dimensionamiento

- Para la captación de un manantial de fondo y concentrado

$$Q \text{ mín} = 0.50 \text{ (l/s)}$$

$$Q \text{ máx} = 0.80 \text{ (l/s)}$$

$$\text{Gasto medio diario} = 0.52 \left( \frac{\text{l}}{\text{s}} \right)$$

El diseño se determina en base a las características del acuífero en estudio.

- Altura de la cámara húmeda:

$$Ht = A + B + C + H + E$$

A: altura del filtro

B: alt. Mínima 10cm

C: mitad del diámetro de la canastilla en uso

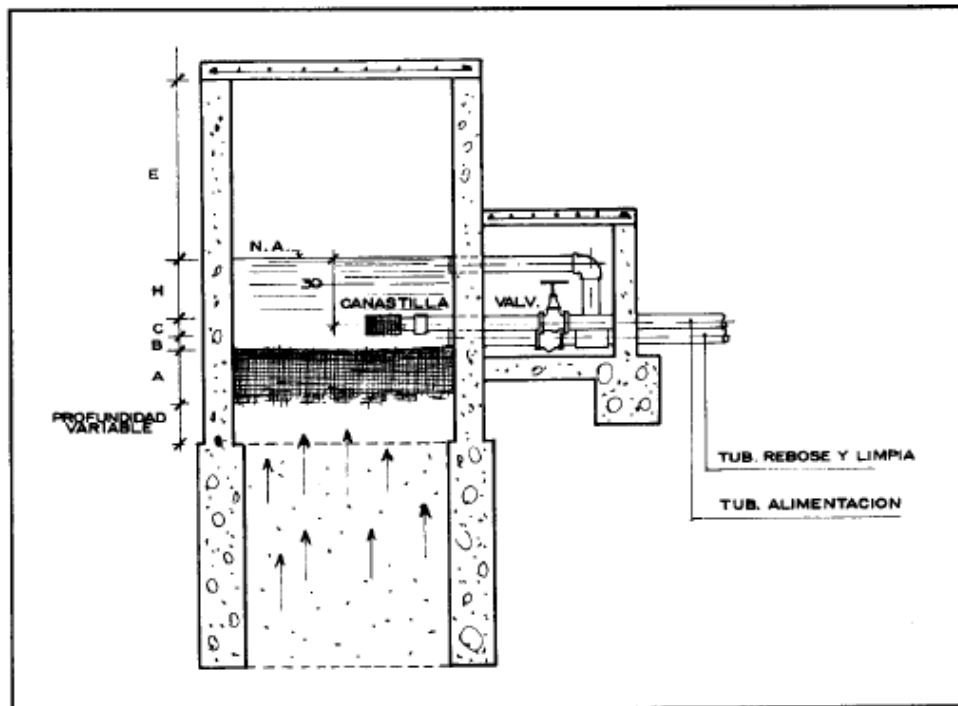
H: altura del agua

E: borde libre

$$Ht = 15 + 10 + 6 + 30 + 30 = 90\text{cm}$$

La altura de Ht = 1.00m

**Figura N° 13** Diseño de Cámara para manantial de fondo



Fuente: (12)

#### 2.4.10 Línea de Conducción y Aducción

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua formada por un conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte (15).

##### 2.4.10.1 Criterios de Diseño

➤ **Carga Disponible**

Es la diferencia de altura entre la cámara de captación y el reservorio

$$h = 0.30 \text{ metros}$$

➤ **Gasto de diseño**

Es el correspondiente al Consumo máximo diario ***Qmd***

➤ **Clase de tubería**

Se utilizará tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías ya que es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado.

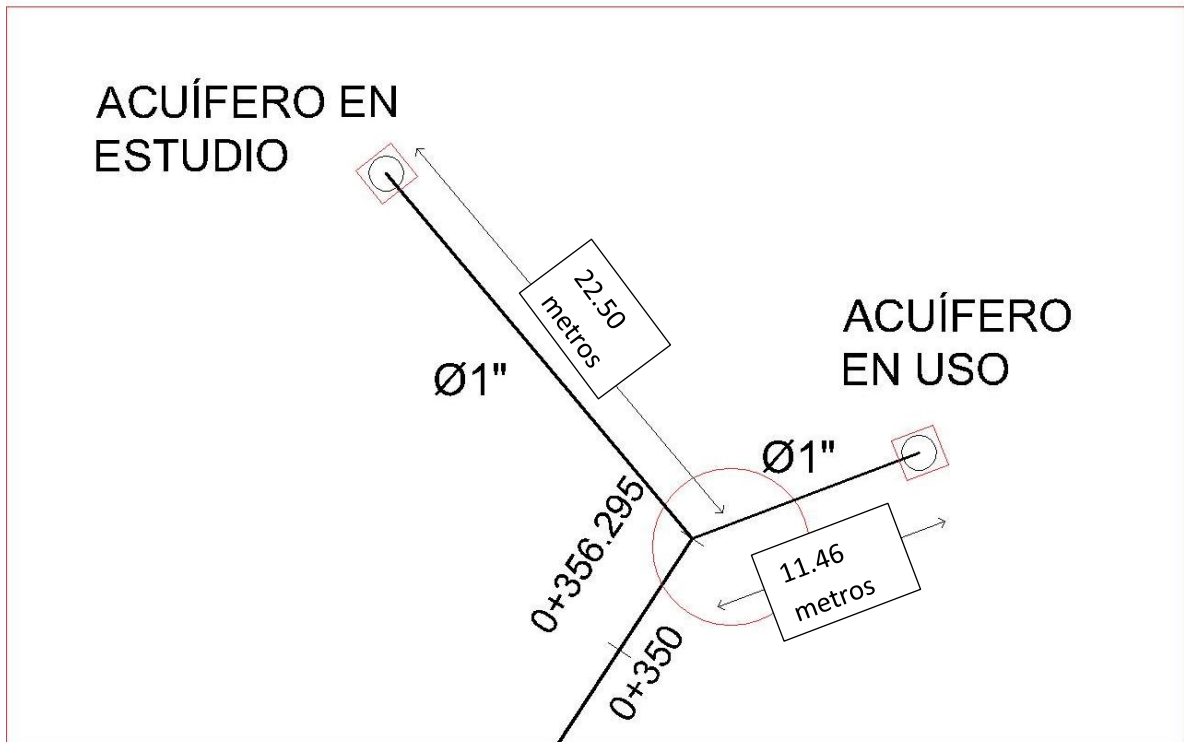
La línea de conducción cumple la capacidad de conducir el Consumo máximo diario ***Qmd = 0.52 l/s***

$$\emptyset = 1''$$

La línea de aducción tiene la capacidad de conducir el Consumo máximo horario ***Qmh = 0.80 l/s***

$$\emptyset = 1''$$

**Figura N° 14 Longitud de punto de captación**



**Fuente:** (1)

#### 2.4.10.2 Línea de Gradiente Hidráulica

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera (como dentro de un tanque)

#### 2.4.10.3 Pérdida de Carga

La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Las pérdidas de carga pueden ser lineales o de fricción y singulares o locales. Las primeras, son ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimientos y velocidad (estrechamientos o

ensanchamientos bruscos de la sección, torneado de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.). Cuando las pérdidas locales son más del 10% de las pérdidas de fricción, la tubería se denomina corta y el cálculo se realiza considerando la influencia de estas pérdidas locales.

