

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS**

**NATURALES RENOVABLES**



**ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LAS LOCALIDADES DE NUEVO PROGRESO Y TOCACHE**

**Trabajo de Suficiencia Profesional**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN  
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**PRESENTADO POR:**

**RUDDY MISHELLE MUÑOZ MEDINA**

**Tingo María - Perú**

**2021**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN POR SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
**Nº 001-2021-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado, reunidos con fecha 27 de Julio de 2021, a horas 09:00 a.m. en la Sala virtual Ms TEAM de la Escuela Profesional de Ingeniería en conservación de suelos y agua el informe de suficiencia profesional titulada:

**“ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS LOCALIDADES DE NUEVO PROGRESO Y TOCACHE”**

Presentado por la Bachiller: **MUÑOZ MEDINA, Ruddy Mishelle**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 12 de Agosto de 2021

  
Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ  
Presidente

  
Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ  
Miembro

  
Dr. YTAVCLÉRH VARGAS CLEMENTE  
Miembro

  
Ing. M. Sc. RICARDO CHAVEZ ASENSIO  
Asesor

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

## **FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS**

#### **NATURALES RENOVABLES**

##### **MENCION CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**



##### **ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS LOCALIDADES DE NUEVO PROGRESO Y TOCACHE**

<b>Autor</b>	: Muñoz Medina, Ruddy Mishelle.
<b>Asesor</b>	: Ing. Chávez Asencio, Ricardo Martín.
<b>Programa de investigación</b>	: Recursos Hídricos.
<b>Línea(s) de investigación</b>	: Aprovechamiento Racional del Agua.
<b>Eje temático de investigación</b>	: Agua potable
<b>Lugar de ejecución</b>	: Planta de tratamiento de agua potable de Nuevo Progreso y Tocache.
<b>Duración</b>	: 05 de enero del 2016 hasta 31 de diciembre del 2020.
<b>Financiamiento</b>	: S/ 4.911,40 soles

**Tingo María – Perú**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis queridos padres: Marcos Arturo Muñoz Gonzales y Clara Medina Morillo, con eterna gratitud quienes, con mucho amor y sacrificio, formaron en mi principios morales y éticos, e hicieron realidad mi más grande anhelo.

A mi hijo Yerik Alessandro por ser mi luz y motivación especial cada día.

A mis hermanas Gabriela y Luciana, a mis abuelas, por su apoyo y motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

1. A la Universidad Agraria de la selva, y sus docentes, quienes me dieron la formación científica y humanista.
2. A mi asesor.
3. A los miembros del jurado.
4. A la Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso y Municipalidad Provincial de Tocache.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Agua potable .....	5
2.1.1. Características del agua.....	5
2.1.2. Clases de agua.....	8
2.1.3. Tipos de fuente de agua.....	8
2.1.4. Principios del agua .....	9
2.1.5. Agua potable .....	11
2.1.6. Desinfección del agua .....	15
2.1.7. Métodos y reglas de calidad de agua para el consumo humano.....	15
2.2. Determinación de peligros, sucesos peligrosos y evaluar los riesgos .....	17
2.2.1. Determinación de los peligros y sucesos peligrosos .....	17
2.2.2. Evaluación de los riesgos .....	17
2.3. Determinación de medidas de control .....	19
2.3.1. Problemas en fuentes (cuenca).....	19
2.3.2. Problemas derivados de la secuencia del método .....	20
2.3.3. Problemas en el sistema de distribución .....	20
2.3.4. Monitoreo operativo.....	21
2.3.5. Procedimientos de gestión.....	21
2.3.6. Documentación y comunicación .....	22
2.3.7. Descripción de la funcionalidad del sistema de suministro de agua potabilizada.....	23

2.4.	El sistema HACCP .....	23
2.4.1.	Plan HACCP .....	24
2.4.2.	Utilización del sistema HACCP.....	26
2.5.	Beneficio y dificultades.....	27
2.5.1.	Beneficios.....	27
2.5.2.	Dificultades .....	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1.	Ubicación y descripción del lugar de trabajo .....	28
3.1.1.	Lugar de ejecución .....	28
3.1.2.	Ubicación geográfica .....	28
3.1.3.	Vías de Acceso.....	29
3.1.4.	Clima.....	29
3.1.5.	Topografía.....	29
3.2.	Materiales y equipos.....	29
3.2.1.	Análisis de calidad de agua .....	29
3.3.	Metodología .....	30
3.3.1.	Trabajo de pre campo.....	30
3.3.2.	Trabajo de campo.....	30
3.3.3.	Trabajo de gabinete .....	30
3.4.	Metodología APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control) .....	31
3.4.1.	Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.....	31
3.5.	Descripción del sistema de agua potable (SAP) de nuevo progreso .....	32
3.5.1.	Planta de tratamiento de agua potable.....	33
3.5.2.	Configuración de la Planta .....	35
3.5.3.	Dimensionamiento de la Planta.....	36

3.6.	Descripción del sistema de agua potable (SAP) de Tocache .....	42
3.6.1.	Captación.....	43
3.6.2.	Desarenador existente .....	45
3.6.3.	Línea de conducción existente (LC-02).....	47
3.6.4.	Planta de tratamiento de agua potable existente .....	48
3.6.5.	Línea de conducción existente LC-03.....	50
3.6.6.	Válvulas de aire existente.....	52
3.6.7.	Válvulas de purga existente .....	52
3.6.8.	Reservorio .....	52
3.6.9.	Redes de agua potable existente.....	54
3.6.10.	Conexiones de agua existente .....	55
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1.	Calidad de agua de consumo a través de análisis físico, químico (turbiedad, color, pH, conductividad) y bacteriológico ( <i>E. coli</i> , coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas) de Nuevo Progreso y Tocache .....	57
4.1.1.	Análisis inicial de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso.....	57
4.1.2.	Análisis final de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso.....	58
4.1.3.	Análisis de la calidad de agua de la localidad de Tocache .....	59
4.2.	Aplicación de la metodología APPCC en cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache.....	60
4.2.1.	Evaluación y determinación de peligros y validación de medidas de control del Sistema de agua potable Nuevo Progreso. Paso del proceso: Captación, Tratamiento, Almacenamiento y Sistema de distribución.....	60



4.2.2.	Evaluación y determinación de peligros y la validación de medidas de control del Sistema de agua potable de Tocache. Paso del proceso: Captación, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.....	65
4.3.	Medidas de control como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección de la salud pública de Nuevo Progreso y Tocache .....	70
4.3.1.	Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua de consumo del Sistema de Abastecimiento de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso .....	70
4.3.2.	Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua de consumo del Sistema de Abastecimiento de agua potable de la localidad de Tocache .....	75
V.	CONCLUSIONES .....	84
VI.	PROPUESTAS A FUTURO .....	85
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
	ANEXOS.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Volumen de agua estimada en la Tierra. ....	5
2. Límite máximo permisible de parámetros químicos. ....	13
3. Límite máximo permisible de parámetros de calidad organolépticas. ....	14
4. Clasificación de las aguas. ....	14
5. Características de las aguas. ....	15
6. Procedimiento cuantitativo y semi cuantitativo basado en la matriz de riesgo. ....	18
7. Ejemplos de cálculos de riesgos utilizando la matriz. ....	18
8. Problemas en fuentes (Cuencas). ....	19
9. Problemas derivados del proceso de tratamiento. ....	20
10. Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgo (DE DEERE <i>et al.</i> , 2001). ....	31
11. Ejemplo del cálculo del riesgo utilizando la matriz. ....	32
12. Tipos de peligros y símbolos. ....	32
13. Dimensiones de vertedero rectangular. ....	38
14. Metrado de tubería de la LC-01. ....	45
15. Metrado de tuberías de la LC-02. ....	47
16. Metrado de tubería en la LC-03. ....	51
17. Metrado de Redes existentes en la ciudad de Tocache. ....	54
18. Número total de lotes por categoría. ....	55
19. Análisis inicial de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso. ....	57
20. Análisis final de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso. ....	58
21. Captación y/o fuente. ....	60

22.	Conducción – Planta de tratamiento (Tubería).....	61
23.	Tratamiento. ....	62
24.	Almacenamiento (Reservorio de 500 m <sup>3</sup> ). ....	62
25.	Red de distribución.....	63
26.	Lugares de consumo.....	64
27.	Captación y/o fuente.....	65
28.	Conducción – planta de tratamiento (tubería). ....	66
29.	Tratamiento. ....	66
30.	Almacenamiento (Reservorio N°1 de 150 m <sup>3</sup> y Reservorio N° 2 de 500 m <sup>3</sup> ). ....	67
31.	Red de distribución.....	67
32.	Lugares de consumo.....	69
33.	Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso. ....	70
34.	Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua potable de la localidad de Tocache. ....	75
35.	Actividades realizadas en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache. ....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Captación de agua en la quebrada Rocafuerte.....	44
2. Se aprecia la salida de la LC-01 desde la captación.....	45
3. Desarenador existente.....	46
4. Se muestra el cruce de la LC-02 por quebradas, apoyada sobre dados de concreto y columnas.....	48
5. Vista panorámica del floculador, no se aprecian las pantallas.....	49
6. Zona de ingreso a la mezcla rápida.....	49
7. Se aprecia la mezcla de agua cruda con agua tratada.....	50
8. Esquema de la Línea de conducción LC-03.....	51
9. Abrazaderas oxidadas y con agua en el fondo de la cámara (A) y la cámara totalmente inundada y apreciarse la válvula (B).....	52
10. Se aprecia que la válvula está oxidada.....	53
11. Reservorio de 150 m <sup>3</sup> .....	53
12. Valores del análisis inicial de Nuevo Progreso.....	89
13. Valores del análisis final de Nuevo Progreso.....	90
14. Vista de compuertas tipo tarjeta de acero inoxidable en captación de agua.....	91
15. Vista de barraje y compuertas tipo tarjeta en captación de agua.....	91
16. Vista Panorámica desde aguas arriba de la captación de agua.....	91
17. Aplicación de insumos químicos que permiten la floculación del agua cruda con alta turbidez.....	92
18. Etapa de floculación del agua para su tratamiento.....	92
19. Personal operacional realizando la limpieza y desinfección de los sedimentadores.....	93

20.	Preparación de insumos para la desinfección y el pintado de las paredes interiores de los componentes de la planta de tratamiento. ....	93
21.	Finalizando el trabajo en la planta de tratamiento de agua potable.....	93
22.	Evaluación para la instalación del sistema de aplicación de insumos por gravedad y goteo. ....	94
23.	Sistema de aplicación de insumos puesta en marcha. ....	94
24.	Preparación y aplicación de insumos químicos.....	94
25.	Etapa de desinfección del agua mediante aplicación de cloro gas por inyección al vacío.....	95
26.	Vista panorámica de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso.....	95
27.	Mantenimiento de la tubería de conducción de agua cruda. ....	96
28.	Mantenimiento de las redes de distribución en la ciudad de Nuevo Progreso, a través de los hidrantes ubicados en diferentes puntos.....	96
29.	Fiscalización a un usuario del servicio de agua, quien había perjudicado la caja de registro, el usuario recibió la sanción administrativa por dicha infracción.....	97
30.	Vigilancia de la calidad del servicio de agua en los domicilios, por parte de la Red de salud de Tocache. ....	97
31.	Visita general de la planta de tratamiento de agua potable en el sector Yacusisa, con el equipo técnico, para la evaluación del estado situacional del sistema de abastecimiento de la localidad de Tocache.....	98
32.	Vigilancia de la calidad de agua producida en la PTAP, por el equipo técnico de la Red de Salud de Tocache y la DIRESA San Martín.....	99
33.	Almacenamiento de los insumos químicos que serán utilizados para el tratamiento del agua potable.....	99
34.	Trabajos de mantenimiento en la captación, donde el personal técnico realiza el represamiento en la Quebrada Cañutillo.....	100

35.	Trabajos de limpieza y descolmatación del desarenador en el sector Roca Fuerte, como parte de la programación mensual.....	100
36.	Trabajos de descolmatación de la captación de emergencia, con esto se pretende mantener la presión y cantidad de volumen de agua hacia el desarenador.....	101
37.	Mejoramiento de la caseta de pernoctación del operador de captación, renovación de la malla del desarenador para no permitir el ingreso de hojas, ramas u otros residuos a la línea de conducción. ....	101
38.	Personal técnico realizando trabajos de mantenimiento y reparación de las redes de distribución primaria y secundaria de agua potable en la ciudad. ....	102
39.	Personal técnico realizando trabajos de reparación de la tubería de conducción de 315 y 250 mm de diámetro en el sector Yacusisa. ....	103
40.	Trabajos de mantenimiento de la tubería de conducción a través de purgas de lodos, en muchos puntos se encontraban obstruidas por lo que se tenía que realizar excavaciones para solucionarlo. ....	104
41.	Trabajos de clausura de conexiones clandestinas de agua potable. ....	105
42.	Trabajos de instalaciones nuevas del servicio de agua, solicitados por nuevos usuarios. ....	106
43.	Distribución de agua potable con camión cisterna de 9000 galones de capacidad, dicha maquinaria fue por gestión de la autoridad edil con el Organismo Técnico de los Servicios de Saneamiento (OTASS), según al contrato de explotación entre la Municipalidad Provincial de Tocache y la EPS EMAPA San Martín. ....	107
44.	Mapa de ubicación de Nuevo Progreso.....	108

## RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional consideró como objetivo administrar los sistemas de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache; actividad desarrollada en los sistemas de abastecimiento de agua potable, desde la fuente de captación hasta los lugares de consumo, ubicado en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache, provincia de Tocache en la Región San Martín; se realizó actividades de campo como la verificación y de gabinete. La aplicación de esta metodología (sistema APPCC) ha permitido prevenir, reducir o controlar los peligros en la producción de agua potable, a través de la aplicación de principios científicos y técnicos usando el sentido común y de esta manera producir agua apta para su consumo. Se concluye que, la calidad del agua al inicio fue no apta, posterior a la aplicación del sistema APPCC alcanzó la categorización de apta para el consumo humano.

**Palabras clave:** Calidad, potable, consumo, reparación, mantenimiento.

## **ABSTRACT**

The professional sufficiency work considered the objective of managing the drinking water supply systems in the towns of Nuevo Progreso and Tocache; activity developed in the drinking water supply systems, from the catchment source to the places of consumption, located in the towns of Nuevo Progreso and Tocache, province of Tocache in the San Martin Region; field activities such as verification and office were carried out. The application of this methodology (HACCP system) has made it possible to prevent, reduce or control dangers in the production of drinking water, through the application of scientific and technical principles using common sense and in this way to produce water suitable for consumption. It is concluded that the quality of the water at the beginning was not suitable, after the application of the HACCP system it was classified as suitable for human consumption.

**Keywords:** Quality, drinkable, consumption, repair, maintenance.



## I. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es de suma importancia para todo el ser viviente, porque tiene cambio beneficiable en la presencia de la vida, esto es debido a que los individuos dependen del líquido vital, este por tal motivo es el eje fundamental de progreso de nuestra sociedad mediante los sucesos. Además, el agua es un medio limitado, bastante frágil y limitado en las últimas fechas, y no toman una educación concientizada a nivel global sobre el uso justo en cada establecimiento correspondiente al sistema que suministra agua para ser consumida. Sin acceder al recurso hídrico con calidad aceptable, las personas no podemos subsistir por varios años.

El 75% del planeta tierra está compuesto por agua, de ello el 97,5% del agua es salada y no apto para el consumo humano, de lo restante (2,5%) es dulce donde se distribuye en los lagos, ríos, atmósfera, subterránea, glaciares y capas polares; dicho recurso natural de agua dulce en el planeta Tierra están en constante renovación por medio del ciclo continuo que comprende a la evaporación, la precipitación y la escorrentía, que lo denominan frecuentemente como el ciclo del agua, acontecimiento determinante de la distribución y disponibilidad tanto temporal como espacial.

El líquido vital del agua es un elemento vital en la economía nacional y local, y es importante generando y creando situaciones laborales de trabajo en algunos sectores de la economía. La mitad del recurso humano o mano de obra del mundo se encuentran vinculadas al sector agrícola, pequero, producción con uso intensivo de recursos energía, reciclaje, bosques, transporte y la construcción.

A nivel mundial se necesita abastecerse del recurso hídrico que sea apto para consumir, lo que evitaría muertes ocasionadas por la cólera o la diarrea, sin embargo, hay otra limitante como es el caso de la inaccesibilidad a dicho recurso de manera diaria, ya que según estudios se sugiere que las personas deben consumir de 1.5 a 2.0 litros de agua diariamente, de acuerdo a su peso, que en caso de no hacerlo tendría que afrontar algunos problemas en su salud.

En la actualidad, se reporta para el país más de 2,64 millones de población en el medio rural no tienen el beneficio de agua potabilizada, además de 5,11 millones tienen sistemas de alcantarillados y exclusión de agua residual inadecuados. En la población, cerca del 12,0 % poseen sus instalaciones en buenas situaciones de acuerdo al informe de la Evaluación Independiente del Diseño y Ejecución del Programa Agua para Todos (2009).

Uno de los aspectos que garantiza de manera sistemática la seguridad de un sistema que abastece el agua para consumo se ejecuta mediante la aplicación de un plan que integra la evaluación de los distintos riesgos y su respectiva gestión con fines de abarcar la totalidad de las fases del sistema de abastecimiento, que inicie en la cuenca donde se capta el recurso hídrico hasta la etapa final que es la distribución a los consumidores. El planteamiento expuesto es considerado mediante un informe sobre el trabajo de suficiencia profesional nominado Administración de sistemas de abastecimiento de agua potable en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache.

El Perú es uno de las naciones que tiene riqueza en recurso hídrico, sin embargo, tiene un área que presenta únicamente el 0,87 del espacio total del continente planetario, posee el 4,6% de agua de superficie del planeta. Una de sus dificultades, por consiguiente, no son las dotaciones, es la distribución en el territorio y la poca nula intención de administración.

El enfoque está basado en varias condiciones e ideas aplicado en un nuevo sistema para gestionar los riesgos, específicamente que abarque el sistema de barreras múltiples y en el análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC), que viene utilizándose en industrias de alimentos y se analiza su reciente tendencia mundial y nacional para el sector de los sistemas de agua potable y el de saneamiento.

Para la presente labor de suficiencia profesional se pone en consideración la problemática concerniente a la calidad de agua y el rendimiento de las unidades de tratamiento de la SAAP de la localidad de Nuevo Progreso y Tocache, puesto que es un sistema nuevo y antiguo respectivamente, donde los consumidores han mostrado su insatisfacción por el agua que les es brindada, debido a que esta presenta turbidez al llegar a sus hogares, por lo que la población y las autoridades muestran su preocupación ante la sensación de la mala calidad de agua y para cerciorarnos sobre este problema, se realizó evaluaciones de la calidad de servicio hacia la población y se determinó la calidad de agua para consumo mediante el análisis físico, químico y bacteriológico.

Para ello, en el trabajo de suficiencia profesional desempeñada en ambas municipalidades se propone aplicar la metodología de analizar los peligros así como los sitios críticos de control (APPCC), siendo un principio del Plan de Seguridad de Agua donde nos permitiría identificar y tener un diagnóstico más definido sobre los problemas y deficiencias de la calidad de agua y el rendimiento de las unidades de tratamiento de la SAAP; y con ello tomar precauciones de dominio adecuadas con fines de asegurar dicho sistema que abastece de agua para consumir en el casco urbano de Nuevo Progreso y Tocache, como la norma y el reglamento de calidad de agua lo establece a nivel mundial y nacional.

A partir del contexto y justificación surge la interrogante: ¿la metodología del análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC) propuesta, nos permitirá garantizar la calidad del recurso hídrico con fines de ser consumido en la ciudad de Nuevo Progreso y Tocache? Analizándose la posibilidad de realizar este trabajo de investigación consta de hacer una reflexión analítica y crítica sobre la base de fundamentación y la perspectiva de elaborar el Diagnóstico y las medidas de control como una estrategia con fines de asegurar la calidad contenida alcanzada por agua que se emplea en el consumo humano y de esa manera se proteja la salud de la población en Nuevo Progreso, así como de Tocache.

En base a lo mencionado se plantearon como hipótesis:

- El agua potable de Nuevo y Progreso no garantiza una calidad adecuada, por lo tanto, es necesario elaborar el Diagnóstico y las medidas de control.
- El agua potable de Tocache no garantiza una calidad adecuada, por lo tanto, es necesario elaborar el Diagnóstico y las medidas de control.

En la justificación teórica, para la presente investigación se establecen conceptos y definiciones sobre administración, gestión y planeación de la seguridad del agua en el sistema para abastecer de dicho recurso potabilizada, permitiendo aportar conocimientos como determinar su influencia de una variable sobre la otra. Además, se aportan conclusiones que son el resultado de la operación, mantenimiento, así como la gestión del sistema de abastecimiento de agua potable en estas localidades y por consiguiente orientar el accionar de la administración y gestión del agua potabilizada a mejorando permanentemente el servicio según las necesidades.

En la justificación metodológica, los reportes están a disposición de investigaciones venideras con procesos muy prácticos estableciendo relaciones de acuerdo al contexto donde se pretenda aplicar la metodología APPCC y realizar el diagnóstico y sus pautas en controlar el sistema que abastece el recurso hídrico potabilizada para ambas localidades.

En la justificación práctica, la investigación contribuye a mejorar significativamente la oferta de agua potabilizada bajo condiciones óptimas de salubridad de manera muy eficiente y una dotación adecuada de acuerdo a las necesidades, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de los usuarios.

En lo social, el desarrollo de la investigación, se ha encomendado a lograr que el aseguramiento de agua del sistema que abastece de agua potable contribuya a la mejora del servicio de agua potabilizada en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache, y por ende

contribuir en una forma de mejorar la salubridad y servicio público a todos los usuarios, también beneficia al municipio del distrito de Nuevo Progreso y el municipio Provincial en la ciudad de Tocache porque permite que a través del presente trabajo pueda atender a la población de su jurisdicción con un servicio que se caracterice por calidad adecuada, cantidad suficiente y continuidad de recurso hídrico.

## **1.1. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Administrar los sistemas de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la calidad de agua de consumo a través de análisis físico, químico (turbiedad, color, pH, conductividad) y bacteriológico (*Escherichia coli*, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas).
- Aplicar la metodología APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control) en cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache.
- Proponer las medidas de control como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección de la salud pública de Nuevo Progreso y Tocache.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Agua potable

Este recurso natural presenta tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Existe en grandes cuerpos de nieve en la cima montañosa, líquida en los océanos, lagos, lagunas y ríos y gaseoso en la acumulación de nubes de la atmósfera (Ministerio De Agricultura, 2003).

Para la Ley N° 29338, viene a ser un recurso que se encuentra en la naturaleza y puede renovarse, necesario para vivir, sensible y de importancia al desarrollarse sosteniblemente, el mantener los sistemas y el ciclo natural en el cual es fundamentada, así como Nación que le brinda su seguridad.

**Tabla 1.** Volumen de agua estimada en la Tierra.

<b>Componentes</b>	<b>Volumen (millones de km<sup>2</sup>)</b>	<b>Proporción (%)</b>
Mares y Océanos	1350,000	97,200
Agua continental		
* Los glaciares	29,200	2,150
* La agua subterránea	8,400	0,620
* La agua superficial	0,230	0,017
La atmósfera	0,013	0,001
La biósfera	0,006	0,0005

De acuerdo a Prudenci (2013), el 70 % del ámbito de la Tierra es agua, de los cuales es representado mayormente por el mar. De todo el volumen registrado, solamente se cuenta con un 3,0% denominada agua dulce, de los cuales se tiene solo el 1,0% que es el agua dulce superficial que es utilizable debido a su accesibilidad (lagos y ríos, a pocos metros del suelo, donde es aprovechable sin costo alguno).

#### 2.1.1. Características del agua

De acuerdo a Orellana (2005), existen características físicas, químicas y bacteriológicas.

### 2.1.1.1. Físicas

Al elaborar bebidas, preparar alimentos y fabricar textiles, se utilizan de manera inadecuada el agua y como consecuencia se alteran las características este recurso como el olor, sabor, color y la turbidez. Presentar olor y sabor alterado es debido a las sustancias químicas volátiles y materia orgánica que está descomponiéndose. Medir las variables indicadas se tienen que hacer con base en la dilución requerida con fines de reducir hasta un nivel que sea detectable por medio del ojo humano.

La coloración del agua muestra su apariencia debido a los minerales que contiene (Fe y Mg), la materia orgánica y los restos de colores generados en las industrias. La coloración del agua doméstico logra generar manchas en los accesorios sanitarios y oscurecer la prenda. Los resultados de las pruebas muestran un grupo de estándar de manifestación de sustancias químicas que genera una coloración parecida al que muestra el agua.

Para el caso de la turbidez, se tiene observaciones por lo estético, pudiendo albergar agentes patógenos que se adhieren en las partículas suspendidas. Una muestra de agua con muchos fragmentos de arcilla suspendidos (10 NTU), lo observan físicamente. Las fuentes o humedales de aguas superficiales tienen una variación de 10,0 a 1.000,0 NTU, los cauces como un río de color oscuro podrían alcanzar hasta 10.000,0 NTU. Medir la turbidez resulta de calcularse a la simple observación de las propiedades de suspensión a pleno luz del día. Luego el resultado se compara con otro resultado estándar.

### 2.1.1.2. Químicas

El agua contiene varios componentes químicos disueltos que son originados de la naturaleza y/o elaborados por la industria y serán útil o perjudicial dependiendo de lo que lo componen, así como el grado de concentración. Una muestra de ello viene a ser el manganeso y el hierro con bajas dosis ocasionan coloración, además de oxidarse y crear almacenes de óxido de manganeso e hidróxido férrico adentro del conducto hídrico.

El agua dura requiere mayores volúmenes numerables de jabón luego crear espuma el cual cubre impregnada las paredes del conducto conductos de agua caluroso, vapor de agua caliente. El agua dura se puede expresar en miligramo equivalente de  $\text{CaCO}_3$  por litro.

Se recuerda que, clasificador bajo el aspecto químico el agua resulta ser la mezcla del hidrógeno y el oxígeno; se puede obtener a nivel de laboratorio mediante la electrólisis y en forma natural mediante una tormenta eléctrica.

Mostraremos los componentes de químicos que contienen elemento natural que generan agua alcalina, dura y salina, divididos en cuatro grupos:

– Grupo 1: Agua alcalina

Carbonato de potasio cuya fórmula es  $K_2CO_3$

Bicarbonato de Potasio cuya fórmula es  $KHCO_3$

Bicarbonato de Sodio cuya fórmula es  $NaHCO_3$

Carbonato de Sodio cuya fórmula es  $Na_2CO_3$

– Grupo 2: Agua dura con carbonato y alcalina

Carbonato de calcio cuya fórmula es  $CaCO_3$

Carbonato de magnesio cuya fórmula es  $MgCO_3$

Bicarbonato de calcio cuya fórmula es  $Ca(HCO_3)_2$

Bicarbonato de magnesio cuya fórmula es  $Mg(HCO_3)_2$

– Grupo 3: Agua salina y dura sin carbonato

Sulfato de calcio cuya fórmula es  $CaSO_4$

Cloruro de calcio cuya fórmula es  $CaCl_2$

Nitrato de calcio cuya fórmula es  $Ca(NO_3)_2$

Sulfato de magnesio cuya fórmula es  $MgSO_4$

Cloruro de magnesio cuya fórmula es  $MgCl_2$

Nitrato de magnesio cuya fórmula es  $Mg(NO_3)_2$

– Grupo 4: Agua salina, sin dureza

Sulfato de potasio cuya fórmula es  $K_2SO_4$

Cloruro de potasio cuya fórmula es  $KCl$

Nitrato de potasio cuya fórmula es  $KNO_3$

Sulfato de sodio cuya fórmula es  $Na_2SO_4$

Cloruro de sodio cuya fórmula es  $NaCl$

Nitrato de sodio cuya fórmula es  $\text{NaNO}_3$

La materia productora de acidez en el agua, puede originarse de volcamientos, además es habitual al tratar el recurso hídrico, siendo estos:

Ácido sulfúrico cuya fórmula es  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Sulfato ferroso cuya fórmula es  $\text{FeSO}_4$

Sulfato de aluminio cuya fórmula es  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$

### **2.1.1.3. Bacteriológicas**

El agua contiene en su condición, inmensas variedades de elemento biológico desde los mínimos organismos hasta los grandes por ejemplo los pescados.

La aparición de los microorganismos podría ser de forma natural, esto quiere decir constituyendo su medio natural, provienen por varios medios, también prevenirla por contaminarse de las emisiones de cloacas o industrial, otro aspecto puede ser la acción del arrastre provocado por la precipitación.

Las calidades como también las cantidades del individuo está compuesto por las propiedades físicas y químicas del agua, el agua cuando está en condiciones de temperatura optimas y contiene materia orgánica, habitan los microorganismos y se dispersan. De igual forma los crustáceos incrementan y también los peces actúan de la misma forma.

### **2.1.2. Clases de agua**

En caso de ser consumidos por parte de los pobladores (agua potabilizada), para uso industrial y para uso agrícola (agua de riego), cada una de ellas con características propias.

### **2.1.3. Tipos de fuente de agua**

Dentro de las fuentes de agua en el mundo tenemos:

#### **2.1.3.1. Manantiales**

Es el lugar donde nace el agua o llamados ojos de agua que salen a la superficie desde el subsuelo. Generalmente tienen un flujo de alrededor de 2,0 L/s. puede variar e incrementar el caudal.



### **2.1.3.2. Afluentes de agua**

Los afluentes de agua como arroyos tienen cierta desconfiabilidad, siempre en cuando aguas arriba exista un grupo de población y ganadería. Para los seres vivos es el elemento vital de satisfacer las necesidades y no hay otro medio que remediarlo. El agua es perfecta, cuando su contaminación se incrementa en su recorrido, con las épocas lluviosas se limpia. Es interesante saber, cual es la huella hídrica máxima o mínima que alcanza dicho riachuelo o quebrada.

### **2.1.3.3. Inmensos afluentes de agua**

Los ríos son la fuente poco deseable y llegan a ser las más afectas por la contaminación. Y la ventaja es la mejor fuente para el desarrollo de ariete hidráulico, una de las maneras de abastecer agua a la población que se localiza en la parte alta, donde es difícil obtener agua para la agricultura.

### **2.1.4. Principios del agua**

De acuerdo a la Ley N° 29338, ley de recursos hídricos, para utilizar y gestionar integralmente el agua, se enmarcan en los principios:

- Principio de valoración el recurso hídrico, la administración conexas del dicho principio. El agua contiene una estimación de aspectos sociales, estimación benéfica de la economía y valor de sostenibilidad medioambiental, en consecuencia, su práctica podrá apoyarse en el trabajo integral y la mesura en ello.

El ecosistema y el agua es la parte integral renovable mediante el ciclo del agua.

- Principio de prioridad en el paso del recurso hídrico. El acceder al líquido vital con fines de satisfacer la necesidad básica para la humanidad por la importancia primordial y por sus derechos, incluso el agua se usa durante periodos de estiaje.
- Principio de participar los pobladores y cultura hídrica. Nuestro gobierno emplea instrumentos donde se participa e intervienen los usuarios y la junta organizada, también toman decisiones en el mantenimiento, baja calidad, oportunidad o

distintos atributos del agua. La organización es muy importante fortalece el desarrollo institucional de los usuarios de agua por su servicio y calidad.

- Promueve programas de enseñanza, divulgación y concientización, en coordinación con las entidades involucradas en educación hacia la población, además el valor de consideración del agua, así para el hombre y los ecosistemas ambientales, influyendo divulgación concientizada, siempre conllevando actitudes positivas que, a ello suma su valor y la utilidad adecuada.
- Principio de seguridad jurídica. La nación. El Estado reúne o da una norma de facultad para el uso de agua. Protege y vigila siempre respetando la condición que otorga la seguridad jurídica para el bienestar del uso de agua (público, privado o ambos).
- Principio de respetar el uso del recurso hídrico por la comunidad campesina y/o nativa. Los gobiernos respetan los hábitos y uso de creencias de cada comunidad campesina ya sea nativa, también el derecho de usar el agua que transcurren por el suelo, por lo tanto, que no entre en contradicción a la Ley. Impulsar los conocimientos ancestrales en las creencias del recurso hídrico.
- Principio de sostenibilidad. Cada gobierno del estado protege y vigila el beneficio total, conserva sosteniblemente el recurso hídrico evitando las alteraciones, el daño ambiental de su entorno natural, esto permite beneficio-protección del ecosistema.

La administración y la utilización de equilibrio del agua impulsa integrar la presencia sociocultural, ambiental y económico en el avance nacional, a la vez la sostenibilidad, la necesidad de las generaciones presentes y el porvenir.

- Principio de descentralizar la gestión pública del recurso hídrico y de autoridad única. La gestión pública con fines de su efectividad en gestionar el agua, conducir el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es el único responsable como autoridad y desconcentrada.
- Principio precautorio. Cualquier intensión provocada al daño inevitable de amenaza de la fuente de agua, atribuye impedir para tomar medidas de control de su desaparición total o parcial.

- Principio de eficiencia. El equipo integral del recurso hídrico se caracteriza por brindar eficiencia en el aprovechamiento, sostenimiento e impulsando el desarrollo cultural frente al uso eficiente de la población usuario-operador del agua.
- Principio de gestionar integralmente y de manera participativa en una cuenca hidrográfica. La utilización del agua merece ser justo por igualdad, por su importancia ambiental, económica y lo social, partiendo del principio de administración comuna y la contribución de su gente activa y organizada de su entorno. El agua forma parte del ecosistema y es renovable por su naturaleza en el ciclo del agua.
- Principio de tutela jurídica. El agua es protegido, supervisado y fiscalizado por el Estado en su origen de fuente natural o artificial, también el estado que presente (sólido, líquido o gaseoso), sea cual sea la etapa del ciclo hidrológico que se encuentre.

#### **2.1.5. Agua potable**

De acuerdo a la OMS (2006), el agua aprovechable por el hombre (agua potable), consta en las Guías, no provoca un daño relevante para la salud el consumo de agua natural durante el proceso de desarrollo de la vida, siempre tomando en cuenta las diferentes vulnerabilidades presentes durante diferentes etapas de la vida humana. El principal riesgo de contraer malestar por el consumo de agua, son las personas de lactancia y los menores de edad, también de tercera edad, personas desnutridas que habitan en condiciones antihigiénicas. El agua potable es idónea para uso doméstico e higiene personal. Las guías permiten el envasado de agua y el hielo con el fin de consumo humano. Por su puesto, necesitará mayor calidad para fines mucho mayor especial como la industria dedicada de producción alimentaria, los farmacéuticos y otros usos.

Principalmente se atribuyen personas con inmunodeficiencia considerablemente grave, la recomendación para ellos es tomar precauciones, beber agua hervida, de acuerdo a su sensibilidad de micro organismo, la presencia de estos no sería un problema preocupante en el agua de consumo. Las especificaciones como las guías podrían no ser adecuadamente una garantía de protección de la vida acuática o para algunas industrias.

Según Alunni (2005), si con agua pretendemos dar el valor agregado para el consumo humano, cumplir con las propiedades microbiológicas, químicas y físicas.

Condiciones físicas. Las características del agua que tiene para ingerir prohibido mostrar color, olor, o material que permita turbiedad o presencia desagradable.

Condiciones químicas. Para calificar el agua como consumo humano la calidad química, se permitirá de un gusto placentero, con propiedades de sales disueltas óptimas (cloro, sulfatos, carbonatos en equilibrio con sodio (Na), calcio-magnesio, plomo (Pb), arsénico (As), flúor (F), entre otras).

Condiciones microbiológicas. Deberá ser libre de la totalidad de bacterias u organismos patógenos para considerarse agua potable.

Consideramos de calidad el agua cuando cumple las condiciones físicas buenas, libre de sustancia nociva, sin color y gusto diferente y sin patógenos perjudiciales para la salud.

De acuerdo al origen del agua, la modificación en agua potabilizada, tendrá que ser transformado y llevado a procedimientos que van desde lo más simple como la esterilización, hasta lo más complejo como la desalación. El sistema de abastecimiento de agua potabilizada más complejo, son la utilización de aguas superficiales, estas son las 5 partes fundamentales, que se deben conocer:

- Almacén del recurso hídrico en bruto.
- Capítulo 2 Marco Teórico 26.
- Captar el agua.
- Tratar el agua.
- Almacenar el recurso hídrico tratado.
- Tener una red que distribuya el agua tratada.

#### **2.1.5.1. Red de suministro de Agua Potabilizada**

Refleja de una obra de ingeniería, permitiendo su fácil aprovechamiento en cada hogar en lugares aglomerados, ya sean en lugares urbanos o rurales. Ya sea recurso agua o gas.

Taxonomía del sistema de abasteciendo de Agua Potabilizado de acuerdo a la fuente u origen.

- Recurso hídrico proveniente de precipitación concentrada en cisternas.
- Recurso hídrico procedente de fuente natural, existiendo un brote del agua subsuperficial hacia el exterior.

- Agua subsuperficial, encontrado filtrando (ojos de agua) como en pozos o galerías filtrantes.
- Recurso hídrico superficial, proveniente de un río, arroyo, embalse o algún lago natural.
- Recurso hídrico de los mares.

El sistema suministrado del recurso hídrico que será diseñada en el desarrollo de este trabajo constará de agua superficial, porque se aprovechará de una fuente quebrada, específicamente la quebrada Santa Cruz.

### 2.1.5.2. Calidad de agua potabilizada útil

Todas las restricciones obligatorias se deben cumplirse con agua controlada o tratada para su aprovechamiento en la planta, adscrita por la Norma de calidad de agua potable peruano lo mencionaremos en el siguiente Tabla 3.

**Tabla 2.** Límite máximo permisible de parámetros químicos.

<b>Característica química</b>	<b>Límites máximos permisibles</b>
Plomo(Pb)	0,1 mg.l <sup>-1</sup>
Flúor(F)	2,0 mg.l <sup>-1</sup>
Arsénico(As)	0,05 mg.l <sup>-1</sup>
Selenio(Se)	0,5 mg.l <sup>-1</sup>
Fierro(Fe)	0,3 mg.l <sup>-1</sup>
Manganeso(Mn)	0,2 mg.l <sup>-1</sup>
Magnesio(Mg)	125,0 mg.l <sup>-1</sup>
Zinc(Zn)	15,0 mg.l <sup>-1</sup>
Cloruros(Cl <sup>-</sup> )	250,0 mg.l <sup>-1</sup>
Sulfatos(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	250,0 mg.l <sup>-1</sup>
Sólido total	1.000 mg.l <sup>-1</sup>
Nivel de pH	5,0 – 9,0
Alcalino por carbonato	<120,0 mg.l <sup>-1</sup>

Fuente: Reglamento de calidad de agua de consumo humano (Anexo III).

**Tabla 3.** Límite máximo permisible de parámetros de calidad organolépticas.

<b>Característica física</b>	<b>Límites máximos permisibles</b>
Turbidez	Menor o igual a 5 NTU
Coloración	Menor o igual a 5 UC.
Sabor y olor	Ausente
Mineral soluble excedente	Ausente

Fuente: El reglamento de calidad de agua de consumo humano (Anexo II).

En cuanto a la calidad bacteriológica, recomienda la ausencia de coliformes fecales, microorganismos parásitos y patógenos.

### **2.1.5.3. Calidad de fuentes de agua**

Según la ley general de aguas, las fuentes de agua superficiales deben presentar la siguiente clasificación y características:

**Tabla 4.** Clasificación de las aguas.

<b>Taxonomía de las aguas</b>
<p><b>Tipo I:</b></p> <p>Agua subterránea y superficial que proviene del entorno de la cuenca, con propiedades primordiales establecidas en la Tabla 5, también con propiedades que cumplan las condiciones de potabilidad.</p>
<p><b>Tipo II - A:</b></p> <p>Agua subterránea y superficial que proviene de cuencas, con propiedades primordiales establecidas en la Tabla 5, permitiendo cumplir los estándares de agua potable.</p>
<p><b>Tipo II - B:</b></p> <p>Agua superficial que proviene de cuencas, con propiedades primordiales establecidas que permitan la coagulación para poder satisfacer con los estándares de potabilidad.</p>

Fuente: Ley General de Aguas (Anexos).

**Tabla 5.** Características de las aguas.

<b>Parámetro</b>	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II–A</b>	<b>Tipo II–B</b>
Promedio de DBO (mg/l)	0,0 – 1,50	1,50 – 2,50	2,5 – 50,0
Valor máximo de DBO (mg/l)	3,0	4,0	5,0
– Coliformes totales	< 8,80	<3000,0	<20.000,0
– Coliformes termoresistentes	0	<500,0	<4.000,0

Fuente: Ley General de Aguas (Anexos).

### **2.1.6. Desinfección del agua**

La OMS (2006), plantea sobre a desinfección que, es una intervención de mucho valor indiscutible para el abastecimiento de uso del agua. Consta eliminar pequeños organismos nocivos infecciosos, es una intervención vital, se realiza con frecuencia introduciendo producto químico o compuestos como por ejemplo el cloro.