#### 2.4.11 Reservorio de Almacenamiento

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente en función a las necesidades de agua en proyección.

##### 2.4.11.1 Capacidad del reservorio

El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a la cabalidad.

#### **Capacidad necesaria del reservorio:**

*Población futura = 1120 habitantes*

*Dotación = 30 l/h/d*

#### **Consumo promedio anual**

*$(Q_m) = P_f \times \text{dotación} = 1120 \times 30 = 3360 \text{ litros}$*

*Volumen del reservorio considerando el 25% del Consumo promedio anual **Qm***

*$V = (Q_m \times 1.3) \times 0.25 = (3360 \times 1.3) \times 0.25 = 1092 \text{ litros} = \mathbf{1.92 \text{ m}^3}$*

*Volumen de reservorio existente = **10 m<sup>3</sup>***

*Volumen de tanque elevado existente = **8 m<sup>3</sup>***

*De acuerdo a la ubicación del Centro Poblado se proyecta un tanque elevado con capacidad de **8 m<sup>3</sup>** el cual servirá para abastecer de agua potable a las piletas ubicadas estratégicamente.*

### ***Ubicación del Reservorio y Tanque elevado***

Se encuentran ubicados dentro de la I.E. E Milagro, cerca de los módulos de salones.

Se tiene en cuenta la existencia de infraestructuras de mayor capacidad por lo tanto se proyecta al uso de estas, considerando que el diagnóstico de las infraestructuras actuales no presentan deterioro considerable.

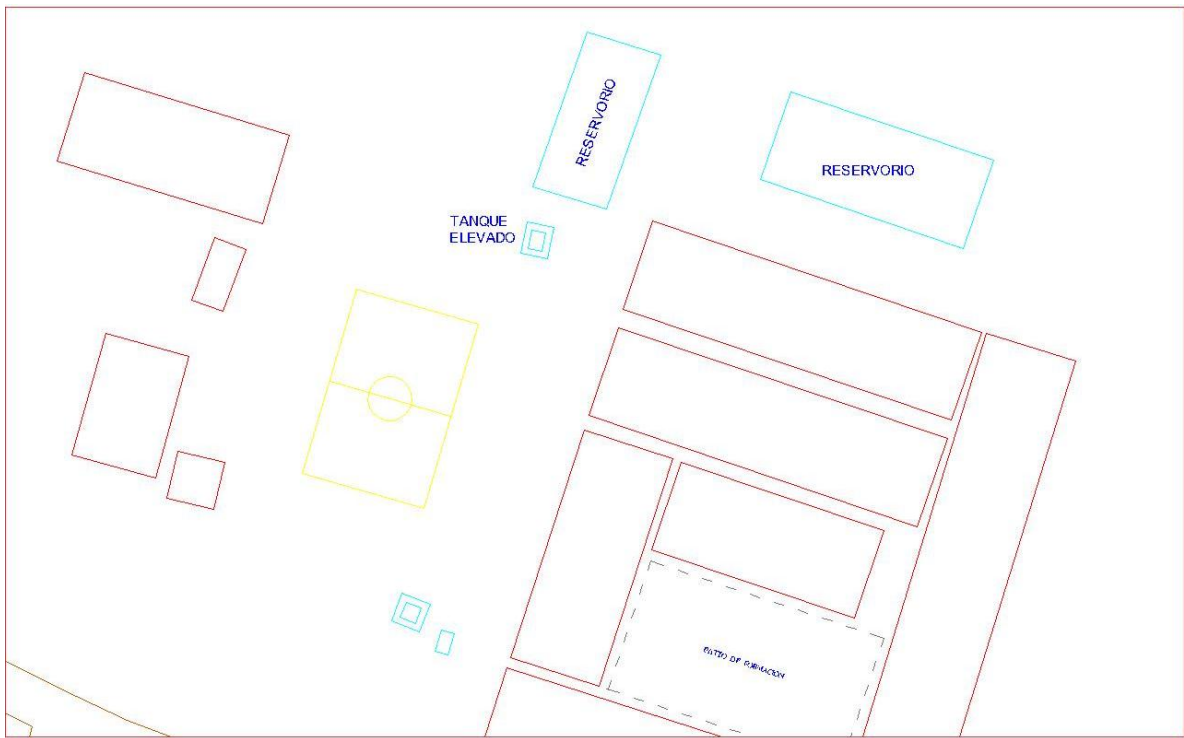
#### **2.4.11.2 Tipo de infraestructura existente**

- Cisterna que almacena el agua de la cámara de captación (20m<sup>3</sup>)
- Tanque elevado de (8 m<sup>3</sup>)
- Reservorio de (10 m<sup>3</sup>)
- Reservorio de (10 m<sup>3</sup>)

#### **2.4.11.3 Tipo de infraestructura en proyección**

- Tanque elevado de (8 m<sup>3</sup>)

***Figura N° 15 Ubicación de Infraestructura existente***



***Fuente: (1)***

## 2.4.12 Equipo de Bombeo

### 2.4.12.1 Dimensionamiento

#### ➤ **Tiempo de Servicio**

De acuerdo al servicio de energía eléctrica a través de paneles solares que tienen reserva para 8 horas al día, y al tiempo de llenado completo desde el sistema de captación hasta el reservorio (2 horas)

***Se llegó a la conclusión de un tiempo de servicio de 8 horas al día***

#### ➤ **Potencia del Equipo de Bombeo**

La potencia se determinará por la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b \times H_t}{76 \times \varepsilon}$$

*P<sub>b</sub> = potencia del equipo en HP*

*Q<sub>b</sub> = caudal de bombeo en l/s*

*H<sub>t</sub> = altura dinámica total en m*

*E = eficiencia teórica*

$$P_b = \frac{0.80 \times 11}{76 \times 0.8}$$

$$P_b = 0.144$$

Se proyecta a utilizar una bomba de **1 HP** para la impulsión desde la cisterna de almacenamiento al reservorio de agua para el almacenamiento.

Se proyecta a utilizar una bomba de **0.5 HP** para la impulsión desde el reservorio de agua de almacenamiento hasta el reservorio de agua para el tratamiento.

Se proyecta a utilizar una bomba de **0.5 HP** para la impulsión desde el reservorio de agua de tratamiento hasta el tanque elevado existente dentro de la I.E Milagro.

Se proyecta a utilizar una bomba de **0.5 HP** para la impulsión desde el tanque elevado existente hasta el tanque elevado en proyección dentro del Centro Poblado.

Luego se abastecerán a través de la caída por gravedad hasta cada una de las 6 piletas públicas.

➤ **Suministro Eléctrico**

Se utilizarán paneles fotovoltaicos existentes, y se utilizan para brindar energía a las bombas de agua.