Desinfectar consta de eliminar diversos patógenos (en particular bacterias) en el procedimiento de tratar el agua de consumo humano se deberá utilizar como en aguas superficiales, aguas subterráneas sometidas a los niveles contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como prevención en los contaminantes de concentración baja en patógenos proliferantes del sistema de distribución.

### **2.1.7. Métodos y reglas de calidad de agua para el consumo humano**

#### **2.1.7.1. Directrices: Organización Mundial de la Salud (OMS)**

Las primeras impresiones del International Standards for Drinking-Water de en año de 1958 propone estándares básicos en la calidad física, química y bacteriológica del agua con el fin de consumo poblacional, uso doméstico, detallando los pasos idóneos de análisis. 1983 las primeras publicaciones de la guía sobre la calidad de agua del abastecimiento poblacional (Guidelines for Drinking Water Quality-GDWQ). La 2da publicación en el año de 1993, (mostrando algunas modificaciones en el 96-97) mejoró algunos aspectos muy significativos en parámetros químicos y la 3ra publicación (OMS, 2004), con algunos apéndices en 2006 y 2008, impulsan el enfoque integral aplicados en las evaluaciones de gestiones del riesgo para la totalidad del SAAP designado Plan de Seguridad del Agua (PSA) (Davison *et al.*, 2005).

### **2.1.7.2. Directrices: Agencia de Protección Ambiental (EPA)**

A inicios de año de 1970 en EE.UU. las fuentes de agua fueron contaminados con compuestos químicos en donde fueron un problema ambiental y la salud en general por lo tanto llevo a la aprobación de Safe Drinking Water Act en el año 1974, se atribuía en los tratamientos como un instrumento asegurando en el suministro de agua; en el año de 1996 se modificaron sobre la importancia de cuidado de fuentes de agua, fiscalizadores, y dar un costo para mejorar los SAAP, y también brindando información a la población de la seguridad del agua (Pinto, 2006). La normativa actual (EPA 815-F-00-007) enmarca la National Primary Drinking Water Regulations (NPDWRs), incluyendo condiciones y límites de contaminación en el agua para el consumo humano y que podrían presentar riesgos para la salud, la National Secondary Drinking Water Regulations (NSDWRs) menciona también que habrían compuestos que ocasionarían efectos estéticos y organolépticos, y todo esto no son de realizar un cumplimiento obligación (USEPA, 2008).

### **2.1.7.3. Legislativa peruana**

Los ámbitos regulatorios nacionales reúnen lo referente a la normativa de Sanitaria considerando aplicar al Sistema HACCP para la elaboración de primera necesidad en la Resolución Ministerial N° 449-2006 (Ministerio de Salud, 2006), donde la actual Normativa Sanitaria, se sostiene al determinado por la 5ta Disponer Complementariedad Transitoria y Final del Reglamento en el control por la Vigilancia Sanitaria de la primera necesidad, ratificado por DS N° 007-98-SA y está en la conformidad de implantar la Normativa Codex Alimentarius “Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control” (Sistema HACCP por sus siglas en inglés Hazard Analysis and Critical Control Point) y las normas de su aprobación; y el Reglamento de Calidad del Agua para el aprovechamiento del hombre en el DS N° 031-2010-SA (Ministerio de salud, 2010). El actual reglamento concluye las decisiones generales relacionadas a la administración de la calidad del agua para el aprovechamiento de la población, con el objetivo de afianzar su confianza, previniendo los aspectos de riesgos sanitarios, también promoviendo y protegiendo la salud y bienestar de la población, donde se definen actos de protección y control de la condición de calidad de redes hidrográficas del SAAP. La norma se asocia al Reglamento de calidad del agua para uso poblacional toma medidas de forma ocasional las principales finalidades del PSA desarrollado por la OMS (2004), concuerda las exigencias para su implementación (Rojas, 2006).



## **2.2. Determinación de peligros, sucesos peligrosos y evaluar los riesgos**

### **2.2.1. Determinación de los peligros y sucesos peligrosos**

El Manual WSP (2009), indica que el equipo de trabajo deberá determinar, para cada etapa del proceso de tratamiento, en algunas veces puede tener fallas en lugares menos esperados del sistema de suministro de agua; siempre existen peligros improvisados. Los peligros se determinan realizando visitas y analizando documentos. Cuando hacemos inspección, puede que no hayamos detectado fallas en las zonas adyacentes con el tiempo puede causar estragos, mayormente sucede mediante el análisis de la documentación. Cuando determinamos peligro eso hace que evaluemos los acontecimientos de la información del pasado, ya sean pronósticos, información de los servicios de suministro de agua potable en la presencia particular del sistema de procedimiento y el uso adecuado.

El grupo acertará, encontrará factores que podrían ser una duda de riesgo pero que no son claras justificables, el lugar de instalación de un tratamiento de agua en una llanura aluvial (aunque nunca hubo un hecho histórico de una inundación), otro de los detalles es la edad del conducto como las tuberías de un sistema de conducción y distribución (tuberías viejas propenso a sufrir fluctuaciones de la presión). Para ello el equipo técnico tendrá que tener presente los “factores de influencia”. En cualquier punto, etapa podría tener fallas el sistema de suministro de agua ocasionando sucesos peligrosos.

### **2.2.2. Evaluación de los riesgos**

La amenaza agrupada se entiende como peligros y se explica precisamente la posibilidad de que ocurra algo (ejemplo, “posibles” o “excepcionales”) apreciando la consecuencia de la gravedad si habría el caso de originarse (ejemplo, “insignificante”, “grave” o “catastrófico”). Se considera relevante la posible repercusión en el sistema sanitario, también deberían considerar otras causas como los impactos organolépticos, la suficiencia y la continuidad del suministro, y la reputación de abastecer el suministro de agua. La finalidad será diferenciar riesgo considerable y menos considerable. Para entender un poco más es construir tablas y luego registrar de forma ordenada todos los posibles casos de peligrosos y peligros asociados, y a ello estimar su magnitud de riesgo. Al principio la Tabla de evaluación de riesgos, las utilidades de suministro de agua deberán determinarse con detalles el significado de “posible”, “excepcional”, “insignificante”, “frecuente”, etc. Por medio de estos términos se podrá evitar que la evaluación de riesgos sea excesivamente subjetiva. Los

puntajes de la matriz de riesgos, precisa que un riesgo se clasifica como “significativo”. Las informaciones se basarán en las experiencias, el conocimiento y el juicio. En la determinación de riesgos si es mucho, poco, consideraremos significativos hasta la próxima investigación aclare sobre ella. se tendrá la especificidad del suministro porque cada sistema es único.

### 2.2.2.1. Alternativa del método más idóneo de evaluar el riesgo

Cuando se desarrolla una evaluación de riesgos podríamos realizar un procedimiento cuanti o semi cuantitativo, que abarca estimar la posibilidad y el grado consecuencia, y el método cualitativo implica en la opinión de los expertos del grupo de trabajo.

**Tabla 6.** Procedimiento cuantitativo y semi cuantitativo basado en la matriz de riesgo.

		Gravedad del efecto				
		Insignificante Puntaje 1	Efecto leve Puntaje 2	Efecto moderado Puntaje 3	Efecto grave Puntaje 4	Efecto catastrófico Puntaje 5
Probabilidad o frecuencia	Casi siempre/Diario <b>Puntuación: 5</b>	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	Probable /Semanal <b>Puntuación: 4</b>	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0
	Moderado /Mensual <b>Puntuación: 3</b>	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0
	Improbable /Anual <b>Puntuación: 2</b>	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
	Excepcional /Quinquenal <b>Puntuación: 1</b>	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Puntaje de riesgo			< 6,0	6,0 – 9,0	10,0 – 15,0	> 15,0
Clase de riesgo			Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: De Deere *et al.* (2001).

**Tabla 7.** Ejemplos de cálculos de riesgos utilizando la matriz.

Suceso	Ingreso de focos infecciosos por la disminución de presión en la red esto se debe a nexos ilegales.
<b>Mal suceso</b> y fundamento de la puntuación asignada	5: Trae consecuencias saludables, logrando producir enfermedades hasta la muerte
<b>Probabilidad del suceso</b> y fundamento de la puntuación asignada	2: Existen mediciones y controles en la instalación de fontanería, pero son ineficaces: se produjo de dos brotes ocasionado por conectar ilegalmente en el último quinquenio.
<b>Puntuación</b>	$5,0 \times 2,0 = 10,0$ : de alto riesgo
<b>Resultado</b>	Existe un riesgo clasificado de suma prioridad adoptándose las acciones inmediatas

### 2.3. Determinación de medidas de control

El Manual WSP (2009), indica que al instante determina los peligros y hace las evaluaciones de los riesgos, el grupo de trabajo documentará las posibles mediciones de controles que existen y potencian. Todo el grupo asumirá si la medida de controles existentes es eficiente. Este tipo de medida de eficiencia de control se verificará inspeccionando en todo el establecimiento, las características del fabricante, o los datos de monitoreo.

La medición de controles (también mencionadas “barrera” o “medidas de atenuación”) siendo fases dentro del sistema que suministra de agua consumible y que están frecuentemente por alcanzar una buena calidad por lo tanto garantizando y monitoreando siempre la calidad establecida. También se realizan actividades para reducir los riesgos.

#### 2.3.1. Problemas en fuentes (cuenca)

Nakamatsu (1996) menciona que, en aguas superficiales, existen algún factor ayuda a la pérdida de la calidad del agua se tiene:

- Ausencia de lluvias estacionales.
- Avenidas o huaycos estacionales.
- Curso final de descargas industriales, mineras, agrícolas y domésticas.
- Legislación particularizada por sector.

**Tabla 8.** Problemas en fuentes (Cuencas).

<b>Principales problemas</b>	<b>Alternativas de solución</b>
Variaciones de volumen.	Mejor administración del Río por comité multisectorial.
Gran concentración de metales pesados.	Control de las descargas industriales y mineras.
Desmejoramiento de la calidad de las aguas por alta turbiedad, metales o bacteriana	Buscar fuentes alternas.
Ingreso de pesticidas	Control de fertilizantes o sustituto.
Concentración de precursores de THMs.	Control de vertimientos.

### 2.3.2. Problemas derivados de la secuencia del método

El agua transformada en el proceso de tratamiento debe ser obtenida en cantidad y calidad acorde con los niveles de calidad prefijados por la empresa siempre y cuando cumpla con los requisitos mínimos que debe reunir un agua apta para consumo humano (Nakamatsu, 1996).

**Tabla 9.** Problemas derivados del proceso de tratamiento.

<b>Problemas en procesos de tratamiento</b>	<b>Alternativas de solución</b>
Dificultad en tratamiento por altas turbiedades y gran carga orgánica.	Control del cauce del río.
Uso de floculantes de mala calidad o cuyos subproductos son de riesgo para la salud.	Control de floculantes y análisis de subproductos generados.
Unidades de proceso ineficientes (filtros, desinfección, etc.)	Control de procesos exhaustivos de cada unidad de tratamiento.
Proceso no adecuado para problema específico, THMs, Fe, Pb, etc.	Implementación de proceso de tratamiento.

### 2.3.3. Problemas en el sistema de distribución

Nakamatsu (1996) menciona que, la calidad del producto terminado debe mantenerse hasta el instante en que sea consumido. los factores atribuyen a la pérdida de la calidad del agua está:

- Degradación de la calidad por problemas internos en los domicilios.
- Desperdicio del agua por negligencia y por mala calidad de accesorios.
- Desarrollo urbano no regulado.
- Mal diseño de redes propicia la contaminación.
- La escasez del recurso que provoca la falta de continuidad en el abastecimiento.
- Malas condiciones sanitarias de las estaciones de bombeo, almacenamiento, etc.

Dentro de los problemas que se presenta en la red de distribución tenemos:

- Mala calidad estética y organoléptica del agua de consumo.

- Contaminación bacteriológica e insalubre.
- Presencia de compuestos nitrogenados.
- Incremento de concentración de plomo por materiales de conducción.
- Riesgo de ingesta de compuestos orgánicos tóxicos.

Las causas más comunes de los indicios de contaminación de origen bacteriano son:

- Interconexión debido a insuficiente separación entre alcantarillado y tuberías de agua, presiones bajas y negativas, rotura de redes de agua y represamiento de colector, construcción y reparación de algunas estructuras del sistema.
- Falta de limpieza en sistemas de almacenamiento.
- Accesorios en mal estado.
- Tratamiento insuficiente del agua en las instalaciones de producción, alta carga orgánica e inorgánica en la fuente.

#### **2.3.4. Monitoreo operativo**

El seguimiento operativo evalúa, con periodos muy adecuadas para su eficiencia en las medidas de control. Los monitoreos periódicos podrían ser diversas; ejm, la verificación del cloro excedente y siempre corroborando cada tres meses el fondo que rodea el reservorio o pozo.

Las finalidades en el seguimiento operativo es la constante observación en el periodo adecuado por el suministrador de agua de consumo humano en cada control para garantizar su eficacia y así cumplir metas, sobre todo la protección de la salud (OMS, 2004).

#### **2.3.5. Procedimientos de gestión**

La administración eficiente sobrelleva: las prevenciones que se optaran en respuesta a fluctuaciones que se producen en condición operativa normal, las condiciones se adecuaran siempre en cuando se ocasionan «accidentes» concretos que podrían causar un perjuicio en el cuidado del sistema, tomar en cuenta los métodos en condiciones improvisadas o de emergencias. Cada procedimiento de administración se deberá documentar, como la prueba del sistema, propósitos de seguimiento, planificación de complementariedad también la capacidad de comunicar para asegurar la normal funcionalidad del sistema (OMS, 2004).

### 2.3.6. Documentación y comunicación

La OMS (2004) indica que, la documentación comprenderá:

- Describir y evaluar los sistemas de suministro de agua de consumo humano, incluyendo los programas de ampliación y mejorar los sistemas de abastecimiento que existe.
- Plan de monitoreo operativo del procedimiento de suministro de agua de consumo.
- Pasos de administración de la garantía del agua a fin de un buen desarrollo, los accidentes (especificidad y gatos) también son condiciones de contratiempos, incluidos los respectivos propósitos de correspondencia.
- La presentación de las evaluaciones complementarios.

Los datos son de mucha importancia para conocer la condición existente reconociendo el procedimiento del suministro de agua de consumo si en verdad cumple. Principalmente mantienen 05 formas de registro:

- Documentos complementarios para la elaboración.
- Dato y resultado originados por la actividad de supervisión operativo.
- Resultado de la investigación de incidente.
- Documento del método y procedimiento utilizado.
- Registro de los procedimientos de estudios del trabajador.

El técnico encargado logra determinar, inspeccionando los datos obtenidos por la supervisión de operaciones como los verificadores, una intervención acercándose a su umbral muy delicado. Si detectamos en los registros podría ser de gran ayuda y hacer unos ajustes inmediatamente. Recomendación que los exámenes siempre se realicen periódicamente en los registros de PSA para garantizar, siempre habrá una medida más adecuada y desarrollarla. Dada la situación podrían llevar los auditores los registros también resulta fundamental.

Se deberán utilizar planteamientos estratégicos en comunicación y entre otras tenemos:

- Métodos que ayudaran a dar información con rapidez de cual sea el incidente significativo que se produjo en el sistema de suministro de agua, también el aviso correspondiente a las autoridades de la entidad de salud.
- Proporcionar información resumida para los consumidores por ejemplo brindar informe anual, subir al internet.
- Crear instrumentos para la atención sobre los reclamos de la comunidad, reuniones para tocar temas de forma activa y puntuales.

El beneficiario tiene la facultad de ser comunicados con respecto del cuidado del agua en el suministro para el consumo humano. Por lo tanto, no siempre, en varias localidades, la facultad de acceso garantiza la calidad de agua, si no ayuda a contribuir a la población de entender las estrategias de seguridad del agua; además, Los organismos responsables del monitoreo elaboraran información y métodos de difusión sobre la importancia, valor y la seguridad del agua (OMS, 2004).

### **2.3.7. Descripción de la funcionalidad del sistema de suministro de agua potabilizada**

La captación del agua para la población beneficiada en la ciudad de Nuevo Progreso, empieza por la succión clasificada como agua cruda (sin tratamiento) mediante la captación por gravedad, está localizada en la parte alta de la quebrada Santa Cruz, la cual discurre y se almacena en tanques de la planta de tratamiento que está ubicado a 200m de la quebrada (abastecimiento). En donde se realiza la potabilización del agua almacenada y agua tratada en dichos tanques para su recorrido hasta la ciudad y usuarios.

## **2.4. El sistema HACCP**

Según Cueva (2006), el H.A.C.C.P. es un sistema metodológico, con criterios científicamente eminente preventivo, utilizando la identificación, evaluación, almacenamiento y distribución de alimentos, con la finalidad de generar sustancias robustas para el usuario, que este desarrollo alcanza el énfasis del beneficio final, como control de seguridad alimenticio a beneficio de realizar medida preventiva en todos los periodos de producir, distribuir y ventas. Tambien, se menciona que H.A.C.C.P. es un sistema de autocontrol por que la formación del grupo responsable es el pilar exclusivo de la efectividad.

Además, la Food and Agriculture Organization (FAO, 2013) como el ministerio de sanidad y consumo (MINSA, 2002) mencionan que el sistema H.A.C.C.P. influyo muchísimo en la seguridad alimentaria.

En este sistema se utilizan los procedimientos que llevan el control de los sitios complicados en el manejo de alimento, permitiendo que no se origine dificultades referentes a la seguridad. El sistema H.A.C.C.P. sostiene de base científica de forma ordenado en donde muestra lograr los peligros especiales, también la medida necesaria para el manejo, con la finalidad de someterse a la seguridad del alimento, su finalidad es prevenir inspeccionando y comprobando en los resultados finales.

FAO/OMS y Codex alimentarius (2003) mencionan que, el H.A.C.C.P. es un sistema de controles con base científica y de carácter organizado.

Su ejecución permite detectar peligros precisos desarrollando una guía de medidas adecuado de controles, asegurando de esa forma la inocuidad de alimentos.

Instituciones como la FAO (2014), recalcan al sistema H.A.C.C.P. como un instrumento para lograr detectar amenazas y determinar métodos de control dirigidos a la prevención y no concentrarse del análisis en el producto terminado.

Según el libro Codex Alimentarius (2014) presentando un enfoque que permite prevenir los riesgos de sanidad del alimento. La experiencia es fundamental en las industrias de alimentos, también en los países que van aplicando este sistema de H.A.C.C.P. permitiendo dar una garantía de salubridad de alimentos, y una eficacia en utilizar el recurso técnico y económico que dispone la empresa y también permite la eficacia el trabajo responsable sanitario.

#### **2.4.1. Plan HACCP**

La normativa RM 449-2006 (MINSA 2006) menciona que el sistema H.A.C.C.P. es una información dispuesto de aprobación con los principios del sistema H.A.C.C.P. en tal sentido la culminación fortalece el control de los peligros que muestre significativo de la inocuidad alimentaria de la línea alimenticia considerando los peligros. Si queremos implementar verdaderamente el sistema necesitamos una gestión sólida para detectar el riesgo significativo con un enlace de protección alimenticia. También se evaluarán y establecerán medidas de protección permitiendo controlar (Hyginov, 2000).

De ser un sistema de calidad el H.A.C.C.P. es muy sistemático, por ello proporciona confianza por la exigencia de seguridad y salubridad de un producto alimenticio (García,



1999). Por ello la normativa RM 449-2006 (MINSA 2006) trabaja con un sistema de H.A.C.C.P. la sucesión alimenticia presenta 7 principios:

Principio 1. Enumera los principales peligros vinculados con cada etapa de análisis de los peligros, con el fin de determinar y controlar las medidas de los peligros identificados.

Principio 2. Determina los momentos críticos de control (PCC).

Principio 3. Establece el umbral y los límites críticos (LC) en cada P.C.C.

Principio 4. Establece un sistema de vigilancia y control del P.C.C. también establecer medidas correctoras para adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado P.C.C. no está controlado.

Principio 5. Establece medidas correctoras que habrán de adoptarse cuando la vigilancia en un P.C.C. indique una desviación respecto a un límite crítico establecido.

Principio 6. Establece métodos de verificación para confirmar que el sistema H.A.C.C.P. funciona eficazmente.

Principio 7. Establece un sistema de registro y documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Según la FAO y OMS (2003), los grupos de trabajo o empresa debe tomar responsabilidad en la ejecución de los principios del sistema H.A.C.C.P. lo cierto, las autoridades de gobierno y las industrias son los perjudicados de esperar obstáculos que limitan la eficacia del dicho sistema por la propia empresa. Esto ocurre en la pequeñas o los que recién inician, indican que el HACCP se aplica con la flexibilidad adecuada, se deberán seguir los 07 principios basados del sistema.