#### 2.4.13 Desinfección

Tiene por objetivo eliminar los agentes patógenos del agua y establecer una barrera de protectora contra los gérmenes dañinos para la salud humana.

El abastecimiento de agua contará con el equipamiento y los accesorios necesarios para la desinfección del agua. La desinfección se realiza en el reservorio (planta de tratamiento) a nivel de solución convencional.

#### 2.4.13.1 Criterio de diseño

Para la selección del proceso se aplicará lo dispuesto en la siguiente tabla:

**Tabla N° 17 Selección de proceso de tratamiento del agua para el consumo humano**

CALIDAD DEL AGUA (DS 002-2008 MINAM)	TURBIDEZ (UNT)	TRATAMIENTO
<b>A1</b>	-	<b>DESINFECCIÓN</b>
<b>A2</b>	< 25 UNT	filtro lento arena + desinfección
	< 50 UNT	Prefiltro de grava de flujo
	< 100 UNT	Sedimentador + prefiltro de grava de flujo
<b>A3</b>	-	Tratamiento completo y avanzado que requiere cuidado especial

**Fuente:** (12)

De acuerdo a las características encontradas es de **Calidad de agua A1**

#### 2.4.13.2 Desinfectante empleado

La desinfección se realizará con compuestos derivados del cloro, que por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivos sobre los microorganismos presentes en el agua.

**Hipoclorito de Sodio** (NaClO): Es un líquido transparente de color amarillo ámbar el cual se obtiene en garrafas de plástico de 20 litros con concentraciones de cloro activo.

#### 2.4.13.3 Diseño y dimensionamiento

Se determina el volumen de hipoclorito de sodio en el volumen de agua almacenado en el reservorio.



**Se determina el peso de hipoclorito de sodio**

P: peso de cloro en gr/h

Q: caudal de agua a clorar m<sup>3</sup>/h

D: dosificación adoptada en gr/m<sup>3</sup>

$$P = Q * d$$

**Se determina el peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro**

P<sub>c</sub>: peso del producto comercial en gr/h

r: porcentaje de cloro activo que contiene el producto comercial (%)

$$P_c = \frac{P * 100}{r}$$

**Calculo del caudal horario de solución de hipoclorito de sodio (q<sub>s</sub>) en función de la concentración de la solución preparada**

P<sub>c</sub>: peso del producto comercial

q<sub>s</sub>: demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg.

C: concentración de solución

$$q_s = \frac{P_c * 100}{c}$$

**Calculo del volumen de la solución, en función del tiempo de consumo del recipiente en el que se almacena la solución:**

V<sub>s</sub>: volumen de la solución en litros

t: tiempo de uso de los recipientes de solución en horas

$$V_s = q_s * t$$

**Tabla N° 18 Cantidad de cloro**

**Cantidad de cloro (hipoclorito) requerida en la desinfección de instalaciones de agua**

DESCRIPCIÓN	C (ppm)	P (Kg)	V (litros)	T (horas)
Captación	150 - 200	0.8 por m <sup>3</sup>	65	2 - 4
Buzón de reunión	150 - 200	0.8 por m <sup>3</sup>	65	2 - 4
Reservorios				
Hasta: 5m <sup>3</sup>	50	0.83	65	4
10m <sup>3</sup>	50	1.70	135	4
15m <sup>3</sup>	50	2.50	200	4
20m <sup>3</sup>	50	3.30	264	4
25m <sup>3</sup>	50	4.20	336	4
30m <sup>3</sup>	50	5.00	400	4
40m <sup>3</sup>	50	6.60	520	4
50m <sup>3</sup>	50	8.30	664	4
Más de 50m <sup>3</sup>	50	*		4
Tuberías	50	*		4
Pozos	50	*		4

**Fuente:** (15)

2.4.13.4 Equipo de uso para el desinfectante

Se utilizará el sistema de clorinador automático

**Tabla N° 19 Equipo de uso para desinfectar**

MODELO	CANTIDAD DE AGUA A TRATAR		CAPACIDAD LIBRAS:KILOS
	CONSUMO m3/DIA	LT/SEG	
HC - 320	30 - 90	0.34 / 1.04	0.5 : 2,27 KG

**Fuente:** (1)

#### 2.4.14 Red de Distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías y demás accesorios.

Se cuenta con 2 suministros de agua potabilizada, una para el sistema de agua potable de la I.E El Milagro, donde sólo se conectaría al reservorio para su uso diario.

Mientras que el Centro Poblado Nuevo Milagro se proyecta un sistema abierto cuyo origen está en el punto B donde es abastecida por un tanque elevado.

**Figura N° 16 Distribución del sistema por tramos**



**Fuente:** (1)

### Calculo

$Q_m$  = consumo medio diario

$$Q_m = (\text{Población futura} * \text{dotación} / 86400 \text{ seg/día})$$

$$Q_m = 0.38 = 0.40 \text{ (l/s)}$$

### Consumo máximo horario

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.40 = 0.80 \text{ (l/s)}$$

### Consumo Unitario:

$$Q_u = (Q_{mh} / L_{td})$$

$$Q_u = (0.80 / 1120)$$

$$Q_u = 0.0007149 \text{ (l x s x h)}$$

Identificados los tramos y conocidos los valores del gasto unitario ( $Q_u$ ) y los habitantes de cada tramo, se determinan los valores del gasto por tramo mediante la siguiente relación:

$$Q_{tramo} = Q_u * N^{\circ} \text{ hab. x tramo}$$

**Tabla N° 20 Cálculo de los Gastos por tramo**

TRAMO	N° DE HABITANTES (POBLACIÓN FUTURA POR TRAMO)	GASTOS POR TRAMO (l/s)
A-D	220	0.0157
A-E	310	0.0221
B-F	200	0.0143
B-G	110	0.0078
C-H	145	0.0104
C-I	140	0.0100
<b>TOTAL</b>	<b>1120</b>	<b>0.8</b>

**Fuente:** (1)

#### 2.4.15 Conexiones de Servicio

Es la condición de la solución final que cubre las necesidades de abastecimiento al que los habitantes pueden acceder, de acuerdo a (12) la solución convencional será de tipo **C2: SGCT**

##### 2.4.15.1 Pileta Pública

Dentro del Sistema de tuberías proyectado para el Centro Poblado Nuevo Milagro se ubicó la pileta con mayor distancia del sistema de abastecimiento por el tanque elevado.