La flexibilidad de tomar en cuenta el origen y la secuencia de la actividad humana, financiero, estructura, procedimiento, conocimiento y los limitantes de la práctica. A esto el grupo Codex Alimentarius desde 1986, usuarios dedicados en este rubro de alimentación recomienda que la aplicación de este sistema autocontrol uno de los soportes son los principios.

Bryan (1990) menciona que, algunas ventajas de H.A.C.C.P. Resulta ser más económico sobre el control del desarrollo del producto acabado. También permite establecer medidas de prevención sobre el control de tradición de inspecciones del producto acabado. Atribuye reducir monto de producto defectuoso, generando incremento en el rendimiento.

La carga de responsable asume la empresa, de modo directo en los controles de seguridad alimenticia. También los alimentos deberán mostrar altos niveles de sanidad, mediante la inocuidad identificando los peligros sobre los puntos crítico (P.C.C.). por ultimo controlar directamente el proceso, en donde permite respuestas rápidas sobre las medidas correctoras. El cumplimiento de las prácticas sanitarias y los controles dé una garantía en el entendimiento entre el empresario y la autoridad para la salud del consumidor.

#### **2.4.2. Utilización del sistema HACCP**

Según Kleeberg (2007) mencionan los pasos para utilizar el sistema H.A.C.C.P.

Paso 1: formación del grupo HACCP

Paso 2: Describir el producto

Paso 3: Determinar el uso y definir el destino del segmento

Paso 4: Enumerar el peligro, análisis de riesgo y determinar medidas de control.

Paso 5: Determinar lugares críticos de control (PCC)

Paso 6: Establecer límites críticos de control (LCC)

Paso 7: Establecer criterios de vigilancia o supervisión.

La supervisión es una medida de observación realizada en un PCC muestra el desarrollo que se está operando entre los intervalos críticos. Los componentes fundamentales del sistema HACCP es garantizar que rendimiento y producto sean de manera segura (Kleeberg ,2007). Y a la vez menciona que el objetivo del sistema es monitorear para cada PCC.

- Asegurar en el tiempo, inocuidad de la industria alimenticia.
- Establecer criterios de plan de vigilancia HACCP, mantener el PCC dentro de los límites críticos de control y detectar desviaciones.
- Servir la evidencia objetiva para establecer y el funcionamiento del sistema HACCP.

Paso 8: Establecer medidas de corrección.

Paso 9: Establecer los métodos de verificación.

Paso 10: Establecer los sistemas de documentación y registro.

## **2.5. Beneficio y dificultades**

### **2.5.1. Beneficios**

El HACCP es un procedimiento de eficiencia que genera seguridad de los productos. También tiene eficiencia en dirigir riqueza a las zonas vulnerables, minimizando el riesgo de elaboración y exportación de productos nocivos (Forsythe, 2003).

Según Kleeberg (2007), la consecuencia verdadera utilizada en el HACCP: permite mantener limpias los sanitarios de la planta de procesamiento de los productos de consumo humano, asegurando la calidad y sanidad del producto para exportación y así mejorando la relación costo-beneficio, total aprovechamiento de los recursos a un mejor costo del producto final.

Las ventajas del sistema HACCP son precisamente evidentes, al sistema tradicional de control: también se hace control en la etapa del proceso productivo, y muestran condición de seguridad (Serra y Bugueño, 2004).

### **2.5.2. Dificultades**

Si el HACCP no se usa adecuadamente se dice que resulta difícilmente el sistema de control eficaz, este sucede cuando el personal no está capacitado adecuadamente, o no han seguido adecuadamente los principios del sistema. La eficacia del sistema H.A.C.C.P. perdería siempre y cuando la compañía examinara los peligros posteriormente, trata coincidir las intervenciones del sistema de gestión con los procedimientos de control existente (Serra y Bugueño, 2004).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación y descripción del lugar de trabajo**

##### **3.1.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo se ejecutó en los sistemas de abastecimiento de agua potable, desde la fuente de captación hasta los lugares de consumo, ubicado en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache, provincia de Tocache, región San Martín.

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

###### **3.1.2.1. Distrito de Nuevo Progreso**

La localidad de Nuevo Progreso se encuentra situada a 520 msnm., ubicada en las coordenadas geográficas (08° 26' 59" latitud sur, 76° 19' 36" de latitud norte). Su población es de 11.971 habitantes aproximadamente, ubicado a la margen derecha del río Huallaga, a la cual se accede por vía terrestre, por la carretera afirmada de Tocache a Tingo María, con una distancia de 55 Km, tomando un tiempo de viaje en automóvil de 40 minutos. La localidad de Nuevo Progreso limita:

- Por el Norte : Con el Distrito de Uchiza.
- Por el Sur : Con el Departamento de Huánuco.
- Por el Este : Con la Provincia de Ucayali y el Dpto. de Huánuco.
- Por el Oeste : Con el Departamento de Huánuco.

###### **3.1.2.2. Distrito de Tocache**

El distrito de Tocache se encuentra dentro de los cinco distritos que constituyen la provincia de Tocache y pertenecen al departamento de San Martín.

Es la capital de la provincia Tocache, se ubica en la cuenca del río Huallaga que cruza dicho distrito en orientación sureste hacia el noreste, abarca 1.142,04 km<sup>2</sup> de área cuya representatividad es del 19,47% de dicha provincia, posicionada a 497 msnm. Distrito que tiene alto índice de desarrollo urbano, social y económico, con 20.329 pobladores aprox.

El distrito de Tocache tiene los siguientes límites:

- Hacia el Norte : Provincia de Mariscal Cáceres, del departamento de San Martín.
- Hacia el Este : Provincia de Pataz, del departamento de la Libertad.
- Hacia el Sur : Provincia de Marañón, del departamento de Huánuco
- Hacia el Oeste : Provincia de Bellavista, del departamento de San Martín.

### **3.1.3. Vías de Acceso**

La vía de acceso principal hacia la ciudad de Nuevo Progreso y Tocache, es a través de la Carretera Marginal de la Selva. El acceso puede ser: vía terrestre de Lima, Huánuco, Tingo María - Tocache –Nuevo Progreso.

### **3.1.4. Clima**

Perteneciendo a la zona natural de la Selva Nor-occidental del Perú, tiene características ambientales peculiares, presentando un clima cálido y húmedo, con temperatura media de 25,0 °C; la temperatura anual máxima es de 32.0 °C y la mínima es de 17,5 °C, con precipitación mensual promedio es de 215,0 mm aproximadamente.

### **3.1.5. Topografía**

Posee una topografía de características de selva alta. Es plana con presencia de cobertura herbácea arbustiva que presenta bajo potencial de riesgo por erosión.

## **3.2. Materiales y equipos**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, se utilizará lo siguiente:

### **3.2.1. Análisis de calidad de agua**

La toma de muestras para análisis inicial de calidad de agua será realizada en puntos específicos, como es en la captación, reservorio y en un punto de consumo (domicilio). Los materiales utilizados en muestrear agua como envases de 1 L de vidrio esterilizado, 1 caja de tecnopor para mantener las muestras con hielo hasta su llegada al laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental – Huánuco, y el laboratorio certificado por el INACAL.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Trabajo de pre campo**

En primer lugar, se formó el equipo del PSA, conformado por personas encargadas del sistema de tratamiento. Se solicitó toda la información documentada sobre la planta de tratamiento para revisarla, analizarla y tomar la información necesaria de todos los aspectos en cada componente y etapa de tratamiento de agua.

#### **3.3.2. Trabajo de campo**

##### **3.3.2.1. Evaluación del sistema**

Se determinó los peligros y se evaluó el riesgo en cada etapa de tratamiento del sistema, que está conformado por la fuente de captación, línea de aducción, conducción, almacenamiento de agua cruda, mezcla rápida y de medición, floculación, decantación, filtración, desinfección y almacenamiento del agua tratada.

Determinación de las medidas de control para cada etapa de tratamiento del sistema.

##### **3.3.2.2. Monitoreo operativo**

Definición del monitoreo de las medidas de control para todo el sistema de abastecimiento que se ha tomado en la anterior etapa del trabajo.

#### **3.3.3. Trabajo de gabinete**

##### **3.3.3.1. Gestión, documentación y comunicación**

Aplicar la metodología APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control) para cada etapa de los sistemas de abastecimiento de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache. Proponer medidas de control por componente o etapa del sistema de abastecimiento de agua. Elaborar procedimientos de gestión sobre las medidas correctivas. Elaborar programa complementario, que son actividades que fomentan el desarrollo de las capacidades y conocimientos de las personas, su compromiso con el método planteado, y su capacidad de gestionar los sistemas para suministrar agua potable. Comunicar a las autoridades municipales, sobre medidas de control propuestas para el mejoramiento del servicio público.

### 3.4. Metodología APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control)

#### 3.4.1. Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos

##### 3.4.1.1. Análisis de peligros y caracterización de riesgo

La probabilidad y la gravedad utilizadas para evaluar los peligros que podrían afectar el sistema de agua potable que se encuentran utilizando las personas de la localidad de Nuevo Progreso y Tocache, se desarrollaron sobre la base de un modelo de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009).

En la Tabla 10, se muestra las distintas categorías de probabilidad y gravedad que son utilizadas para lograr determinar el nivel de riesgo.

**Tabla 10.** Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgo (DE DEERE *et al.*, 2001).

		<b>Gravedad de la consecuencia</b>				
		<b>Insignificante</b>	<b>Efecto leve</b>	<b>Efecto moderado</b>	<b>Efecto grave</b>	<b>Efecto catastrófico</b>
		<b>Puntaje 1</b>	<b>Puntaje 2</b>	<b>Puntaje 3</b>	<b>Puntaje 4</b>	<b>Puntaje 5</b>
Frecuencia o probabilidad	Casi siempre/Una vez al día	5	10	15	20	25
	<b>Puntuación: 5</b>					
	Probable /Una vez por semana	4	8	12	16	20
	<b>Puntuación: 4</b>					
	Moderada /Una vez al mes	3	6	9	12	15
<b>Puntuación: 3</b>						
Improbable /Una vez al año	2	4	6	8	10	
<b>Puntuación: 2</b>						
Excepcional /Una vez cada 5 años	1	2	3	4	5	
<b>Puntuación: 1</b>						
<b>Puntuación del riesgo</b>			<6	6 - 9	10 - 15	>15
<b>Clasificación del riesgo</b>			Baja	Media	Alta	Muy alta

**Tabla 11.** Ejemplo del cálculo del riesgo utilizando la matriz.

<b>Suceso</b>	Ingreso de agentes patógenos por pérdida de presión en la red debido a conexiones ilegales.
<b>Gravedad del suceso y fundamento de la puntuación asignada</b>	5: Repercute en la salud pública, pudiendo ocasionar enfermedad y posiblemente, muertes
<b>Probabilidad del suceso y fundamento de la puntuación asignada</b>	2: Hay medidas de control en de la instalación de fontanería, pero son ineficaces: se han producido al menos dos brotes debidos a las conexiones ilegales observados en los últimos 5 años.
<b>Puntuación</b>	$5 \times 2 = 10$ : riesgo alto
<b>Resultado</b>	El riesgo se debe clasificar como prioritario y adoptarse medidas

**Tabla 12.** Tipos de peligros y símbolos.

	<b>Peligro</b>	<b>Tipos</b>	<b>Símbolos</b>
1	Físicos	Sedimentos, olor, turbidez, color	F
2	Químicos	Pesticidas, herbicidas, abonos, agentes desinfectantes.	Q
3	Biológicos	Bacterias, Parásitos, Virus	B

La clasificación de los riesgos, fue basada de acuerdo a las experiencias de la Organización Mundial de la Salud, donde se consideraron los peligros, las fallas y los problemas de los sistemas de agua potable objeto del presente estudio, observados y encontrados mediante las distintas visitas realizadas en campo (in situ), entrevistas con encargados de los sistemas de agua potable e información recopilada mediante entrevistas sobre los sistemas de agua potable.

### 3.5. Descripción del sistema de agua potable (SAP) de nuevo progreso

De acuerdo a la situación actual del gobierno peruano, se convirtió en política de Estado, cuya finalidad es la mejoría del índice de desarrollo poblacional, motivo por el cual



urge realizar inversiones en mejoras del servicio de saneamiento mediante la inversión actual en actividades de agua y desagüe enfocado a la comunidad rural de pobreza extrema buscando ampliaciones en cobertura y continuidad del servicio de agua potabilizada.

La Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, en su afán de ampliar y mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en la Ciudad de Nuevo Progreso; tuvo como objetivo principal, elaborar los expedientes técnicos y la ejecución de obras de saneamiento. El cual permitirá a la población tener acceso directo a estos servicios básicos y mejorar sus condiciones de vida, debido a que estas se han visto afectadas por enfermedades intestinales y respiratorias por falta de un mejor servicio básico con es el agua potable.

Para ello, La Municipalidad, dentro de su programa de inversiones del año 2008, convocó al Proceso de Selección para la Elaboración del Expediente Técnico “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable e Instalación del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Nuevo Progreso”, siendo favorecidos el Consorcio Bajo Mayo.

Beneficiando con este estudio directamente a una población de 4,325 habitantes. En la localidad de Nuevo Progreso, un sector de la población tiene el servicio de agua potable en forma discontinua y deficiente y en otro sector no cuenta con dicho servicio. Asimismo, la población carece del servicio de alcantarillado.

El sistema actual de saneamiento de agua del distrito de Nuevo Progreso, está administrado por la División Agua Potable y Alcantarillado dentro de la Gerencia de Desarrollo Social, Participación Ciudadana y Servicios a la Ciudad.

El proyecto fue ejecutado en septiembre del año 2010 y culminado en mayo del 2013 por la Constructora MPM S.A. El presupuesto total para la ejecución de la obra de agua potable y alcantarillado fue de S/ 15'829.666,00, donde el presupuesto solo para el sistema de agua potable sólo fue de 2'022.531,37 soles, y la fuente de su financiamiento se realizó a través del gobierno central de la mano con el Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento.

### **3.5.1. Planta de tratamiento de agua potable**

La Constructora MPM S.A., refiere lo siguiente:

#### **3.5.1.1. Fuente**

El origen de bastecer el recurso hídrico será por medio del agua superficial, cuya procedencia serán los lugares elevados de Nuevo Progreso, siendo el descargue a través de

una Línea de Conducción con dimensión diametral de 250,0 mm hacia la Planta a Tratar en Agua Potable Proyectado.

### **3.5.1.2. Captación**

Se construirá un barrage que permitirá captar el agua de la quebrada del río, esta estar conformado por los siguientes componentes:

- 1) Barraje: estructura de concreto cuya cota de vertedero es 605,15 metros.
- 2) Compuerta de limpieza, de 1 m de ancho, cuya cota de fondo es de 604,00 m.
- 3) Ventana de bocatoma: cuya cota de ingreso es 604,85 m.
- 4) Rejas de limpieza cuya cota de fondo es de 604,50 m.
- 5) Canal e ingreso a tubería de conducción a desarenador. Cuya Cota de Fondo es 604,40 m.
- 6) Vertedero de rebose, para que el excedente que ingrese al canal de agua, regrese al río.
- 7) Canal desripiador: está controlado mediante una válvula compuerta tipo cuchilla, cuya Cota de Fondo es 604,00 m., esta descarga al canal de limpieza de la bocatoma.

### **3.5.1.3. Desarenador**

Cuya función es retener arenas y partículas de diámetros menores a 0.2 mm de diámetro.

#### **Características del desarenador:**

- a) Zona de ingreso: a través de una tubería de 350 mm de diámetro cuya cota de fondo del ingreso es 604,40 m.
- b) Zona de sedimentación de partículas.

Cuyas dimensiones son:

- Ancho = 1,20 m.
- Largo = 3,60 m.

- c) Salida de vertedero cuya cota es: 603,90 m.
- d) Salida de tubería de desarenador es: 603,50.
- e) Zona de almacenamiento de lodos.
- f) Zona de lavado y rebose de desarenador.

### **3.5.2. Configuración de la Planta**

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, se localiza adyacente al Reservorio Existente RE-1 de 50 m<sup>3</sup>, en el sector de Santa Rosa, a una cota de 576 msnm y tiene un área aproximada de 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha).

Las disposiciones de las unidades de tratamiento se encuentran orientadas con la finalidad de exista eficiencia en la circulación y que funcione por completo mediante la gravedad, teniendo en considerar el aprovechar la energía hidráulica para que funcione.

Las unidades que conforman la planta de tratamiento son:

- 01 Estanque de Regulación.
- 01 Unidad de Mezcla Rápida y Medición.
- 02 Unidad de Floculación.
- 04 Unidades de Decantación.
- 08 Unidades de Filtración.
- 01 Unidad de Desinfección.

Las unidades están dispuestas de modo tal que el flujo del agua se realiza completamente por gravedad, desde la línea de conducción o desde el estanque regulador, hasta la cámara de contacto de cloro en la desinfección.

La planta en general está distribuida en serie, es decir primero se ingresa a una unidad donde se realiza un proceso antes de ingresar a la siguiente unidad. Pero dado que la fuente superficial presenta dos tipos de calidad de agua durante un año hidrológico, esta requerirá de dispositivos que permitan by pasear las unidades de floculación y decantación cuando la calidad del agua no requiera de estas unidades.

Las unidades en paralelo han sido calculadas teniendo en consideración de que una de ellas permanecerá inoperativa o en limpieza, por lo que las otras unidades deberán absorber el

caudal respectivo. Las diferentes estructuras administrativas y operativas están situadas dentro de la 1 hectáreas de área de la planta y ubicadas de acuerdo al flujo de personas involucradas en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua. El acceso a las diferentes áreas de operación y mantenimiento se realizará mediante veredas y/o vías de circulación.

El dimensionamiento hidráulico ha sido desarrollado considerando los caudales mínimos y máximos para cada una de las unidades de tratamiento, así mismo se ha tenido en consideración la optimización en el uso de los recursos necesarios para su construcción.

#### **3.5.2.1. Velocidad de Sedimentación**

Mediante esta prueba se ha determinado la velocidad de sedimentación de las partículas floculadas tal, que serán retenidas en una distancia de 1.20 m placa paralela con un flujo de agua de 0.0016 cm/s.

#### **3.5.2.2. Carga de residuos sólidos**

Con este ensayo se determinó la cantidad de sólidos que serán removidos tanto a nivel de partículas discretas (Arenas) como para partículas floculadas (flóculos) en una unidad de tiempo, determinándose el volumen de lodos sedimentos producidos en el desarenador y en los decantadores.

#### **3.5.2.3. Filtrabilidad**

Mediante este ensayo se determinará el grado de filtración que deberá tener el medio filtrante, así como la determinación del diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad.

### **3.5.3. Dimensionamiento de la Planta**

#### **3.5.3.1. Capacidad**

La capacidad nominal de la planta de tratamiento es de 24,60 l/s y es suficiente para satisfacer el gasto del día de máximo consumo correspondiente al período de diseño.

Adicionalmente se está considerado un estanque de regulación con capacidad para almacenar 350 m<sup>3</sup> de agua equivalente a 4 horas de consumo, como una medida de

seguridad. Están consideradas el 5% de agua desperdiciada por el agua de lavado de los desarenadores, floculadores, filtros, decantadores, etc.

### **3.5.3.2. Acceso**

El acceso a la planta está garantizado permitiéndose el tránsito permanente de los vehículos que transporten los productos químicos necesarios para el tratamiento de agua. Esto mediante un camino carrozable desde la carretera hasta la planta de tratamiento.

### **3.5.3.3. Área**

El área reservada para la planta es de 1 hectárea, la misma que albergará las diferentes unidades de tratamiento como son: Cámara de derivación, Canal de Mezcla rápida y medición, unidades de floculación, unidades de decantación, unidades de filtración, y la unidad de desinfección. Así como la construcción de todas las obras indispensables para su funcionamiento, tales como portería (control de ingreso a la Planta), área Administrativa, área para almacenamiento de reactivos químicos, área recreativa, patios para estacionamiento descarga y maniobra de vehículos y vías para el tránsito de vehículos y peatones.

Toda el área de la planta estará cercada por un cerco vivo para impedir el acceso de personas extrañas a las instalaciones de la planta de tratamiento de agua.

### **3.5.3.4. Construcción por etapas**

Conformado por: Estanque Regulador, La Unidad de Mezcla rápida, 01 Floculador, 04 Decantadores 07 unidades de filtración, y 01 unidad de contacto de cloro y desinfección.

### **Caudal**

Las condiciones del medio de estudio pertenecientes a la cuenca fueron evaluadas por varios organismos cuya competencia es el agua. Al inicio, dicha planta alcanzará una capacidad productiva de 24,60 lps, debido a la característica modular que presenta la planta para tratar en agua potable.

### **Pretratamiento**

El proyecto contemplaba la realización en esta parte del Pretratamiento en la zona de captación del Río, antes del ingreso a la tubería de conducción.

### – Estanque de Regulación

El diseño contempla lo siguiente:

- a) Esta unidad de forma circular, realizara el papel de pre sedimentación con el objeto de reducir la turbiedad cuando está supere las 1.000 UNT.
- b) El volumen de almacenamiento es de 350 m<sup>3</sup> de agua, siendo su periodo de retención de 4 horas
- c) Se han considerado una tubería de limpia de los sedimentos y que es paralela al flujo de agua, la cual permitirá una fácil limpieza de la unidad a ser realizada en épocas de estiaje.

### – Mezcla rápida

Con el objeto de medir el afluyente a la planta de tratamiento y de promover la mezcla rápida, será utilizado un Vertedero Rectangular.

En esta unidad la aplicación del coagulante debe ser constante y debe distribuirse uniformemente en toda la sección de aplicación, aprovechando la fuerte turbulencia propia de un cambio de pendiente y sección generando un resalto hidráulico.

En esta unidad se realizará la dispersión del coagulante en toda la masa de agua a tratar, esta dispersión será lo más homogénea posible con el objeto de desestabilizar a todas las partículas presentes en el agua o mediante difusores e inyectores. Las características geométricas del vertedero rectangular son:

**Tabla 13.** Dimensiones de vertedero rectangular.

<b>Ancho</b>	<b>Potencia</b>	<b>L. mezcla</b>	<b>Froude</b>	<b>G</b>	<b>T</b>
0,60 m	0,60 m	0,303 m	4,2	1280 s <sup>-1</sup>	0,50 seg

En esta unidad el Número de Froude es de 4,2 y el tiempo de mezcla está en el orden de los 0,50 segundos con una Gradiente de Velocidad de 1.280 s<sup>-1</sup>.

La aplicación del coagulante se distribuirá uniformemente a todo lo ancho del canal y para cada reactivo mediante una tubería perforada de PVC de DN25 mm con perforaciones de 0,25 cm cada 7,50 centímetros.

## – Floculación

Para permitir la separación de una suspensión coloidal en condiciones de velocidad satisfactorias bajo la influencia de su peso, es necesario aglomerar los coloides para formar partículas de tamaño mucho mayor.

Por lo tanto, la suspensión debe transformarse por medios artificiales mediante la adición de reactivos químicos que, por medio de mecanismos de agregación o de adsorción, anulan las fuerzas repulsivas o actúan sobre la hidrófila de las partículas coloidales, o por una aglomeración de coloides "descargados", que resulta de diversas fuerzas de atracción entre partículas puestas en contacto, en primer lugar hasta la obtención de un grosor de 0.1 micra aproximadamente, y después por agitación exterior en las unidades llamadas floculadores.

Se ha elegido un Floculador Hidráulico Horizontal con capacidad para 24,6 l/s, Las pantallas son removibles con tabiques de madera machihembrada, y planchas de PVC.

### Tramos en la Unidades de flujo horizontal

#### Primer Tramo

- a) El ancho de canal es de 0,19 m
- b) La velocidad de paso en los canales es de 0,16 m/s
- c) La Gradiente de Velocidad es de 48,00 s<sup>-1</sup>

#### Segundo Tramo

- a) El ancho de canal es de 0,22 m
- b) La velocidad de paso en los canales es de 0,14 m/s
- c) La Gradiente de Velocidad es de 39,00 s<sup>-1</sup>

#### Tercer Tramo

- a) El ancho de canal es de 0,26 m
- b) La velocidad de paso en los canales es de 0,12 m/s
- c) La Gradiente de Velocidad es de 30,0 s<sup>-1</sup>

### – Decantadores Laminares

El objeto de un decantador es sedimentar los flóculos formados en la unidad anterior.

### – Decantadores de placas paralelas

La unidad tiene forma rectangular de 1.2 m de ancho por 4.63 m de largo y de 4.7 m de alto.

El módulo está conformado por placas planas de PVC y/o vinilonas y o madera machiembrada especial protegidas con resinas, de 1,20 m de ancho por 1,20 de alto con 1 cm de espesor, con una vigueta de soporte en la parte central del decantador para soportar a las placas en su punto medio.

Los módulos de decantación están inclinados a 60° con respecto a la horizontal, y separados 7,16 cm unos de otros consiguiéndose una separación entre placas de 6,16 cm.

El ingreso de agua al decantador se realizará mediante unas ventanas de 0,325 m x 0,325 m ubicados en el fondo del canal de distribución

La altura de agua sobre las placas será de 0,70 m.

La recolección de agua decantada se efectuará mediante canales los cuales trasladaran el efluente sedimentado hasta la unidad de filtración.

La remoción de los lodos decantados se efectuarse en forma hidráulica y para lo cual se conformarán tolvas de recolección de 1,20 m de ancho superior y pendientes de 60° que permitan el arrastre de flóculos decantadas hacia el fondo de las tolvas.

Las tolvas fueron interconectadas en la parte inferior mediante dos sistemas de tuberías de PVC de DN 200 mm. las mismas que permiten la purga de los sedimentos mediante la apertura de las válvulas bien ubicadas.

La carga de agua disponible para la descarga hidráulica es de 2,50 m., la cual permitirá una velocidad de arrastre mayor a 0,60 m/s asegurando descargas de volúmenes de lodos de 6 m<sup>3</sup> en 1 minutos. Se espera que la turbiedad del agua clarificada se encuentre en el rango de 5 a 10 UNT, para no comprometer la carrera de filtración en la siguiente unidad de tratamiento.

### – Filtración

La misión de los filtros es retener, en la superficie o en el seno de la masa filtrante, las partículas que contiene un líquido. El número de unidades de filtración calculados es de 8 unidades dispuestos en una batería de filtros.



## **Dimensiones de las unidades filtrantes**

### a) Profundidad

Está en función de las alturas del sistema de drenaje (0,50 m) del medio de soporte (0,52 m) y medio filtrante (0,80 m), de la altura de agua sobre el medio filtrante y de la altura de borde libre (0,25 m). La altura de agua sobre el lecho filtrante es variable y depende del tipo de operación del filtro.

### b) Largo y ancho

La relación largo-ancho se ha estimado en 1,7, con lo que las dimensiones del filtro serán de 1,20 m para el ancho y 2,07 m para el largo.

La tasa de filtración adoptada está comprendida cercanas al rango de  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ .

### c) Capa de soporte del medio filtrante

El tamaño de la grava debe ser tal que los vacíos o poros en cada capa sean de diámetro menor que el del material de la capa superior. En particular, el tamaño mínimo de la gravilla está fijado por el tamaño máximo de arena. La capa tope deberá estar constituida por gravilla no más fina que 1,6 mm. Ni mayor de 8 mm de diámetro, y la capa inferior por grava de 19 mm de diámetro o mayor.

La granulometría y espesor de grava dependen del tipo de drenaje. Para determinar los espesores de las capas de grava se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

La altura de cada subcapa de grava no será menor que dos veces el tamaño de grava de esa capa, cualquiera que sea ese tamaño. La altura total de la grava sobre los drenes no será menor que 30 cm.

## **– Desinfección**

El cloro es el reactivo más utilizado para la desinfección del agua. Posee un poder oxidante remanente muy elevado, que favorece la destrucción de las materias orgánicas. Su acción bactericida puede explicarse por la destrucción de las enzimas indispensables para los agentes patógenos.

## **– Cloro residual**

La dosificación de cloro será de 1 ppm para que en el punto más alejado de la red exista no menos de 0,2 ppm.

– **Tiempo de contacto**

El tiempo de contacto en la planta es de 30 minutos, logrado en los canales de contacto adyacentes al filtro.

– **Cloradores**

Se ha considerado un mínimo de dos unidades para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación. La aplicación del cloro se realizará en solución al vacío.

El agua de dilución aplicada tendrá la presión suficiente para vencer las pérdidas de carga de tubería, pérdida de carga en el inyector y la contrapresión en el punto de aplicación. Para el sistema de tuberías de la cloración se está considerando el cobre como material flexible y resistentes a la acción química del cloro gas seco.

### **3.6. Descripción del sistema de agua potable (SAP) de Tocache**

Actualmente el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Tocache es administrado por la Municipalidad Provincial de Tocache a través de SEDAPAT (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado –Tocache). SEDAPAT es el área encargado de operación y mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado tanto de ciudad Tocache, Tocache Viejo, Pucayacu y Palmeras.

Actualmente el sistema de abastecimiento de agua es deficiente; debido a que los sistemas de captación, desarenador, planta de tratamiento de filtración rápida, sistema de desinfección, reservorios y redes de distribución de agua están completamente abandonados. Los trabajos de operación y mantenimiento es solo reparar roturas de tuberías, limpieza y sectorizar el abastecimiento con la finalidad de cubrir la demanda de la población. Cabe precisar que el servicio no es continuo, en diversas zonas de la ciudad el servicio es por horas, ya que la demanda poblacional supera la oferta de tratamiento y conducción de agua.

Los componentes existentes que conforma el sistema de agua potable son:

- Captación (de forma rustica, solo entubado).
- Línea de Conducción LC-1 (desde Captación a desarenador).
- Desarenador.
- Línea de conducción LC-2 (desde Desarenador a PTAP).

- Planta de tratamiento de agua Potable (PTAP).
- Línea de conducción LC-3 (desde PTAP a Reservorio).
- Reservorio elevado de 500 m<sup>3</sup> y 150 m<sup>3</sup> (actualmente inoperativa).
- Redes de agua potable.
- Conexiones domiciliarias.

Los proyectos de servicio de agua potable y alcantarillado se iniciaron en los años de 1970, en ello se construyó un Reservorio elevado tipo columnas con vigas y Cuba de forma cilíndrica de 150 m<sup>3</sup> de capacidad. Este reservorio en la actualidad tiene una antigüedad de 48 años y está próximo a cumplir su vida útil de diseño. Cuando fue construido este reservorio de 150 m<sup>3</sup>, la fuente de captación estuvo ubicado en el río Huallaga y el tratamiento del agua fue mediante un sistema filtración rápida y la recarga a este reservorio fue mediante un sistema de bombeo. De todo el sistema, los costos de operación y mantenimiento eran altos, por ello se buscó otras alternativas más económicas y sostenibles para dar servicio a la población.

Es así que, en el año de 1994, se inicia con un nuevo proyecto integral de agua potable y alcantarillado que beneficie a la totalidad del área urbana, pero con el pasar del tiempo, la población y la ciudad fueron creciendo y la infraestructura fue deteriorándose progresivamente, a ello se suma el abandono de la operación y mantenimiento por parte de la municipalidad. Además, de acuerdo a los operadores de SEDAPAT, existen obras en la periferia de la zona céntrica de Tocache que habrían sido realizado sin los estudios técnicos correspondientes en el año de 1993 (Año en el que se construyó el sistema de agua potable y alcantarillado), y en la actualidad colapsan con frecuencia debido a la rotura de los tubos.

La situación actual del Sistema de Agua Potable que abastece a la ciudad de Tocache, está colapsado, tanto por la antigüedad de su construcción, capacidad de la PTAP y por falta de operación y mantenimiento; como consecuencia de ello en la actualidad el agua que ha venido consumiendo la población de Tocache es de mala calidad.

### **3.6.1. Captación**

La fuente principal de agua para Tocache proviene del Río Roca Fuerte. Este río corre en dirección sur-oeste y se encuentra a 3,0 km de la población de Yacusisa y a 15,7 km de la ciudad de Tocache. El río, en el punto de captación tiene un ancho de 10,5 m y una pendiente de 23,0%. Según las mediciones de caudal y de acuerdo al estudio hidrológico, este río puede

abastecer y cubrir las necesidades de la población al 100%. En la siguiente imagen se puede apreciar el punto de captación con una tubería de hierro fundido dúctil y dado de concreto donde se apoya la tubería. De esta estructura existente solamente se observa una tubería instalado el cual emboca directamente al río desde donde es captado el agua y llevado hasta la PTAP.

La ubicación de esta fuente lo hace ideal para plantear un sistema de captación por gravedad. Además, el agua de la quebrada en épocas de estiaje es trasparente, sin embargo, en épocas de avenida tiende cambiar sus características físicas, por ello al ser una fuente superficial es necesario plantear un sistema de tratamiento capas de remover todos los componentes que alteren su calidad de potable.



**Figura 1.** Captación de agua en la quebrada Rocafuerte.

#### **3.6.1.1. Línea de conducción existente (LC-01)**

Este tramo comprende desde la captación hasta el desarenador. En ello existe una tubería instalada de Hierro Fundido Dúctil (HFD) en regulares condiciones. La tubería de HFD es de 350 mm (14”), presenta una longitud de 126,12 m y está expuesta en todo el tramo. A la salida del punto de captación se aprecia una caja de limpia, cuya finalidad es retirar parte de los sedimentos que hayan ingresado a la tubería, este limpia se hace a través de una compuerta aprovechando la carga hidráulica.

**Tabla 14.** Metrado de tubería de la LC-01.

<b>Tubería existente</b>	<b>Longitud (m)</b>
Tubería HFD - Ø 14"	126,12
<b>Total</b>	<b>126,12</b>

**Figura 2.** Se aprecia la salida de la LC-01 desde la captación.

### 3.6.2. Desarenador existente

Esta unidad se encuentra ubicado en la quebrada Rocafuerte en las coordenadas X: 319.828,08 m y Y: 9'090.594,34 m a una elevación de 364,00 msnm. Actualmente el funcionamiento hidráulico no es correcto y le falta algunos componentes, tales como pantallas deflectoras que permita mejorar el flujo hidráulico; así mismo presenta algunas fisuras y hundimiento de las veredas. Solo tiene un compartimento y no está de acuerdo al indicado en el RNE, que debería de tener dos unidades en paralelo.

También se debería de adecuar la forma de ingreso ya que se evidencia que la cámara de ingreso y la cámara de quietamiento están rebalsando, es decir, que el agua está pasando con mucha turbulencia y salpicando a los laterales. Así mismo, por la parte lateral del desarenador, sobre la cámara de quietamiento, existe un ingreso de agua de otra quebrada, esta agua generalmente es transparente durante todo el tiempo del año y es usado cuando la turbiedad en el río de la quebrada de Rocafuerte se vuelve muy alto. Pero esta fuente de agua

transparente por sí sola no tiene capacidad para dar servicio a la población de Tocache por lo que es necesario complementar con el agua del río.

- El Desarenador posee las siguientes dimensiones:
- Largo total = 12,40 m.
- Ancho = 2,65 m.
- Altura variable de 0,60 m a 1,10 m.
- Espesor de muros = 0,20 m.

En la Figura 3, se muestra el desarenador existente, en ello se aprecia el ingreso del agua con bastante turbulencia que hasta sobrepasa los muros, así mismo se observa un ingreso por la parte lateral incrementando aún más la turbulencia, esta turbulencia afecta drásticamente el flujo hidráulico que el desarenador necesita para remover las arenas.



**Figura 3.** Desarenador existente.

### 3.6.3. Línea de conducción existente (LC-02)

Este tramo comprende desde el desarenador hasta la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). En ella existe dos tipos de tubería instalada, el primer tramo es de Hierro Dúctil (HD) y el segundo es de PVC. Esta línea tiene una capacidad de conducción hasta de 150 l/s. Para el proyecto, el caudal máximo diario es 100.19 l/s, por lo que esta línea no tendrá problemas para conducir dicho caudal.

El primer tramo, que comprende una línea con tubería de HD, se encuentra en regulares condiciones y tiene una longitud es de 127,14 m con diámetro de 350 mm (14”). Este tramo de tubería está expuesto y apoyado sobre dados de concreto a un lado del camino. De acuerdo a la evaluación hidráulica de las presiones máximas que soporta en este tramo para un caudal de 100,19 m/s es de 32 mca, así mismo la antigüedad de tubería está alrededor de los 14 años. No es una tubería antigua, además está operando en buenas condiciones por lo que solamente se requiere algunas mejorar como límpiense, pintado y protección frente algún tipo de deslizamiento con reforzamiento (Tabla 15).

El segundo tramo comprende una línea de tuberías de PVC que varían de diámetro conforme va descendiendo y acercando a la PTAP. De ello, un tramo de 1.053,12 m de tuberías es de PVC de 350 mm clase 7,5, el siguiente tramo es de 645,92 m de tubería de 315 mm de PVC PN 7,5 que se prolonga hasta el río Tocache, la tubería que cruzar el río es de 315 mm de PVC y está enterrado a una profundidad de 6 metros aproximadamente (vale precisar que la tubería este encajonado dentro de una estructura de concreto y no está sujeto a presión externa y la única presión que soporta el tubo es la interna por paso del caudal). El último tramo inicia cruzando el río Tocache con diámetro de tubería de 315 mm, pero la clase de tubería se reduce a una de PN 6,3 el cual se prolonga una longitud de 2.309,58 m hasta la llegar a la planta de tratamiento de agua ubicado en el sector de Yacusisa (Tabla 15).

**Tabla 15.** Metrado de tuberías de la LC-02.

<b>Tubería existente</b>	<b>Longitud (m)</b>
Tubería HD - D interno 355 mm	100,45
Tubería HD - D interno 355 mm	127,14
Tubería PVC - PN 7,5 Ø 355 mm	1053,12
Tubería PVC - PN 7,5 Ø 315 mm	645,92
Tubería PVC – PN 6,3 Ø 315 mm	2309,58
<b>Total</b>	<b>4233,66</b>





**Figura 4.** Se muestra el cruce de la LC-02 por quebradas, apoyada sobre dados de concreto y columnas.

#### **3.6.4. Planta de tratamiento de agua potable existente**

Actualmente existe una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) ubicado en la zona del pueblo de Yacusisa en las coordenadas X: 322.713,39 m, Y: 9'091.525,90 m, esta planta da servicio a las localidades de Palmeras, Pucayacu, Tocache viejo y Tocache.

La PTAP tiene un área de 280,54 m<sup>2</sup>, dentro de esta área se encuentran varias estructuras existentes, tales como: La planta de tratamiento de filtración rápida, la casa de fuerza (caseta de máquinas), la casa del operador, laboratorio de ensayos, una oficina, comedor y dormitorios. Todos ellos, a excepción de la planta de filtración rápida y casa del operador, están abandonados, sin ningún tipo de cuidado. Las puertas están apollilladas, rotas, al igual que las ventanas y techos, todos deteriorados.

La PTAP es una de tipo de filtración rápida completa conformada por una unidad de mezcla rápida, un floculador hidráulico de pantallas de flujo horizontal, una batería de decantadores laminares y una batería de filtros rápidos. Además de instalaciones complementarias de almacenamiento, dosificación, ambientes de laboratorio y sala de operador.

En la siguiente imagen se muestra el funcionamiento hidráulico de la planta de filtración rápida. Al ingreso, en la zona de mezcla, se observa que el agua sobrepasa los muros y se derrama a los laterales, así como las tuberías difusoras para dosificación de coagulante



está completamente ahogado, esto significa que a la PTAP está ingresando un caudal mayor para el que fue diseñada. Además, no se observan los canales de floculación y tampoco las planchas en los sedimentadores. Esto, con mayor detalle se describe en el informe de diagnóstico de la PTAP.



**Figura 5.** Vista panorámica del floclador, no se aprecian las pantallas.



**Figura 6.** Zona de ingreso a la mezcla rápida.

En la siguiente imagen se muestra la zona de cloración, en este punto se mezcla el agua cruda que llega de la captación con el agua tratada que sale de los filtros, se agrega cloro y se manda a la ciudad a través de una tubería de conducción. En la imagen de la izquierda se muestra un cilindro de color azul, en esta unidad se prepara la solución de cloro y se adiciona por goteo.

La razón de mezclar el agua cruda proveniente de la captación es para cubrir la demanda de agua de la población de Tocache, ya que la PTAP por sí sola no es capaz de producir agua tratada, debido a que su capacidad de diseño hidráulico solo puede tratar hasta 30 l/s. Además, actualmente la PTAP es solamente una unidad de paso, porque no se está adicionado nada de químicos (coagulante) y tampoco las unidades de floculación y decantación presenta planchas que mejoren el flujo hidráulico.



**Figura 7.** Se aprecia la mezcla de agua cruda con agua tratada.

La planta de tratamiento y todas las unidades se encuentran abandonadas, hay ausencia de operación y mantenimiento de la PTAP, por lo que la calidad de agua que consume la ciudad de Tocache es de mala calidad.