**Consumo máximo horario  $Q_{mh} = 0.80$  (l/s)**

**Capacidad necesaria de la pileta en el tramo con mayor cantidad de usuarios:**

**Tramo A-E:**

Usuarios= 310 habitantes

Dotación = 30 l/h/d

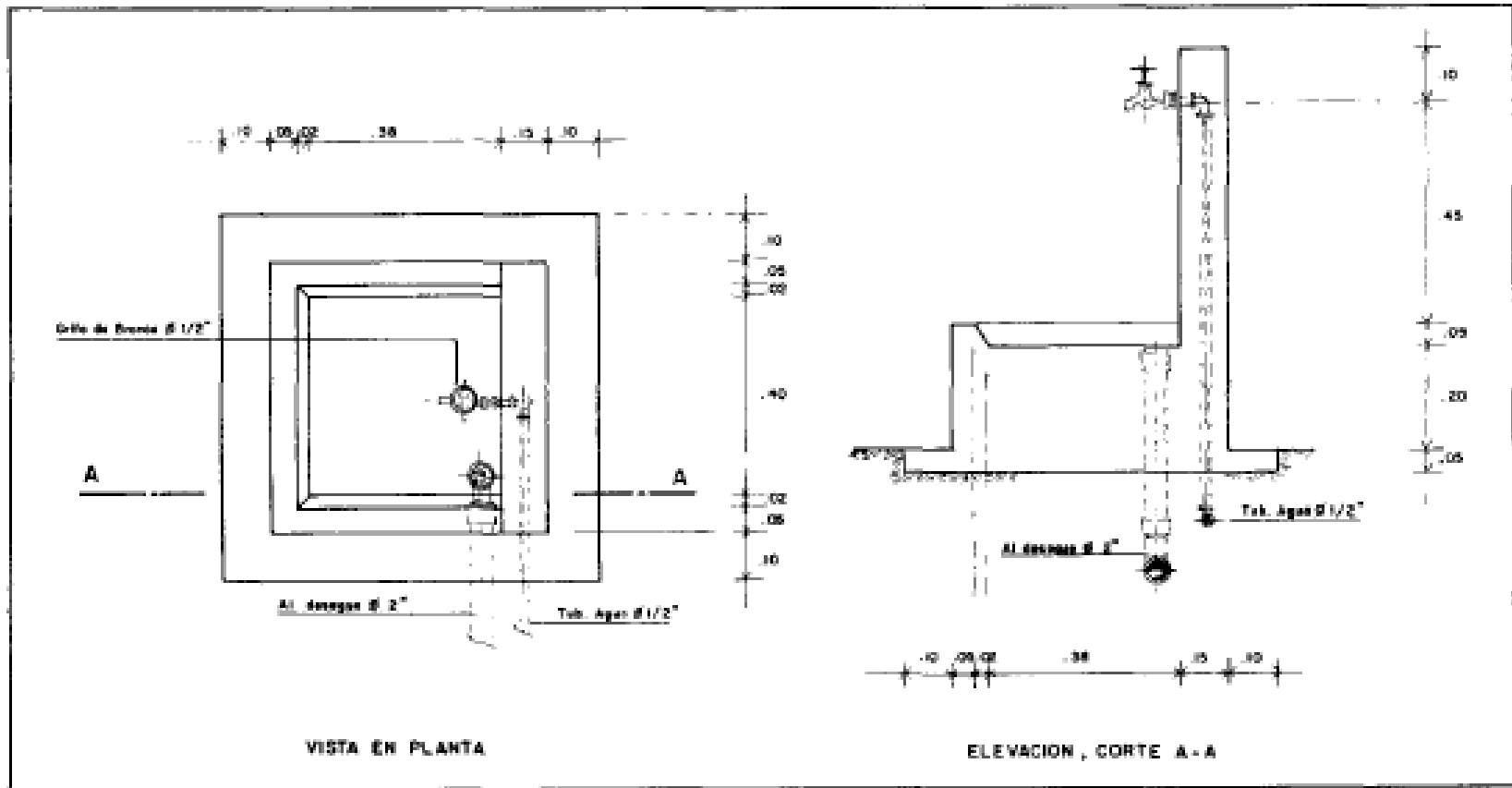
**Consumo medio anual**

$(Q_m) = P_f \times \text{dotación} = 310 \times 30 = \mathbf{9300 \text{ litros}}$

Se diseña la pileta con un pedestal de servicio sólido que se utilizara de soporte a los grifos, se ubicara 2 grifos donde cada grifo atenderá a un aproximado de 25 personas.

La distancia entre el camino a pie y la pileta es aprox. 30 metros. La tubería de alimentación tiene un diámetro de  $1/2$ ", cuenta también con una válvula de interrupción de servicio. Dispondrá con un sistema de drenaje alrededor, que recoja y evacúe las aguas grises y de desperdicio.

Figura N° 17 Diseño Pileta Pública



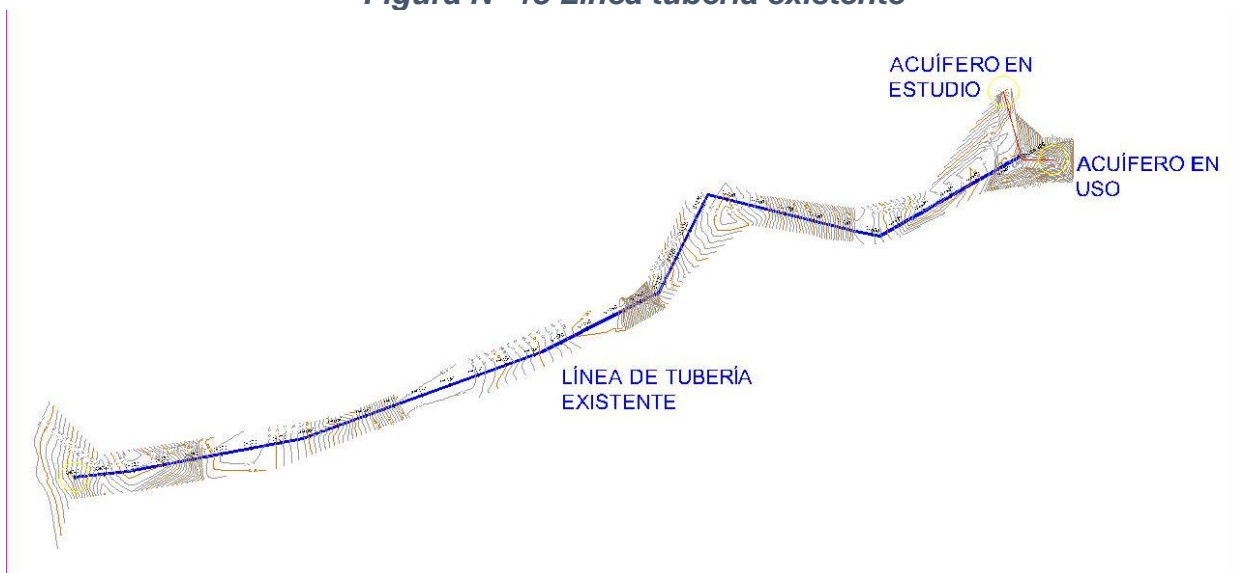
Fuente: (1)

## 2.4.16 Rehabilitación y/o Reposición de la Infraestructura Existente

### 2.4.16.1 Acuífero en uso

- a. Reposición de tuberías de conducción y aducción al Reservoirio de agua cruda.  
 $\varnothing = 1''$
- b. Reposición de tuberías de líneas de impulsión al reservorio y tanque elevado  
 $\varnothing = 1''$
- c. Rehabilitación de cámara de captación, reservoirio de agua cruda, reservoirio (planta de tratamiento) y tanque elevado.
- d. Reposición de conexión de agua potable a la I.E. El Milagro  
 $\varnothing = 1/2''$