### **3.6.5. Línea de conducción existente LC-03**

Este tramo comprende desde la PTAP hasta el reservorio elevado existente de 450 m<sup>3</sup> que está ubicado en la ciudad de Tocache. En total existen 11.918,93 m de tuberías de PVC

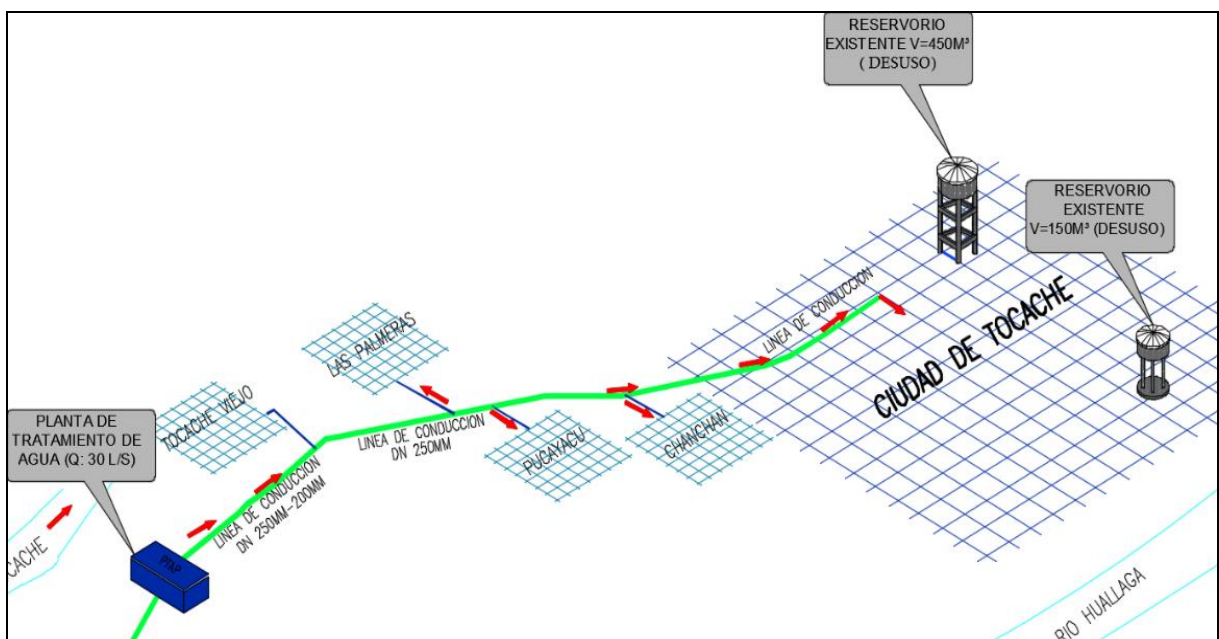
instaladas con diámetros variables; en uno de los tramos la tubería es de 10 pulgadas y tiene una longitud de 9.529,14 m, mientras que en el otro tramo es de 8 pulgadas y tiene una longitud de 2.389,79 m. Esta línea fue construida en el año de 1994, junto con la planta de tratamiento de agua (PTAP) y el reservorio de 450 m<sup>3</sup>. En todo este tramo existen 13 cámaras de válvulas de aire y válvulas de purga, todos ellos están abandonados por falta de operación y mantenimiento. En la siguiente Tabla se muestra el resumen de lo descrito anteriormente.

**Tabla 16.** Medrado de tubería en la LC-03.

Tubería existente	Longitud (m)
Tubería PVC - Ø 10"	9529,14
Tubería PVC - Ø 8"	2389,79
Total	11918,93

Por otro lado, en el siguiente esquema se muestra el tramo de la línea de conducción existente que se prolonga desde la PTAP hasta el Reservorio de 450 m<sup>3</sup> elevado. En todo este tramo existente localidades como Tocache Viejo, Las Palmeras y Pucayacu que consumen agua de esta fuente.

También vale recalcar que en la actualidad los reservorios existentes no están en uso y la distribución de agua a la población se hace directamente desde la tubería matriz.



**Figura 8.** Esquema de la Línea de conducción LC-03.

### 3.6.6. Válvulas de aire existente

En toda la línea de conducción se encontraron 25 válvulas de aire. En su mayoría se encuentran abandonadas, las válvulas están oxidadas, cubiertas de vegetación, inundados y en algunos casos enterrados.

En el estado de algunas válvulas de aire se aprecia el estado de los buzones y las válvulas de aire en su interior. Se recomienda que se haga trabajos de mantenimiento de los buzones y cambio de las válvulas de aire por unas nuevas válvulas (Figura 9 A).



**Figura 9.** Abrazaderas oxidadas y con agua en el fondo de la cámara (A) y la cámara totalmente inundada y apreciarse la válvula (B).

### 3.6.7. Válvulas de purga existente

En toda la línea de conducción se encontró un total de 23 válvulas de purga. De las cuales, todas las válvulas están en mal estado, cubiertas de vegetación e inundados.

En la siguiente figura se muestra el estado situacional de algunas de las válvulas de purga que se observó. En ello se aprecia que están inundados, de la misma forma pasa con las demás cámaras de válvula de purga. Por lo que se recomienda cambiar las válvulas, mejorar las tapas y hacer limpieza (Figura 9B).

### 3.6.8. Reservorio

Actualmente existen dos reservorios en la ciudad de Tocache, ambas unidades están inoperativas, es decir, hidráulicamente no están en funcionamiento. De acuerdo al estudio estructural, el reservorio de 450 m<sup>3</sup> no cumple con las resistencias de diseño. En este reservorio se observa que las instalaciones hidráulicas están en mal estado, es decir, todas las tuberías ingreso, salida y purga están oxidadas (Figura 10).





**Figura 10.** Se aprecia que la válvula está oxidada.

Para el caso del reservorio de 150 m<sup>3</sup>, según evaluación estructural no es recomendable su uso, ya que NO ESTA CUMPLIENDO con la Norma N.T.E. E.060 Concreto Armado. Ya que se aprecia valores más altos en zonas de vigas y valores bajos en zonas de columnas, no cumpliendo el criterio de columna fuerte viga débil, por lo que en caso de eventos importantes la falla sería crítica.

Además, al tener una antigüedad de 48 años, la estructura está próximo a cumplir su vida útil de diseño. Por ello esta unidad se está dejando de lado para el proyecto en desarrollo (Figura 11).



**Figura 11.** Reservorio de 150 m<sup>3</sup>.

### 3.6.9. Redes de agua potable existente

En la actualidad la red de distribución de agua está directamente empalmada a la línea de conducción, ya que ninguno de los dos reservorios existentes está operativo.

Con respecto a las redes existentes de agua potable, ni la Municipalidad Provincial de Tocache ni la empresa que administra el servicio de agua (SEDAPAT) cuentan con planos existentes. Por ello se tuvo que hacer trabajos de campo con piques en diversos puntos de la ciudad para ubicar las tuberías y conocer el material y el diámetro, estos trabajos se hizo con la ayuda de los operadores de SEDAPAT ya que ellos son los que conocen mejor la distribución de la red. De esta forma se reconstruyeron el plano de redes existente de agua de la ciudad de Tocache.

Así mismo se identificaron tramos existentes de red de distribución construidos por los mismos pobladores en forma artesanal sin ningún criterio técnico de ampliación, las cuales nunca fueron planificadas adecuadamente; esto ha tenido como consecuencia que la red de distribución tenga diferentes clases y diámetros de tuberías. Estos tramos con el proyecto se deben de cambiar por tuberías de mayor capacidad de conducción.

En la Tabla 17 se muestran los diferentes tipos de tuberías instaladas en toda la ciudad de Tocache, en total suman 47.817,81 m de tubería existente.

**Tabla 17.** Metrado de Redes existentes en la ciudad de Tocache.

<b>Tubería existentes</b>	<b>Longitud (m)</b>
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 8"	850,69
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 6"	3.224,01
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 4"	5.001,62
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 3"	22.502,14
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 2"	3.580,52
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 1 1/2 "	1.047,41
Tubería PVC - Clase 7,5 Ø 1"	692,11
Tubería Asbesto cemento 4"	311,61
Tubería F°G° 4"	50,99
Tuberías ejecutadas sin sustento técnico	10.556,71
<b>Total</b>	<b>47.817,81</b>

### 3.6.10. Conexiones de agua existente

Actualmente, casi la totalidad de la población cuenta con servicio de agua potable, pero la cobertura de conexiones de agua, en mayor porcentaje, son conexiones que fueron realizadas por los mismos pobladores de la zona y motivo por el cual estas instalaciones no cuentan con las cajas de agua respectivas ni poseen los diferentes sustentos técnicos para su instalación.

**Tabla 18.** Número total de lotes por categoría.

ÁREA	Habilitación	Uso del predio					Total
		Doméstico	Comercial	Social	Estatal	Industrial	
Área Centro De Tocache	Centro de Tocache	1470	231	11	24	2	1738
	AA.HH 28 de Julio	274	6	7	0	0	287
	AA.HH Los Jardines de la Primavera	235	6	6	0	0	247
	AA.HH Nueva Andalucía	444	15	5	3	2	469
	AA.HH San Martin	130	16	4	0	0	150
	AA.HH. Freddy Aliaga	48	0	2	0	0	50
	AA.HH. Jorge Chávez	167	0	1	2	0	170
	AA.HH. Las Flores	150	17	3	4	2	176
	AA.HH. Villa Mercedes	204	7	2	2	0	215
	AA.HH.15 De Julio	178	5	3	1	0	187
	AA.HH. María Parado de Bellido	112	4	2	0	0	118
	AA.HH. Túpac Amaru	273	12	5	2	0	292
	Barrio La Unión	83	8	0	0	0	91
	<b>Total</b>		3768	327	51	38	6
Adicional N°1	AA.HH. Nuevo Miraflores	39	0	1	0	0	40
	AA.HH. 9 de setiembre	18	0	0	0	0	18
	AA.HH. 28 de octubre	33	0	1	0	0	34
	AA.HH. Nuevo San Juan	13	0	0	0	0	13
	AA.HH. Chan Chan	117	7	1	2	0	127
	AA.HH. Santo Cristo	37	0	0	0	0	37
Área Almendras	Caserío Almendras	142	0	0	0	0	142
<b>Total proyecto</b>		4167	334	54	40	6	4601

Fuente: Elaboración propia.

A lo expresado en el párrafo anterior, se le añade que, de acuerdo a los trabajos de catastro realizados entre los meses de diciembre del año 2018 hasta el mes de enero del año

2019 (Tabla 18), se han encontrado un total de una cantidad de 4.459 lotes que se encuentran en la categorización por tipos como los siguientes:

- Doméstico.
- Comercial.
- Social.
- Estatal.
- industrial.

Así mismo, del total de lotes, solamente 2.243 lotes cuentan con conexiones de agua el cual presentan una cobertura de 53,6% de servicio de agua; mientras que para conexiones de desagüe se tiene 2097 conexiones que cuenta con servicio de conexión al alcantarillado el cual hacen una cobertura del 48,8% de servicio.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Calidad de agua de consumo a través de análisis físico, químico (turbiedad, color, pH, conductividad) y bacteriológico (*E. coli*, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas) de Nuevo Progreso y Tocache

#### 4.1.1. Análisis inicial de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso

Para los análisis de la calidad de agua de Nuevo Progreso se ha realizado en el mes de mayo del año 2016 por el Laboratorio de Microbiología de Agua, para el cual se han tomado las muestras en tres diferentes puntos.

Los puntos correspondientes fueron tomados en la captación como el primer punto, seguidamente el segundo punto en el reservorio y finalmente el tercer punto fue en la conexión domiciliaria como lo detalla en los resultados del Laboratorio que se adjuntan en el Anexo A. Los resultados muestran, donde hacen la respectiva observación de que el agua suministrada en la localidad de Nuevo Progreso No Es Apta para el consumo humano, como se detalla en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Análisis inicial de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso.

<b>Microredes y establecimientos</b>	<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Fuente</b>	<b>N° de muestra</b>			
<b>Localidad donde se muestreo</b>						
Nuevo Progreso	Captación	Manantial	913			
Nuevo Progreso	Reservorio	Manantial	914			
Nuevo Progreso	Conex. domiciliaria	Manantial	915			
(LMP) RM 031-2010						
<i>Continuando...</i>						
<b>Microredes y establecimientos</b>	<b>Ensayos de análisis físico químicos</b>					
<b>Localidad donde se muestreo</b>	<b>Cond. (umho/cm)</b>	<b>Sol. T mg/l</b>	<b>Turb. UNT</b>	<b>pH</b>	<b>Color UCV</b>	<b>Cl</b>
Nuevo Progreso	442	219	8	8,5	95	0
Nuevo Progreso	472	237	0	8,4	6	0
Nuevo Progreso	466	232	1	8,4	0	0
(LMP) RM 031-2010	1500	1000	5	6,5-8,5	15	0,5

Continuando...

Microredes y establecimientos	Análisis bacteriológicos			Calificación	
	Localidad donde se muestreo	Coli. T. UFC/100 ml	Coli Term. UFC/100 ml		Bact. Heterot. UFC/ml
	Nuevo Progreso	234	109	405	No Apta
	Nuevo Progreso	301	99	349	No Apta
	Nuevo Progreso	304	68	385	No Apta
	(LMP) RM 031-2010	0	0	500	

Fuente: Laboratorio de Microbiología de agua - DIRESA Huánuco, LMP: Límite máximo permisible,

**Observaciones:** las muestras no se encuentran dentro de los parámetros de los límites máximos permisibles de acuerdo a los estándares de calidad de agua de consumo. Se recomienda el uso y control del cloro en reservorio para ser consumida como agua segura.

#### 4.1.2. Análisis final de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso

Para los análisis de la calidad de agua de Nuevo Progreso se ha realizado en el mes de mayo del año 2017 por el Laboratorio de Microbiología de Agua, para el cual se han tomado las muestras en tres diferentes puntos que corresponden a la Captación, Reservorio y conexión domiciliaria como lo detalla en los Resultados del Laboratorio que se adjuntan en el Anexo A, en donde hacen la respectiva observación de que el agua suministrada en la localidad de Nuevo Progreso Es Apta para el consumo humano, como se detalla en la siguiente Tabla.

**Tabla 20.** Análisis final de la calidad de agua de la localidad de Nuevo Progreso.

Microredes y establecimientos	Puntos de muestreo	Fuente	Nº de muestra
Localidad donde se muestreo			
Nuevo Progreso	Captación	Manantial	913
Nuevo Progreso	Reservorio	Manantial	914
Nuevo Progreso	Conex. domiciliaria	Manantial	915
LMP RM 031-2010 (LMP)			

*Continuando...*

Microredes y establecimientos	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS					
Localidad donde se muestreo	Cond. (umho/cm)	Sol. T mg/l	Turb. UNT	pH	Color UCV	CI
Nuevo Progreso	414	225	5	7.9	15	0
Nuevo Progreso	449	207	1	7.4	0	2
Nuevo Progreso	434	213	0	7.5	0	1
LMP RM 031-2010 (LMP)	1500	1000	5	6.5-8.5	15	5

*Continuando...*

Microredes y establecimientos	Análisis bacteriológicos			Calificación
Localidad donde se muestreo	Coli. T. UFC/100 ml	Coli Term. UFC/100 ml	Bact. Heterot. UFC/ml	
Nuevo Progreso	0	0	312	APTA
Nuevo Progreso	0	0	0	APTA
Nuevo Progreso	0	0	0	APTA
LMP RM 031-2010	0	0	500	

Fuente: Laboratorio de Microbiología de agua - DIRESA Huánuco, LMP: Límite máximo permisible,

**Observaciones:** las muestras se encuentran dentro de los parámetros de los límites máximos permisibles de acuerdo a los estándares de calidad de agua de consumo. Se recomienda mantener y controlar el cloro en reservorio para ser consumida como agua segura.

#### 4.1.3. Análisis de la calidad de agua de la localidad de Tocache

Para los análisis de la calidad de agua de Tocache se ha realizado en el mes de febrero del año 2020 por el Laboratorio de Ensayo acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003, para el cual se han tomado las muestras en tres diferentes puntos que corresponden a suministros domiciliarios como lo detalla en el Informe de Ensayo N° 1-02540/20, Informe de Ensayo N° 1-02541/20, Informe de Ensayo N° 1-02542/20 que se adjuntan en el Anexo A.

Para la interpretación de los resultados de los informes de ensayos mencionados líneas arriba, la Municipalidad ha solicitado a la Dirección Regional de Salud de San Martín, el cual mediante Oficio N°804-2020-GRSM-DIRESA/DIREFISSA remitieron a la Municipalidad Provincial de Tocache el informe de interpretación de los análisis de caracterización del agua para consumo humano de la ciudad de Tocache, a través del Informe N°001-2020-GRSM/DIRESA/EFSSA-ORT, que se adjuntan en el Anexo A.

Según el Informe N°001-2020-GRSM/DIRESA/EFSSA-ORT, en las Conclusiones menciona que, los resultados de los parámetros evaluados de la calidad de agua para consumo humano (viviendas) se evidencia que, en las tres viviendas hay presencia de Organismos de Vida Libre. Asimismo, se puede observar que, en los valores obtenidos en los parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, fisicoquímicos y metales, cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N°031-2010-SA.

#### **4.2. Aplicación de la metodología APPCC en cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache**

##### **4.2.1. Evaluación y determinación de peligros y validación de medidas de control del Sistema de agua potable Nuevo Progreso. Paso del proceso: Captación, Tratamiento, Almacenamiento y Sistema de distribución**

Los resultados se expresan en la Tabla 21.

**Tabla 21.** Captación y/o fuente.

<b>Evento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Grav</b>	<b>Prob</b>	<b>Clasificar</b>	<b>Medidas</b>	<b>Fundamento</b>
Agricultura	Q	4	5	Muy Alto	Establecer límites de expansión para la siembra de cultivos, con el proveedor (Quebrada Santa Cruz)	Siembra de cultivos muy cerca de donde se encuentra el proveedor provocando su contaminación por el uso de productos químicos
Explotación forestal	F	4	5	Muy Alto	Reforestar las zonas altas y bajas como las márgenes de la quebrada Cruz	Perdida de suelo en las zonas altas y bajas de la quebrada, provocando la alta turbidez del agua en

						tiempo de invierno
Ganadería	B	3	2	Medio	Establecer límites de expansión para la crianza de ganados y animales menores, con el proveedor (quebrada Santa Cruz)	Contaminación por los desechos o muerte de ganados o animales menores
Posible colisión de troncos, ramas y residuos sólidos	F,Q,B	3	3	Alto	Eliminación de residuos sólidos, troncos y ramas a cargo de la Municipalidad a través de la continua limpieza	Arrojo de basura en la captación, acumulación de restos vegetales como ramas y hojas, con riesgo de contaminación ambiental, microbiológica, y cambio en la calidad de agua

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

**Tabla 22.** Conducción – Planta de tratamiento (Tubería).

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Rotura de tuberías	Q, B	2	2	Bajo	Realizar constante inspección y mantenimiento	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica por la rotura
Fluctuaciones de la presión	Q, B	3	3	Medio	Realizar constante inspección y mantenimiento	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

Tabla 23. Tratamiento.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
No existe aplicación de insumos como coagulantes (sulfato de aluminio, cloruro férrico y polímero catiónico), produciendo el deterioro de la calidad del agua	Q	4	5	Muy Alto	Aplicación de insumos y la instalación de un dosificador que registre el volumen para la aplicación adecuada	La falta de aplicación de insumos para el tratamiento de la turbidez existente en el tiempo de invierno
Depósito de lodos y organismos vivos al interior de los floculadores y sedimentadores	B	4	5	Muy Alto	Efectuarse la limpieza periódicamente. Instalación de un equipo automático de limpieza	Por la falta de limpieza, se está afectando la calidad del agua que se brinda a los usuarios
Deficiente manejo del sistema de agua potable	F,Q	4	3	Alto	Capacitar a los operadores para la adecuada manipulación del sistema	Por la falta de capacitación de los operadores, falta brindar un servicio en cuanto a la calidad del agua
Falta de seguridad ante la fuga de cloro gas o hipoclorito de calcio	Q	5	5	Muy Alto	Se recomienda la instalación del sistema de neutralización del cloro gas, ante una fuga de cloro	Inseguridad para los operadores ante una fuga de cloro gas, quienes hacen sentir su preocupación

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

Tabla 24. Almacenamiento (Reservorio de 500 m<sup>3</sup>).