**Figura N° 18 Línea tubería existente**



**Fuente:** (1)

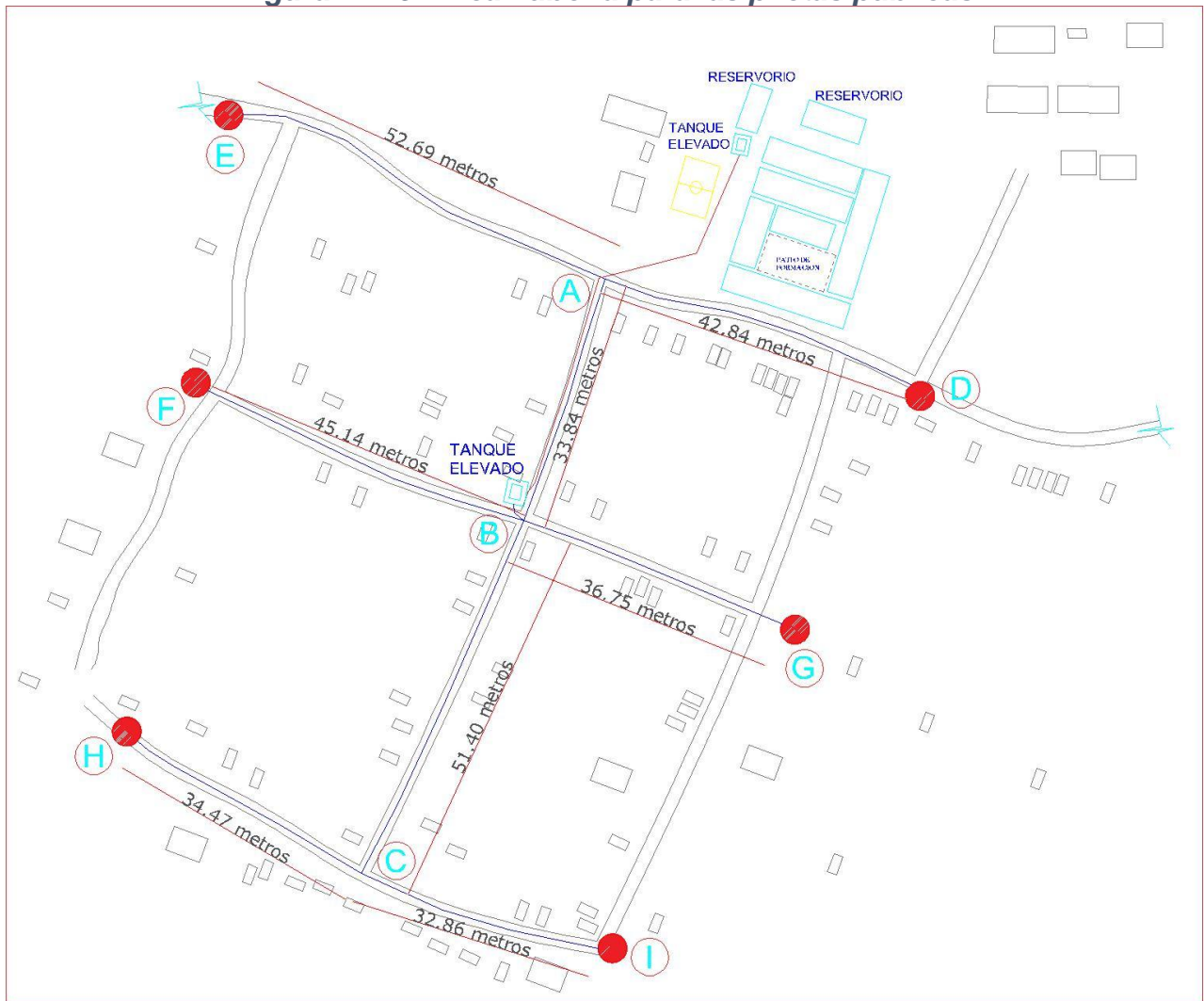
#### 2.4.16.2 Acuífero en estudio

- Utilizará las infraestructuras existentes rehabilitadas
- Línea de impulsión nueva de tanque elevado a tanque elevado hasta las líneas de distribución

$$\varnothing = 1''$$

- Se implementarán 6 piletas cada una con:  
Pedestal de  $0.05m \times 0.40m \times 0.60m$   
Tuberías de  $\frac{1}{2}''$   
02 grifos

**Figura N° 19 Línea Tubería para las piletas públicas**



**Fuente:** (1)



## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación de estudiar un acuífero y encontrar la calidad de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro, en el siguiente orden: Caracterización de los sistemas de agua potable, para conocer y determinar las características generales y particulares de todos los sistemas de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro, los cuales se les hizo un estudio detallado en la investigación; estado de los sistemas de agua potable, como se encuentra los componentes de cada sistema de agua, así como los aspectos de cantidad, cobertura y calidad; Gestión Administrativa de los sistemas de agua, para conocer aspectos de la junta directiva, pagos por el servicio del agua, nuevas inversiones en los sistemas de agua potable y capacitación a los usuarios sobre los servicios de los sistemas; Operación y Mantenimiento, para conocer aspectos como planes de mantenimiento, limpieza y desinfección de los sistemas, cloración del agua y del personal que realiza el mantenimiento; como también dar a conocer el resultado final del acuífero en estudio para un sistema de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Milagro.

En general la prestación de servicios en áreas rurales son de índole del MVCS, con una dura realidad: problemas de cloración, importante nivel de fugas, vigilancia y monitoreo inexistente, el Estado solo brinda asistencia financiera y técnica especialmente en acciones de prevención.

### 3.1.1 Caracterización de los Sistemas de Agua Potable

La caracterización de los sistemas se realizó mediante encuestas a la junta directiva (JASS) y usuarios, enfocado en los factores de sostenibilidad de los sistemas de agua potable, en la cual se determinó los siguientes resultados:

### 3.1.2 Estado de la Infraestructura

#### a) Cantidad del servicio actual

Para determinar la cantidad del servicio del agua se han caracterizado en tres grupos ya sea nada, poco o ya sea mucho. La presente tabla nos muestra que el 100% de los usuarios del sistema en uso, consideran que la cantidad de agua que son brindados es nada y muy poca respectivamente.

**Tabla N° 21 Cantidad del Servicio Actual**

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE “NUEVO MILAGRO”</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SISTEMA EN USO</b>			
	<b>CC.PP NUEVO MILAGRO</b>		<b>I.E. EL MILAGRO</b>	
	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>
<b>NADA</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>POCO</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
<b>MUCHO</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (1)

La presente tabla nos muestra que los usuarios del sistema en proyección, se beneficiarán al 100%:

**Tabla N° 22 Cantidad del Servicio en Proyección**

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE “NUEVO MILAGRO”</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SISTEMA EN PROYECCIÓN</b>			
	<b>CC.PP NUEVO MILAGRO</b>		<b>I.E. EL MILAGRO</b>	
	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>
<b>NADA</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>POCO</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>MUCHO</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (1)

**b) Cobertura del servicio**

El sistema de agua potable actual tiene un número de usuarios de 120 alumnos en la I.E.