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Posible contaminación del agua en el reservorio.	B	5	2	Alto	*Limpieza y desinfección semestral del reservorio. *Cumplimiento del reglamento de calidad.	*Presencia de algunos microorganismos. *No se realiza adecuada desinfección.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

**Tabla 25.** Red de distribución.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Ruptura de tuberías (vandalismos, antigüedad, calidad de material, trabajos de otras entidades, trabajos de terceros, sobre presión en apertura de servicios)	Q,B	3	3	Medio	*Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. *Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones clandestinas.	*Contaminación química y microbiológica. *Rotura de tuberías por vandalismo o negligencia de terceras personas.
*Contaminación del agua por ingreso de elementos extraños. *Discontinuidad del servicio.	F	2	2	Bajo	*Existe un planteamiento en gabinete de la sectorización del abastecimiento de agua en sectores. *Evaluar la capacidad hidráulica de la red en cada sector. *Contar con un programa de mantenimiento preventivo. *Reparación de fugas en redes. *Implementación de purgas de sedimentos. *Difundir a los usuarios la necesidad de información en el deterioro de calidad.	Falta implementar el abastecimiento de agua en forma sectorizada.
Contaminación del servicio de agua potable por interferencia con las aguas servidas.	F,Q,B	2	2	Bajo	*Detección del problema mediante un muestreo permanente de las redes. *Educar al usuario para que comunique a la empresa cuando observa que la calidad del agua normal ha variado.	*Abastecimiento intermitente del servicio que permite el ingreso de las aguas servidas de las tuberías de desagüe. *Funcionamiento de las redes de alcantarillado a presión, por falta de capacidad cuando ingresa agua adicional de lluvia.
Instalaciones de tuberías en terrenos contaminados.	F,Q,B	2	2	Bajo	*Verificación, control de las redes. *Reubicar las tuberías en las zonas de futura pavimentación. *Exigir para la aprobación de los expedientes técnicos futuros, que	*Contaminación del sistema de abastecimiento de agua. *En algunos sectores se instaló

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
					los niveles del terreno correspondan a los autorizados por los Consejos Provinciales y comunicar a los que ejecuten las obras sobre este requisito. *Como empresa comunicar a las viviendas que conecten sus tuberías de desagüe al buzón. *Reubicar las tuberías de distribución de agua y desagüe y modificar las redes.	la tubería sin la profundidad reglamentaria. *La construcción de pavimentos, ocasiona la modificación del nivel del terreno.
Falta de puntos de purga por impedimento de empistados.	F	2	2	Bajo	Instalación de nuevos puntos de purga en la red para el desfogue y limpieza.	Impedimento para eliminar residuos sólidos del agua potable siendo en la aducción, conducción y la red de distribución para el desfogue o limpieza de agua potable.
*Existencia de conexión clandestina. *Uso de conexiones por terceros que deterioran al sistema.	F,Q,B	5	5	Alto	*Campaña de formalización, educación sanitaria. *Programa de detección permanente.	Perjuicio a la calidad de agua.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento:**

**Tabla 26.** Lugares de consumo.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Interferencia del servicio.	F,Q,B	3	3	Medio	Control y seguimiento del servicio intradomiciliario.	Peligro de contaminación en el interior de las viviendas.
Aniego en las cajas de registro.	F,Q,B	4	3	Alto	Mantenimiento de las cajas de registro.	Peligro de contaminación por efecto de lluvias y escorrentía.
Mantenimiento inadecuado del sistema de almacenamiento intradomiciliario.	F,Q	3	3	Medio	Educación sanitaria, almacenamiento adecuado.	Contaminación a través de tanques de agua o reservorios.



Mal uso del servicio en conexiones suspendidas.	F,Q,B	4	3	Alto	Control y seguimiento de los cortes.	Negligencia del usuario, contaminación por el mal uso de mangueras, caños rotos.
Medidores de agua averiados	F,Q,B	3	3	Medio	Verificación de medidores.	Por falta de mantenimiento de medidores

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento:**

#### 4.2.2. Evaluación y determinación de peligros y la validación de medidas de control del Sistema de agua potable de Tocache. Paso del proceso: Captación, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución

**Tabla 27.** Captación y/o fuente.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Agricultura	Q	4	5	Muy Alto	Establecer límites de expansión para la siembra de cultivos, con el proveedor (Quebrada Cañutillo)	Siembra de cultivos muy cerca de donde se encuentra el proveedor provocando su contaminación por el uso de productos químicos.
Explotación forestal	F	4	5	Muy Alto	Reforestar las zonas altas y bajas como las márgenes de la quebrada Cañutillo.	Perdida de suelo en las zonas altas y bajas de la quebrada, provocando la alta turbidez del agua en tiempo de invierno.
Posible colisión de troncos, ramas y residuos solidos	F,Q,B	3	3	Alto	Eliminación de residuos sólidos, troncos y ramas a cargo de la Municipalidad a través de la continua limpieza	Arrojo de basura en la captación, acumulación de restos vegetales como ramas y hojas, con riesgo de contaminación ambiental, microbiológica, y cambio en la calidad de agua.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento:**

**Tabla 28.** Conducción – planta de tratamiento (tubería).

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Rotura de tuberías	Q, B	2	2	Bajo	Realizar constante inspección y mantenimiento	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica por la rotura.
Fluctuaciones de la presión	Q, B	3	3	Medio	Realizar constante inspección y mantenimiento.	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

**Tabla 29.** Tratamiento.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
No existe aplicación de insumos como coagulantes (sulfato de aluminio, cloruro férrico y polímero catiónico), produciendo el deterioro de la calidad del agua	Q	4	5	Muy Alto	Aplicación de insumos y la instalación de un dosificador que registre el volumen para la aplicación adecuada.	La falta de aplicación de insumos para el tratamiento de la turbidez existente en el tiempo de invierno.
Depósito de lodos y organismos vivos al interior de los floculadores y sedimentadores.	B	4	5	Muy Alto	Efectuarse la limpieza periódicamente. Instalación de un equipo automático de limpieza.	Por la falta de limpieza, se está afectando la calidad del agua que se brinda a los usuarios.
Deficiente manejo del sistema de agua potable.	F,Q	4	3	Alto	Capacitar a los operadores para la adecuada manipulación del sistema.	Por la falta de capacitación de los operadores, no se está brindando un buen servicio en cuanto a la calidad del agua.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

**Tabla 30.** Almacenamiento (Reservorio N°1 de 150 m<sup>3</sup> y Reservorio N° 2 de 500 m<sup>3</sup>).

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Inoperatividad de los reservorios	F,Q, B	4	5	Muy Alto	*Reemplazar los reservorios existentes por un reservorio pre fabricado de 600 m <sup>3</sup> de capacidad. *Cumplimiento del reglamento de calidad.	Con el reemplazo del reservorio se logrará contar con almacenamiento de agua para una dotación de mayores horas y la regulación de presiones de metros de columna de agua en las redes de distribución.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento.**

**Tabla 31.** Red de distribución.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Ruptura de tuberías (vandalismos, antigüedad, calidad de material, trabajos de otras entidades, trabajos de terceros, sobre presión en apertura de servicios)	Q,B	3	3	Medio	*Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. *Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones clandestinas.	*Contaminación química y microbiológica. *Rotura de tuberías por vandalismo o negligencia de terceras personas.
*Contaminación del agua por ingreso de elementos extraños.	F	2	2	Bajo	*Evaluar la capacidad hidráulica de la red en cada sector. *Contar con un programa de mantenimiento preventivo.	Falta implementar el abastecimiento de agua en forma sectorizada.
*Discontinuidad del servicio					*Reparación de fugas en redes. *Implementación de purgas de sedimentos. *Difundir a los usuarios la necesidad de información en el deterioro de calidad.	

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Contaminación del servicio de agua potable por interferencia con las aguas servidas.	F,Q,B	2	2	Bajo	<p>*Detección del problema mediante un muestreo permanente de las redes.</p> <p>*Educar al usuario para que comunique a la empresa cuando observa que la calidad del agua normal ha variado</p>	<p>*Abastecimiento intermitente del servicio que permite el ingreso de las aguas servidas de las tuberías de desagüe.</p> <p>*Funcionamiento de las redes de alcantarillado a presión, por falta de capacidad cuando ingresa agua adicional de lluvia.</p>
Instalaciones de tuberías en terrenos contaminados.	F,Q,B	2	2	Bajo	<p>*Verificación, control de redes.</p> <p>*Reubicar las tuberías en las zonas de futura pavimentación.</p> <p>*Exigir para la aprobación de los expedientes técnicos futuros, que los niveles del terreno correspondan a los autorizados por los Consejos Provinciales y comunicar a los que ejecuten las obras sobre este requisito.</p> <p>*Como prestador del servicio comunicar a las viviendas que conecten sus tuberías de desagüe al buzón.</p> <p>*Reubicar las tuberías de distribución de agua y desagüe y modificar las redes.</p>	<p>*Contaminación del sistema de abastecimiento de agua.</p> <p>*En algunos sectores se instaló la tubería sin la profundidad reglamentaria.</p> <p>*La construcción de pavimentos, ocasiona la modificación del nivel del terreno.</p>
Falta de puntos de purga por impedimento de empistados.	F	4	3	Alto	<p>Instalación de nuevos puntos de purga en la red para el desfogue y limpieza.</p>	<p>Impedimento para eliminar los residuos sólidos contenidos en el agua potable puede ser en la aducción, conducción y en la red de distribución para el desfogue o limpieza del agua potable.</p>

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
*Existencias de conexiones clandestinas.	F,Q,B	5	5	Alto	*Campaña de formalización, educación sanitaria.	Perjuicio a la calidad de agua.
*Uso de conexiones por terceros que deterioran al sistema.					*Programa de detección permanente.	

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento:**

**Tabla 32.** Lugares de consumo.

Evento	Tipo	Grav	Prob	Clasificar	Medidas	Fundamento
Interferencia del servicio.	F,Q,B	3	3	Medio	Control y seguimiento del servicio intradomiciliario.	Peligro de contaminación en el interior de las viviendas.
Aniego en las cajas de registro.	F,Q,B	4	3	Alto	Mantenimiento de las cajas de registro.	Peligro de contaminación por efecto de lluvias y escorrentía.
Mantenimiento inadecuado del sistema de almacenamiento intradomiciliario.	F,Q	3	3	Medio	Educación sanitaria, almacenamiento adecuado.	Contaminación a través de tanques de agua o reservorios.
Mal uso del servicio en conexiones suspendidas.	F,Q,B	4	3	Alto	Control y seguimiento de los cortes.	Negligencia del usuario, contaminación por el mal uso de mangueras, caños rotos.
Medidores de agua averiados.	F,Q,B	3	3	Medio	Verificación de medidores	Por falta de mantenimiento de medidores.

**Evento:** Evento peligroso (fuente de peligro), **Tipo:** Tipo de Peligro, F: Físico, Q: Químico, B: Biológico, **Grav:** Gravedad de la Consecuencia, 1: Efecto nulo o insignificante, 2: Efecto en el cumplimiento leve, 3: Efecto organoléptico moderado, 4: Efecto reglamentario, 5: Efecto catastrófico en la salud pública, **Prob:** Probabilidad o frecuencia, 5: Casi siempre/Una vez al día, 4: Probable/una vez por semana, 3: Moderada/una vez al mes, 2: Improbable/una vez al año, 1: Excepcional/una vez cada 5 años, **Clasificar:** Clasificación del riesgo, 0 - 6: Bajo, 6 - 9: Medio, 10 - 15: Alto, 16 a más: Muy alto, **Medidas:** Medidas de control, **Fundamento:**

### 4.3. Medidas de control como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección de la salud pública de Nuevo Progreso y Tocache

#### 4.3.1. Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua de consumo del Sistema de Abastecimiento de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso

**Tabla 33.** Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso.

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
Establecer límites de expansión para la siembra de cultivos, con el proveedor (Quebrada Santa Cruz).	Siembra de cultivos muy cerca de donde se encuentra el proveedor provocando su contaminación por el uso de productos químicos.	Realizar un trabajo en conjunto con la gerencia de desarrollo económico y del ambiente para la delimitación del área como intangible como parte del Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos que viene elaborando la Municipalidad como gobierno local.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Reforestar las zonas altas y bajas como las márgenes de la quebrada Cruz.	Perdida de suelo en las zonas altas y bajas de la quebrada, provocando la alta turbidez del agua en tiempo de invierno.	Considerar dentro del Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, la reforestación de estas zonas para la protección y conservación del agua, suelo y bosque.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Establecer límites de expansión para la crianza de ganados y animales menores, con el proveedor (quebrada Santa Cruz).	Contaminación por los desechos o muerte de ganados o animales menores.	A través del trabajo que viene realizando el área de sanidad animal y vegetal, brindar la asistencia técnica en el tema de límites de expansión para la crianza de ganados y animales menores.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Eliminación de residuos sólidos, troncos y ramas a cargo de la Municipalidad a través de la continua limpieza.	Arrojo de basura en la captación, acumulación de restos vegetales como ramas y hojas, con riesgo de contaminación ambiental, microbiológica, y cambio en la calidad de agua.	Priorizar la construcción de un cerco perimétrico para evitar el ingreso de personas no autorizadas a la captación de agua.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	iniciado
Realizar constante	Riesgo de	Que se implemente personal	Municipalidad	Año 2018	Iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
inspección y mantenimiento en la línea de conducción de agua cruda.	contaminación química y/o microbiológica por la rotura.	técnico para vigilar y mantener en buenas condiciones la línea de conducción.	Distrital de Nuevo Progreso		
Realizar constante inspección y mantenimiento en cuanto a las fluctuaciones de presión en la línea de conducción de agua cruda.	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica	A través de la implementación de mayor personal técnico, aportará en que de manera mensual se realicen los trabajos de purga de aire y sedimentos en las 50 válvulas existentes en los 14 Km de línea de conducción de agua cruda.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
Aplicación de insumos y la instalación de un dosificador que registre el volumen para la aplicación adecuada.	La falta de aplicación de insumos para el tratamiento de la turbidez existente en el tiempo de invierno.	Instalar un sistema de aplicación de coagulantes y floculantes para el tratamiento del agua potable, con turbidez mayor a 5 UNT.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
Efectuarse la limpieza periódicamente de los floculadores y sedimentadores. Instalación de un equipo automático de limpieza.	Por la falta de limpieza, se está afectando la calidad del agua que se brinda a los usuarios.	El personal técnico deberá realizar la limpieza de manera quincenal (época de invierno) o mensual (época de verano) en estas estructuras con aplicación de desinfectantes (hipoclorito de calcio al 70%, sulfato de cobre y cal hidratada).	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
Capacitar a los operadores para la adecuada manipulación del sistema.	Por la falta de capacitación de los operadores, no se está brindando un buen servicio en cuanto a la calidad del agua.	Capacitación por un profesional especialista (ingeniero sanitario, químico y/o biólogo) en operación y mantenimiento del sistema de agua potable para todo el personal técnico encargado, de manera semestral.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
*Limpieza y desinfección del reservorio de manera trimestral o semestral. *Cumplimiento del reglamento de calidad.	*Presencia de algunos microorganismos. *No se realiza adecuada desinfección.	El personal técnico deberá realizar la limpieza y desinfección del reservorio de manera trimestral o semestral para cumplir con los parámetros de calidad de agua para consumo humano.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
*Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. *Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones	*Contaminación química y microbiológica. *Rotura de tuberías por vandalismo o negligencia de terceras personas.	Priorizar y presupuestar para la sustitución de tuberías en mal estado por el área de infraestructura. Identificar viviendas que no cuenten con conexiones de agua para que mediante un acuerdo entre municipalidad y usuario se	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
clandestinas.		propongan las facilidades de pago para sus instalaciones domiciliarias.			
Limpieza externa de todo el reservorio y del área que rodea	Paredes internas con manchas oscuras, presencia de hongos, algas y telarañas, escalera interna oxidada, tubos de aireación rotos y sin malla de seguridad	Mantenimiento general y continuo de todo el pozo	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, DIRESA	Año 2018	En curso
Prohibir el ingreso a personas ajenas a las instalaciones	Falta de seguridad en la planta de tratamiento.	Implantar mayor seguridad para la planta de tratamiento, construcción del cerco perimétrico.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Aislar o ubicar a los pequeños animales en lugares alejados de la planta de tratamiento	Presencia de animales dentro de las instalaciones de la PTAP	Prohibir presencia de animales en las instalaciones.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	Iniciado
Implementación de tapas de seguridad	Tapa insegura al contacto con el ambiente.	Reforzar la tapa de entrada del reservorio	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, DIRESA, MINSA	Año 2018	Iniciado
*Suministro de macromedidores de 8",10" y 14". *Mantenimiento y limpieza de las cajas de los macro medidores y mantenerlos cerrados	*La inoperatividad de los macromedidores no permita cuantificar la producción real bruta. *Caja de macromedidores abiertos llena de agua y suciedad	Elaboración de un plan de mantenimiento de los macromedidores de la salida de la PTAP.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, DIRESA	Año 2018	No iniciado
No existe	Ingreso de animales nocturnos como roedores, murciélagos, cuerpos extraños que causen daño a los equipos o contaminación a la PTAP.	Instalación de mallas rashell con el fin de protección de diversos agentes externos.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
No se aplican medidas de control	Riesgo de ocurrir un corto circuito por causas ajenas y no se cuenta con extintores operativas	Implementar el sistema contra incendios, botiquín de primeros auxilios, en toda la planta.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, Municipalidad, DIRESA	Año 2018	No iniciado
Trabajo por turno de los operarios	Existe un solo equipo de bioseguridad	Adquisición de equipos de bioseguridad.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, Red de Salud.	Año 2018	No iniciado



Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
Vigilancia seguida de la dosificación de cloro	No se cuenta con equipos alternos de cloración en condiciones operativas.	Reparación y reposición de los equipos alternos de cloración e inyección, adquiriendo dosificadores y bombas booster de inyección al vacío de cloro de funcionamiento alterno	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, DIRESA, Red Salud	Año 2018	No iniciado
Mediante los parámetros obligatorios (PCO)	No se conoce las características microbiológicas, organolépticas y otros parámetros del agua indicados en el DS	Caracterización del agua	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, MINSA, Red Salud	Año 2018	No iniciado
No se aplican medidas de control	Cuando el reservorio se llena, el agua se desperdicia por la tubería de reboce	Automatizar el control de niveles y otros parámetros de control	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Limpieza, desinfección y pintado del reservorio y cumplir el reglamento de calidad	*Presencia de residuos sólidos y agentes patógenos encima y en las zonas externas del reservorio. *Deterioro de tapa del reservorio.	Controles periódicos del estado y mantenimiento preventivo	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, MINSA	Año 2018	No iniciado
Vigilar que las partículas de óxido no contaminen al agua	*Presencia de óxido de Fe que altera la calidad química, biológica y organoléptica. *Corrosión de tuberías y escaleras del interior de reservorios.	Renovación de estructuras metálicas incluido accesorios	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, Red Salud	Año 2018	No iniciado
Se cuenta con brigadas de reparación inmediata sin embargo riesgos de infiltración de contaminantes	*Vandalismo, antigüedad, calidad de material, trabajos de otras entidades, trabajos por terceras personas, sobre presión de servicios. *Falta de materiales y disponibilidad de personal. *Desconocimiento del funcionamiento de las redes. *Discontinuidad del servicio.	*Renovación de redes antiguas y conexiones en zonas críticas. *Sectorización de redes. *Prohibir las reparaciones que no se ajusten a los procedimientos técnicos.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Existen controles parciales de presión, continuidad	*Las redes de distribución no están sectorizadas. *Se desconoce el funcionamiento hidráulico de las redes. *Se soluciona los problemas de acuerdo	*Evaluar la capacidad hidráulica de la red en cada sector. *Acondicionar las redes para una distribución sectorizada. *Calibrar el sistema a condiciones de calidad,	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
	al reclamo del usuario y en forma empírica por el operador. *No existe un programa de control operacional de redes y reservorios.	continuidad y presión. *Efectuar el balance hídrico económico, optando por la reducción de pérdidas y fugas.			
Mediante la presencia de cloro residual en el agua de las redes de distribución	*Roturas que permiten el ingreso de sólidos cuando se reinicia el suministro de agua en forma diaria. *Ingreso de arena cuando se efectúan las reparaciones en los sectores donde existe un nivel freático superior a la tubería.	Elaboración de un programa permanente de purgas de redes de distribución y línea de impulsión	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, Municipalidad	Año 2018	No iniciado
No se aplican medidas de control	*Fallas intempestivas en la cadena de producción. *Consumo indiscriminado del agua por falta de micromedición de los usuarios.	*Abastecimiento sectorizado a las zonas con problemas de presión, en función de las condiciones topográficas y de ubicación. *Determinación del nivel de abastecimiento continuo e intermitente. *El prestador del servicio debe adoptar procedimientos y mecanismos para la venta del servicio a los usuarios que tienen servicio intermitente, dando a conocer al interesado las condiciones de abastecimiento.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Mediante la presencia de cloro residual en el agua de las redes de distribución	*Abastecimiento intermitente del servicio que permite el ingreso de las aguas servidas de las tuberías de desagüe o pozos sépticos. *Atoro de buzones.	*Detección de fugas en mercados, hospitales y sectores cerca de las redes colectoras de aguas residuales. *Mantenimiento permanente de buzones de desagüe.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Monitoreo y vigilancia en las actividades de instalación y reparaciones	Empleo de materiales en reparaciones y conexiones domiciliarias que no garantizan su efectividad en el tiempo	Garantizar que los materiales a ser utilizados cuenten con la autorización sanitaria	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, DIRESA	Año 2018	No iniciado
No se aplican medidas de control	*En algunos sectores se instaló la tubería sin la profundidad reglamentaria. *La construcción de pavimentos, ocasiona la modificación del nivel del terreno. *Red de tuberías conectadas sobre terrenos	*Aprobar los expedientes técnicos que contengan los niveles de terrenos autorizados por la municipalidad y comunicar a los ejecutores de las obras. *Conectar las tuberías de desagüe de las viviendas al	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, MINSA	Año 2018	No iniciado