**Tabla N° 23 Cobertura del Servicio por Sistema en uso**

<b>N° SISTEMA</b>	<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>USUARIOS</b>	<b>BENEFICIARIOS</b>
<b>Sistema en uso</b>	<b>I.E EL MILAGRO</b>	<b>120</b>	<b>84</b>
<b>TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			<b>84</b>

**Fuente:** (1)

La presente tabla nos muestra que los usuarios del sistema en proyección, se beneficiarán al 100%:

**Tabla N° 24 Cobertura del Servicio por Sistema en Proyección**

<b>N° SISTEMA</b>	<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>USUARIOS</b>	<b>BENEFICIARIOS</b>
<b>Sistema en proyección</b>	<b>I.E EL MILAGRO</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
	<b>NUEVO MILAGRO</b>	<b>678</b>	<b>678</b>
<b>TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>			<b>898</b>

**Fuente:** (1)

### c) Calidad del agua

La calidad del agua se basó en las características del agua como son: la colocación de cloro; como es el agua que consumen, análisis bacteriológico en agua, institución que supervisa la calidad del agua. La calidad del agua que consumen los beneficiarios del centro poblado es agua clara sin tratar.

**Tabla N° 25 Característica física del agua en el Servicio Actual**

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE “NUEVO MILAGRO”</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SISTEMA EN USO</b>			
		<b>CC.PP NUEVO MILAGRO</b>		<b>I.E. EL MILAGRO</b>	
		<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>
<b>COLOCACIÓN DE CLORO</b>	<b>SI</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
	<b>NO</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
<b>COMO ES EL AGUA</b>	<b>CLARA</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
	<b>TURBIA</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120%</b>	<b>100%</b>
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>	<b>SI</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
	<b>NO</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
<b>INSTITUCIÓN QUE SUPERVISA</b>	<b>MVCS</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
	<b>MINSA</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (1)

La presente tabla nos muestra que los usuarios del sistema en proyección, se beneficiarán al 100%:

**Tabla N° 26 Característica física del agua en el Servicio en proyección**

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE “NUEVO MILAGRO”</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SISTEMA EN PROYECCIÓN</b>			
		<b>CC.PP NUEVO MILAGRO</b>		<b>I.E. EL MILAGRO</b>	
		<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>%</b>
<b>COLOCACIÓN DE CLORO</b>	<b>SI</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
	<b>NO</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>COMO ES EL AGUA</b>	<b>CLARA</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120%</b>	<b>100%</b>
	<b>TURBIA</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>	<b>SI</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
	<b>NO</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>INSTITUCIÓN QUE SUPERVISA</b>	<b>MVCS</b>	<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>120%</b>	<b>100%</b>
	<b>MINSA</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>

**Fuente:** (1)

### 3.1.3 Gestión Administrativa

Pago por el servicio de agua potable. El pago por el servicio de agua potable de los usuarios del centro poblado Nuevo Milagro el 100% paga S/ 3.00 mensual; cuya cuota es establecida para cada familia que es brindada por dicho servicio.

### 3.2 Discusión

- a. **Según Doroteo Calderón (4)**, menciona en su tesis denominada, “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “los pollitos” – Ica 2014

Determina que los cinco servicios básicos que un Estado debe garantizar a sus ciudadanos, al menos, para poder permitir el desarrollo humano son los siguientes: La salud, la educación, la identidad, el saneamiento básico y la electrificación. Centrando su investigación en el servicio de saneamiento.

**Dentro de la investigación y obteniendo los resultados se logró llegar a la misma conclusión mostrando que para garantizar el desarrollo humano se debe brindar un sistema de saneamiento rural optimo que funcione al 100% para obtener un servicio de calidad.**

- b. También (4) Al cumplir con el diámetro mínimo que estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones para la red de agua potable, se desarrollan velocidades bajas que podrían generar problemas de sedimentación en el sistema en la etapa de operatividad es por ello que se propone colocar válvulas de purga en las zonas más bajas de la red para la limpieza y mantenimiento.

**Los resultados obtenidos muestran que con la “Guía de opciones Tecnológicas para el Sistema de Abastecimiento de agua para consumo humana y saneamiento Rural” permite escoger de manera más segura los diámetros utilizados para así evitar pérdidas de velocidad y no generar problemas de sedimentación.**

- c. **Según Lossio** (5), “Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones”, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura: Programa académico de Ingeniería Civil, describe lo siguiente en su tesis:

Es recomendable el uso de un solo grifo de agua por no más de 40 personas. Las piletas públicas pueden tener uno o más grifos; en áreas rurales los tipos más comunes son las fuentes de un grifo. Para el sistema propuesto se ha considerado colocar 39 piletas, 38 simples y una doble.

**Luego de conocer la cantidad de horas que se prestara servicio a la población se llegó a la conclusión que las piletas públicas no muestran déficit contando con 2 grifos por pileta. Entonces podemos decir que de acuerdo a las horas de servicio se puede contar con más de 1 grifo por pileta pública.**



## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- a. Luego de utilizar el agua proporcionada por el acuífero estudiado. Se logró identificar un aumento en la cantidad de agua potable dentro del CC.PP Nuevo Milagro y la I.E El Milagro, demostrando así que se puede cubrir la demanda exigida en los lugares mencionados.
- b. Se observó un aumento en la cantidad de beneficiarios dentro del CC.PP Nuevo Milagro y la I.E El Milagro, que demuestra la capacidad del acuífero en estudio para satisfacer en su totalidad la demanda exigida por los usuarios.
- c. Se identificó una mejora en las características del agua potable, lo que demuestra un mejor servicio para los beneficiarios.

## 4.2 Recomendaciones

- a. Se recomienda a los miembros de las JASS y autoridades del MVCS del Centro Poblado Nuevo Milagro, a gestionar una buena operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, debido a que éste es el principal factor de sostenibilidad del proyecto de los sistemas de agua potable, para que estos sistemas cumplan con su periodo de diseño; ya que dicho factor tiene la responsabilidad de la distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del agua, desinfección, reparaciones, como también, la disponibilidad de herramientas y repuestos; protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento.
- b. Se recomienda al Consejo Directivo o JASS de los sistemas de agua potable de dicho centro poblado a tener una Gestión Administrativa que busque el cumplimiento de obligaciones y exigencia de sus derechos, hacia la apropiación del sistema, la participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación en asambleas, buen uso de la conexión domiciliaria o el apoyo que brindan a las directivas; como también a la administración de los servicios, manejo económico, búsqueda de asesoramiento de organizaciones especializadas en el caso, gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua) y sobre todo el respeto a los derechos de los usuarios.

## CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Autores, Elaboración hecha por los.** *Datos obtenidos en campo.* Iquitos : s.n., 2018.
2. *Sistemas de Saneamiento en Sudamérica.* **FAO.** 2010.
3. *Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento.* **OMS/UNICEF.**
4. **Calderón, Félix Rolando Doroteo.** *Diseño del Sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano "Los Pollitos".* Ica : s.n., 2014.
5. **Carbajal, Sebastián Lossio.** *"Sistema de Abastecimiento de agua potable para Cuatro Pobladores Rurales del Distrito de Lancones",* Universidad de Piura. Piura : s.n., 2012.
6. **Suarez, Laboriano Alindor.** *"Eficiencia hidráulica del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado Tartar Grande",* distrito de Baños del Inca - Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2014.
7. **Flores, Méndez &.** *"Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la Comunidad de Sirama Norte - Sur. Chinchigalpa".* Managua - Nicaragua : s.n., 2004.
8. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** [www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe). [En línea]
9. —. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* 2016.
10. **ET, Robinon.** *Sistemas Rurales en el Perú y las Comunidades Indígenas en Colombia.* 2006.
11. **Salud, Ministerio de.** *Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo humano.* 2011.
12. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** *Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural.* 2016.
13. **Galvez, Juan Julio Ordoñez.** *Aguas Subterráneas - Acuíferos.* Lima : s.n., 2011.
14. *Mapas del Perú.* **CIGA.**
15. **Pittman, Manos unidas en España - Roger Aguero.** *Agua Potable para Poblaciones Rurales.* 1997.
16. **Piloto, Facultad de Industrias Alimentarias Planta.** *Análisis Microbiológico.* Iquitos : s.n., 2018.

**CAPÍTULO VI: ANEXOS**  
**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>“ESTUDIO DE UN ACUÍFERO Y LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO NUEVO MILAGRO KM. 21.2 CARRETERA IQUITOS - NAUTA 2018”</b>						
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Tipo de Investigación</b>	<b>Técnicas de Recolección de datos</b>	<b>Instrumentos de recolección de datos</b>
¿Cómo influye la implementación de una red de agua captada de un acuífero en la calidad de servicio de Agua Potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”?	Estudiar el acuífero para mejorar la calidad de servicio de Agua Potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”.	La implementación de una Red de Agua alimentada por la Captación de un Acuífero mejora la calidad de servicio para satisfacer el consumo de Agua Potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”.	X1= Estudio de un acuífero.	Descriptivo	1. La técnica empleada en primera instancia será la observación. 2. Se emplearán las Encuestas. 3. Análisis documental 4. Formatos y Matrices 5. Otros	-Cámaras Fotográficas -Computadoras -Laptops -GPS -Formatos y Matrices para registro cruzado de datos. -Otros

<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Derivada</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Diseño Investigación</b>	<b>Procedimientos de Recolección de datos</b>
<p>¿Cómo determinar la existencia de fuentes apropiadas de agua para la dotación de agua potable al Centro Poblado “Nuevo Milagro”?</p> <p>¿Cuáles son los valores de los parámetros determinantes de posibles fuentes de agua a inspeccionar en la jurisdicción del Poblado Nuevo Milagro y alrededores?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de recuperación del volumen del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”?</p>	<p>Estudiar aspectos geológicos indicadores de existencia de agua en el subsuelo o afloramientos en la jurisdicción del Centro Poblado “Nuevo Milagro” y alrededores.</p> <p>Determinar los valores de los parámetros determinantes de posibles fuentes de agua inspeccionados en la jurisdicción del Poblado “Nuevo Milagro” y alrededores</p>	<p>Al estudiar las características hidrogeológicas del suelo permitirá determinar las propiedades del afloramiento de agua para el Centro Poblado “Nuevo Milagro”.</p> <p>Al determinar las posibles fuentes de agua se buscará la más cercana y económica, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.</p> <p>Al determinar la capacidad de recuperación se concluirá si es posible utilizar la fuente de agua,</p>	<p>Y1= Calidad de agua potable en el centro poblado “Nuevo Milagro”.</p>	<p>Pertenece a un diseño No Experimental, de tipo Transeccional Descriptivo, de diseño:</p> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px; margin: 5px 0;">M      O</div> <p>Donde:</p> <p>M=Muestra con quien o en quien se va realizar el estudio.</p> <p>O=Observación a la variable, información relevante o de interés de la muestra.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnóstico de la situación actual sobre los servicios de agua del centro poblado “E Nuevo Milagro”</li> <li>2. Ubicación de Acuífero – Mejor Propuesta.</li> <li>3. Diseño de Estrategias de Mejoras para el sector de saneamiento del centro poblado “El Nuevo Milagro”</li> <li>4. Integración de métodos y documentos.</li> <li>5. Procesamiento de datos.</li> </ol>

<p>¿Los proyectos de saneamiento contribuyen a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas?</p>	<p>Determinar la capacidad de recuperación del volumen del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”.</p>	<p>Centro Poblado “Nuevo Milagro”.</p>				
<p>¿Cuál es el sistema de captación más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”?</p>	<p>Determinar si el proyecto de saneamiento rural contribuyen a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.</p>	<p>Se podrá determinar si el proyecto de saneamiento rural disminuye los índices de enfermedades, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.</p>				
<p>¿Cuáles son las exigencias técnicas, económicas y financieras para formular el proyecto de inversión pública para dotar de agua potable al Centro Poblado “Nuevo Milagro”?</p>	<p>Cuál es el sistema de captación más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua del acuífero existente en la propiedad de la I.E. “El Milagro”.</p>	<p>Se logrará escoger el sistema más apropiado que garantice el aprovechamiento racional del agua, Centro Poblado “Nuevo Milagro”.</p>				

	Elaborar el proyecto de inversión pública para dotar de agua potable al Centro Poblado "Nuevo Milagro".	Se podrá elaborar el proyecto de saneamiento para dotar de agua potable, Centro Poblado "Nuevo Milagro".				
--	---	--	--	--	--	--

## ANEXO 02: PANEL TOPOGRÁFICO



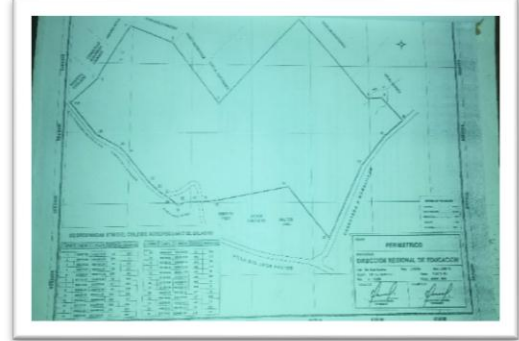
**FOTO N°01:** Entrada al C.P. Nuevo Milagro



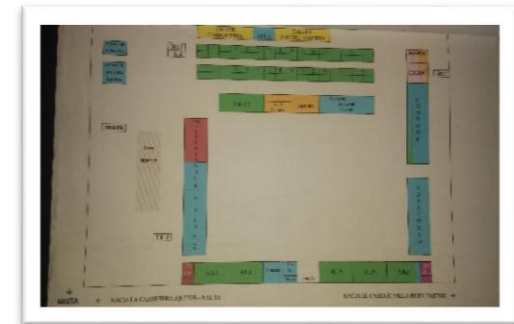
**FOTO N°02:** Plano de Ubicación Sectorial



**FOTO N°03:** Entrada a la I.E. El Milagro



**FOTO N°04:** Plano de límites de área



**FOTO N°05:** Plano de Distribución de la I.E



**FOTO N°06:** Ubicación de sistema de captación

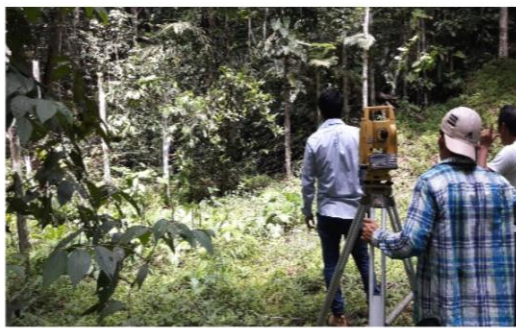




**FOTO N°07:** Ubicación de Línea de Conducción



**FOTO N°08:** Ubicación de Paneles fotovoltaicos



**FOTO N°09:** Levantamiento Topográfico - A



**FOTO N°10:** Levantamiento Topográfico - B



**FOTO N°11:** Levantamiento Topográfico - C



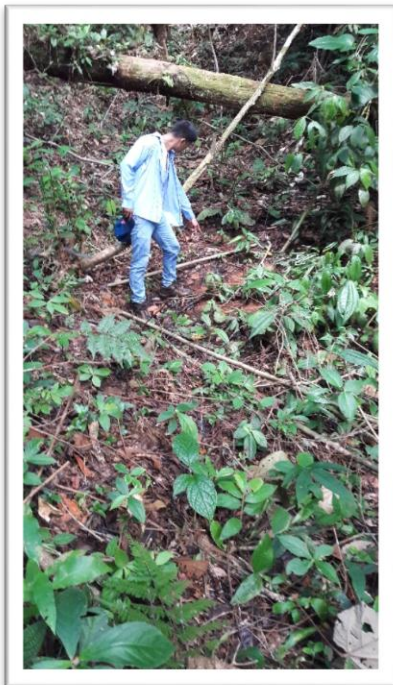
**FOTO N°12:** Levantamiento Topográfico - D



**FOTO N°13:** Ubicación del acuífero en estudio



**FOTO N°14:** Brote del acuífero



**FOTO N°13:** Distancia de acuífero encontrado a la cisterna de almacenamiento



**FOTO N°14:** Levantamiento topográfico del acuífero en estudio.

## ANEXO 03: PLANOS

Tabla N° 27 Ensayo Microbiológico Muestra-01



UNAP

Facultad de  
Industrias Alimentarias  
Planta Piloto

Centro de Prestación de Servicio en Control de  
Calidad de Alimentos.  
"CEPRESE COCAL"

### Laboratorio de Microbiología de Alimentos

#### INFORME DE ENSAYO N° 001-2018

#### I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	GIANCARLO ENRIQUE GAMARA OLIVEIRA ALEXIS MAURO RENGIFO ROMERO
Dirección	-.-
Telefax	-.-

#### II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	1/2018
Fecha de solicitud de servicio	06/04/18
Servicio solicitado	Análisis Microbiológico

#### III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	AGUA SUBTERRANEA
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	600 ml.
Muestra	01
Ubicación	Colegio Nuevo Milagro – Carretera Nauta Km. 21.5
Muestra	Traída por el cliente
Código	"O"
Forma de presentación	Envasado en botella de plástico
Fecha de producción	-.-
Fecha de vencimiento	-.-

#### IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS
Recuento de Bacterias Heterotróficas (ufc/ml a 35°C)	1.5 x 10 <sup>2</sup>
Bacterias Coliformes Totales (NMP/100 ml. a 35 °C)	4.5
Bacterias Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100 ml. a 44,5 °C)	< 1.8
E. Coli (UFC/100 ml a 35 °C)	0



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú [www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)  
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

**Fuente:** (16)



**Facultad de  
Industrias Alimentarias  
Planta Piloto**  
Centro de Prestación de Servicio en Control de  
Calidad de Alimentos.  
"CEPRESE COCAL"

#### **METODOS USADOS**

- APHA. Estándar Method 9215 B. Heterotrophic Plate Count.
- APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 B.
- APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 E.
- Recuento de Microorganismos Coliformes/*Escherichia coli*. Mediante técnica petrifilm AOAC. Método oficial 991.14

#### **NOTA:**

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL FIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 12 de Abril de 2018

Bíga. JESSY P. VASQUEZ CHUMBE  
Jefa del Laboratorio de Microbiología de  
Alimentos FIA -UNAP



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú [www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)  
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

**Fuente:** (16)

**Tabla N° 28 Ensayo Microbiológico con Tratamiento Físico Muestra-02**



**Facultad de Industrias Alimentarias**  
**Planta Piloto**  
 Centro de Prestación de Servicio en Control de Calidad de Alimentos.  
 "CEPRESE COCAL"

**Laboratorio de Microbiología de Alimentos**

**INFORME DE ENSAYO N° 002-2018**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

Nombre	<b>GIANCARLO ENRIQUE GAMARA OLIVEIRA</b> <b>ALEXIS MAURO RENGIFO ROMERO</b>
Dirección	-.-
Telefax	-.-

**II. DATOS DEL SERVICIO**

N° de solicitud de servicio	2/2018
Fecha de solicitud de servicio	06/04/18
Servicio solicitado	Análisis Microbiológico

**III. DATOS DEL PRODUCTO**

Nombre del producto	<i>AGUA DE QUEBRADA SUPERFICIAL</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	600 ml.
Muestra	02
Ubicación	Colegio Nuevo Milagro – Carretera Nauta Km. 21.5
Muestra	Traída por el cliente
Código	"P"
Forma de presentación	Envasado en botella de plástico
Fecha de producción	-.-
Fecha de vencimiento	-.-

**IV. RESULTADOS DEL ENSAYO**

<b>ENSAYO MICROBIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Recuento de Bacterias Heterotróficas (ufc/ml a 35°C)	9.3 x 10 <sup>2</sup>
Bacterias Coliformes Totales (NMP/100 ml. a 35 °C)	22
Bacterias Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100 ml. a 44,5 °C)	17
E. Coli (UFC/100 ml a 35 °C)	0



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú [www.unapikitos.edu.pe](http://www.unapikitos.edu.pe)  
 Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

**Fuente: (16)**



**METODOS USADOS**

- APHA. Estándar Method 9215 B. Heterotrophic Plate Count.
- APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 B.
- APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 E.
- Recuento de Microorganismos Coliformes/Escherichia coli. Mediante técnica petrifilm AOAC. Método oficial 991.14

**NOTA:**

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL FIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 12 de Abril de 2018

Bfga. JESSY P. VASQUEZ CHUMBI  
Jefa del Laboratorio de Microbiología de  
Alimentos FIA -UNAP



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú [www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)  
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

**Fuente:** (16)