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
	superficiales. *Existencia de tuberías principales de agua en zonas contaminadas con aceite.	buzón. *Reubicar las tuberías de distribución en una longitud aproximada de 600 m. con tubería de 4" a 2" y modificar las redes troncales.			
Sanción a los infractores	Informalidad para optar el servicio de agua de forma ilegal	*Campaña de formalización. *Programa de detección permanente.	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Control y seguimiento del servicio intradomiciliario en zonas periféricas	Interconexión de aguas no segura proveniente de otras fuentes	Plan de monitoreo y seguimiento intradomiciliario	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
No se aplican medidas de control	Existe tuberías de agua potable que están instaladas junto a las tuberías de desagüe y cajas sin mantenimiento adecuado	*Detectar, prohibir, y cambiar este tipo de conexiones. *Ejecutar conexiones de acuerdo al reglamento N.C establecido	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado
Mantenimiento de las cajas de registro	*Cajas sin mantenimiento adecuado. *Ingreso de material extraño a la red.	Monitoreo, vigilancia y seguimiento permanente del programa de formalización	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso, MINSA	Año 2018	No iniciado
Control y seguimiento del corte del servicio	Negligencia del usuario al manipular las conexiones que fueron suspendidas del servicio.	Educación sanitaria	Municipalidad Distrital de Nuevo Progreso	Año 2018	No iniciado

#### 4.3.2. Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua de consumo del Sistema de Abastecimiento de agua potable de la localidad de Tocache

**Tabla 34.** Medidas y responsabilidades de la mejora de la calidad de agua potable de la localidad de Tocache.

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
Establecer como zona intangible donde se ubica la fuente de agua (quebrada Cañutillo)	Tala indiscriminada de los bosques por personas aledañas a la zona de la naciente de la quebrada Cañutillo para la siembra de	Realizar un trabajo en conjunto con la Autoridad Regional Ambiental (ARA), Autoridad Local del Agua Tocache y la Gerencia de Desarrollo	ARA, ALA, Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
	cultivos provocando su contaminación por el uso de productos químicos.	Ambiental para la delimitación del área como intangible como parte del Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos que viene desarrollando el Gobierno Regional.			
Reforestar las zonas altas y bajas como las márgenes de la quebrada Cañutillo.	Perdida de suelo en las zonas altas y bajas de la quebrada, provocando la alta turbidez del agua en tiempo de invierno.	Considerar dentro del Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos del Gobierno Regional, la reforestación de estas zonas para la protección y conservación del agua, suelo y bosque.	ARA y Municipalidad Provincial de Tocache.	Año 2021	No iniciado
Realizar constante inspección y mantenimiento en la línea de conducción de agua cruda.	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica por la rotura.	Que se implemente personal técnico para vigilar y mantener en buenas condiciones la línea de conducción.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado
Realizar constante inspección y mantenimiento en cuanto a las fluctuaciones de presión en la línea de conducción de agua cruda.	Riesgo de contaminación química y/o microbiológica	A través de la implementación de mayor personal técnico, aportará en que de manera mensual se realicen los trabajos de purga de aire y sedimentos en las 21 válvulas existentes en los 7 Km de línea de conducción de agua cruda.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado
Mejoramiento de los componentes de las 2 baterías de floculadores y 2 baterías de sedimentadores.	Optimización del tratamiento de agua cruda en la etapa de floculación y sedimentación.	Cambiar e instalar pantallas o compartimentos de PVC de gradientes de velocidad y decantación para un adecuado y optimo tratamiento de sedimentación de agua cruda en ambas etapas de tratamiento.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Aplicación de insumos y la instalación de un dosificador que registre el volumen para la aplicación adecuada.	La falta de aplicación de insumos para el tratamiento de la turbidez existente en el tiempo de invierno.	Reposición del sistema de aplicación de coagulantes y floculantes para el tratamiento del agua potable, con turbidez mayor a 5 UNT.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
Efectuarse la limpieza periódicamente de los floculadores y sedimentadores. Instalación de un equipo automático de limpieza.	Por la falta de limpieza continua, se está afectando la calidad del agua que se brinda a los usuarios.	El personal técnico deberá realizar la limpieza de manera quincenal (época de invierno) o mensual (época de verano) en estas estructuras con aplicación de desinfectantes (hipoclorito de calcio al 70%, sulfato de cobre y cal hidratada).	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado
Implementación de un laboratorio físico-químico y microbiológico para realizar análisis de caracterización y pruebas de jarra.	La falta de un laboratorio es uno de los factores que no permite un adecuado tratamiento del agua cruda (aplicación de coagulantes) según la caracterización de agua.	Gestionar la implementación por un profesional especialista (ingeniero sanitario, químico y/o biólogo)	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Instalación de un reservorio prefabricado de capacidad mayor de 600 m <sup>3</sup> .	Falta de un reservorio con la capacidad adecuada para almacenar agua potable y regulador de presiones.	Gestionar la compra e instalación de un reservorio prefabricado con la capacidad adecuada para abastecer a la población usuaria del servicio de agua potable.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
*Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. *Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones clandestinas.	*Contaminación química y microbiológica. *Rotura de tuberías por vandalismo o negligencia de terceras personas.	Priorizar y presupuestar para la sustitución de tuberías en mal estado por el área de infraestructura. Identificar viviendas que no cuenten con conexiones de agua para que mediante un acuerdo entre municipalidad y usuario se propongan las facilidades de pago para sus instalaciones domiciliarias.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2020	Iniciado
Suministro de macromedidores de 8", 10" y 14".	La falta de los macromedidores no permite cuantificar la producción real bruta	Adquisición de los macromedidores de las cajas	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Contratar personal de reten para la	Existe un solo operador de planta,	Contratar personal para apoyo como reten, al	Municipalidad Provincial de	Año 2021	No iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
rotación del personal de turno en la PTAP	trabajando las 24 horas por 7 días a la semana.	personal operador de planta.	Tocache		
Vigilancia seguida de la dosificación de hipoclorito de calcio al 70%	No se cuenta con equipos alternos de cloración en condiciones operativas.	Implementación de los equipos alternos de cloración e inyección, adquiriendo dosificadores y bombas de inyección al vacío de cloro de funcionamiento alterno	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Monitoreo continuo con equipos de medición de parámetros de calidad de agua se detecta esporádicamente valores fuera de los límites permisibles.	No se cuenta con personal capacitado para realizar el monitoreo continuo en salida de planta y conexiones domiciliarias	Contratar o capacitar al personal en manejo de equipos de medición de parámetros de calidad de agua.	Municipalidad Provincial de Tocache , Red de Salud Tocache	Año 2021	No iniciado
Vigilar que las partículas de óxido no contaminen al agua	*Presencia de óxido de Fe que altera la calidad química, biológica y organoléptica. *Corrosión de tuberías de fierro fundido.	Renovación de accesorios y tuberías	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Existen controles parciales de presión, continuidad	*Las redes de distribución no están sectorizadas. *Desconoce el funcionamiento hidráulico de las redes. *Se soluciona los problemas de acuerdo al reclamo del usuario y en forma empírica por el operador. *No existe un programa de control operacional de redes.	*Evaluar la capacidad hidráulica de la red en cada sector. *Acondicionar las redes para una distribución sectorizada. *Calibrar el sistema a condiciones de calidad, continuidad y presión. *Efectuar el balance hídrico económico, optando por la reducción de pérdidas y fugas.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado
Mediante la presencia de cloro residual en el agua de las redes de distribución.	*Roturas que permiten el ingreso de sólidos cuando se reinicia el suministro de agua en forma diaria. *Ingreso de arena	Elaboración de un programa permanente de purgas de redes de distribución y línea de impulsión.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2021	No iniciado

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsable	Fecha límite de ejecución	Estado
	cuando se efectúan las reparaciones en los sectores donde existe un nivel freático superior a la tubería.				
No se aplican medidas de control	*Fallas intempestivas en la cadena de producción. *Consumo indiscriminado del agua por falta de micromedición en todas las instalaciones existentes y nuevas.	*Abastecimiento sectorizado a las zonas con problemas de presión, en función de las condiciones topográficas y de ubicación. *Determinación del nivel de abastecimiento continuo e intermitente. *La Municipalidad debe adoptar procedimientos y mecanismos para la venta del servicio a los usuarios que tienen servicio intermitente, dando a conocer al interesado las condiciones de abastecimiento.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2020	No iniciado
Mediante la presencia de cloro residual en el agua de las redes de distribución	Abastecimiento intermitente del servicio que permite el ingreso de las aguas servidas de las tuberías de desagüe o pozos sépticos.	*Detección de fugas en mercados, hospitales y sectores cerca de redes colectoras o buzones con problemas permanentes de atoro. *Mantenimiento permanente de buzones de desagüe.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2020	Iniciado
Monitoreo y vigilancia en las actividades de instalación y reparaciones	Empleo de materiales en reparaciones y conexiones domiciliarias que no garantizan su efectividad en el tiempo	Garantizar que los materiales a ser utilizados cuenten con la autorización sanitaria	Municipalidad Provincial de Tocache,	Año 2019	Iniciado
Sanción a los infractores	Informalidad para optar el servicio de agua de forma ilegal	*Campaña de formalización. *Programa de detección permanente.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado
Control y seguimiento del servicio	Interconexión de aguas no segura proveniente de	Plan de monitoreo y seguimiento intradomiciliario	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha límite de ejecución</b>	<b>Estado</b>
intradomiciliario en zonas periféricas	otras fuentes				
Mantenimiento de las cajas de registro	*Cajas sin mantenimiento adecuado. *Ingreso de material extraño a la red.	Monitoreo, vigilancia y seguimiento permanente del programa de formalización.	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado
Control y seguimiento del corte del servicio	Negligencia del usuario al manipular las conexiones que fueron suspendidas del servicio	Educación sanitaria	Municipalidad Provincial de Tocache	Año 2019	Iniciado

**Tabla 35.** Actividades realizadas en las localidades de Nuevo Progreso y Tocache.

<b>Localidad de Nuevo Progreso</b>	<b>Localidad de Tocache</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación y aplicación de insumos coagulantes (Sulfato de Aluminio) y desinfectante (Hipoclorito de Calcio al 70%) adecuadamente.</li> <li>- Se realizó constante inspección y mantenimiento en la línea de conducción de agua cruda desde el sector Santa Cruz, de manera rutinaria por parte del personal operacional.</li> <li>- Realizar constante inspección y mantenimiento en cuanto a las fluctuaciones de presión en la línea de conducción de agua cruda, a través de la operación de válvulas de eliminación de aire y lodos.</li> <li>- Se ha efectuado la limpieza periódicamente de los floculadores y sedimentadores y filtros, de manera manual realizada según el plan operativo anual.</li> <li>- Se capacitó a los operadores para la adecuada operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación y aplicación de insumo desinfectante para la cloración del agua (hipoclorito de calcio al 70%) adecuadamente.</li> <li>- Se realizó constante inspección y mantenimiento en la línea de conducción de agua cruda desde el sector Roca Fuerte, de manera rutinaria por parte del personal operacional.</li> <li>- Realizar constante inspección y mantenimiento en cuanto a las fluctuaciones de presión en la línea de conducción de agua cruda, a través de la operación de válvulas de eliminación de aire y lodos. Por la misma antigüedad de algunas válvulas de eliminación de aire se ha realizado el cambio de 10 de ellas, el cual ha permitido un mejor funcionamiento de la línea.</li> <li>- Se viene efectuado la limpieza periódicamente de los floculadores y sedimentadores y filtros, de manera manual realizada según el plan operativo anual.</li> <li>- Se capacitó a los operadores para la adecuada operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento.</li> </ul>



Localidad de Nuevo Progreso	Localidad de Tocache
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y desinfección del reservorio de manera trimestral o semestral. Cumplimiento del reglamento de calidad y el plan operativo anual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los reservorios se encuentran inoperativos. No se realiza limpieza ni desinfección.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones clandestinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de tuberías rotas por personal calificado. Hacer instalación de redes a las viviendas que no tienen el servicio para evitar conexiones clandestinas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislar o ubicar a los pequeños animales en lugares alejados de la planta de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislar o ubicar a los pequeños animales en lugares alejados de la planta de tratamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo y vigilancia en las actividades de instalación y reparaciones, de acuerdo al plan de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo y vigilancia en las actividades de instalación y reparaciones, de acuerdo al plan de trabajo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control y seguimiento del servicio intradomiciliario en zonas periféricas de la ciudad, con la finalidad de evaluar el servicio brindado y detectar posibles problemas de abastecimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control y seguimiento del servicio intradomiciliario en zonas periféricas de la ciudad, con la finalidad de evaluar el servicio brindado y detectar posibles problemas de abastecimiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento de las cajas de registro, debido a que muchas de ellas se encuentran en mal estado por su antigüedad y vandalismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al contar con sectores críticos de abastecimiento se ha previsto hacerlo mediante camiones cisterna de agua potable, en convenio con el OTASS.</li> <li>- Mantenimiento de las cajas de registro, debido a que muchas de ellas se encuentran en mal estado por su antigüedad, imprudencia de las personas y vandalismo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control y seguimiento del corte del servicio en captación y planta de tratamiento, para conocer las causas y solucionar los inconvenientes de la interrupción del servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control y seguimiento del corte del servicio en captación y planta de tratamiento, para conocer las causas y solucionar los inconvenientes de la interrupción del servicio con el apoyo del equipo técnico y de otras áreas de la Municipalidad.</li> </ul>

De acuerdo a Alunni (2005), el agua para la bebida humana debe reunir condiciones físicas, químicas y microbiológicas. La caracterización de agua potable (en tres diferentes puntos del sistema) tanto para las localidades de Nuevo Progreso y Tocache, no cumplen los límites máximos permisibles según la normativa vigente, en parámetros físicos y microbiológicos, y no siendo estas seguras para el consumo humano.

Nakamatsu (1996) nos menciona que, en aguas superficiales, se encuentran este tipo de problemas en fuentes de agua como son: desmejoramiento de la calidad de las aguas por alta turbiedad, metales o bacteriana e ingreso de pesticidas, como alternativa de solución nos indica respectivamente: buscar fuentes alternas y control de fertilizantes o sustituto. En el

caso de la alta turbiedad que presentan ambas fuentes de abastecimiento, las municipalidades vienen gestionando un plan de reforestación de zonas altas y bajas de las quebradas (Santa Cruz y Cañutillo) con programa de concientización a los pobladores aledaños a la no tala, y en cuanto a la contaminación por productos químicos (pesticidas) establecerán límites de siembra de cultivos en el área que se encuentra el proveedor entablado un acuerdo con los agricultores para la sustitución de productos químicos por orgánicos.

Nakamatsu (1996) nos menciona que, en el proceso de tratamiento existe el problema como es el de unidades de proceso ineficientes, y la solución sería el control de procesos exhaustivos de cada unidad de tratamiento. Este es uno de los problemas que ha sido notable que en algunas unidades de proceso de tratamiento de agua en la planta de Tocache, están siendo ineficientes (floculadores, sedimentadores y filtros) debido a su antigüedad y falta de mantenimiento inmediato, por lo que se coincide con la medida de control que presenta la autora.

Nakamatsu (1996) nos indica que, en el sistema de distribución existen problemas como son la interconexión debido a insuficiente separación entre alcantarillado y tuberías de agua, presiones bajas y negativas, rotura de redes de agua y represamiento de colector. El SAP de la localidad de Tocache también ha presentado este tipo de problemas o peligros los cuales son de un alto riesgo para la salud pública, y es en esto que desde años anteriores la municipalidad viene trabajando para mejorar la calidad y cantidad del servicio de agua potable según establecido por el reglamento.

FAO/OMS y Codex Alimentarius (2003) reportan que, el HACCP es un sistema de control basado en la ciencia y su carácter sistemático. Su aplicación posibilita identificar peligros específicos y desarrollar una guía de medidas apropiadas de control, garantizando de ese modo la inocuidad de alimentos. Con esto ha permitido identificar los peligros específicos y las medidas necesarias para su control con el fin de garantizar la calidad del agua potable en ambas localidades.

FAO y OMS (2003) señalan que, cada empresa debe hacerse cargo de la aplicación de los principios del sistema HACCP, no obstante, los gobiernos y las empresas son conscientes de que puede haber obstáculos que impidan la aplicación eficaz de dicho sistema por la propia empresa. Esto puede ocurrir sobre todo en las pequeñas y o menos desarrolladas, aunque se reconoce que el HACCP ha de aplicarse con la flexibilidad apropiada, deben observarse los siete principios en los que se basa el sistema. En ambas localidades, las municipalidades aprobaron la aplicación del sistema HACCP, en el camino se han encontrado obstáculos, siendo uno de ellos contar con la información documentada completa como es el caso de

Tocache, pero en la medida se fueron resolviendo con la ayuda de otros actores lográndose así desarrollar y aplicar el sistema HACCP en ambos sistemas de abastecimiento.

Bryan (1990) indica como ventajas del sistema HACCP, que mediante el cumplimiento de las buenas prácticas sanitarias y el control del proceso que garantice esta operación, se concibe de forma más sencilla llegar a un punto de entendimiento entre el empresario y las autoridades para proteger la salud del consumidor. La aplicación del sistema de HACCP ha permitido a las Municipalidades quienes son los prestadores directos de los servicios de saneamiento de su localidad, a mejorar paulatinamente los procesos o etapas del tratamiento comenzando primero en la infraestructura, fortaleciendo los conocimientos y capacidades del personal humano y la implementación de insumos químicos para asegurar la calidad del agua a la población; con esto ha disminuido el nivel de malestar y reclamos repetitivos y sobre todo a mejorar la recaudación por el servicio brindado.

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó la calidad de agua de consumo a través de análisis físico, químico (turbiedad, color, pH, conductividad) y bacteriológico (*E. coli*, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas) antes y después de la aplicación del sistema APPCC, en ambos sistemas de abastecimiento de agua potable, la calidad del agua en un inicio fue no apta, posterior a la aplicación de la metodología fue determinada como apta para el consumo humano, cumpliendo con la normativa vigente D.S N° 031-2010-S.A.
2. Se aplicó la metodología APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control) en cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Nuevo Progreso y Tocache. La aplicación de esta metodología ha permitido prevenir, reducir o controlar los peligros en la producción de agua potable, a través de la aplicación de principios científicos y técnicos usando el sentido común y de esta manera producir agua apta para su consumo. Se determinó como Puntos Críticos de Control: 1) la conservación y protección de la fuente de agua, 2) operación y mantenimiento adecuado del sistema de abastecimiento, 3) fortalecimiento de capacidades al personal.
3. Se propuso las medidas de control como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección de la salud pública de Nuevo Progreso y Tocache.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Implementar y validar las propuestas medidas de control al 100% en los manuales y planes e implementar el sistema APPCC, para asegurar la calidad total del agua potable que se producen en los sistemas de abastecimiento de Nuevo Progreso y Tocache.
2. Capacitar al personal responsable del cumplimiento APPCC.
3. Cumplir con las frecuencias de limpieza y desinfección detalladas en el Plan Operativo Anual del servicio de agua potable.
4. Darles seguimiento a los procesos y etapas del sistema de abastecimiento de agua potable de Nuevo Progreso y Tocache, propuestos en el presente trabajo.
5. Revisar periódicamente la ejecución de los procedimientos establecidos para el control de calidad, y verificar que se estén llevando a cabo de forma correcta.
6. Se deben considerar el monitoreo y la vigilancia de la calidad del agua distribuida a la población, a través de caracterización y análisis por laboratorios acreditados por el sector salud e INACAL.
7. Se deben realizar la aplicación e implementación del sistema APPCC en periodos mínimos de 5 años como lo indica la normativa vigente, para continuar con el aseguramiento de la calidad del servicio de agua potable en ambas localidades.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alunni, J. 2005. Agua Potable, Redes y Tratamiento. Fundamentos de Ingeniería.
- Bryan, F. 1990. Hazard analysis critical control point (HACCP) concept. Dairy, Food Environ.Sanitat.
- Cfr. Informe Final (Producto 3) – Evaluación Independiente del Diseño y Ejecución del Programa Agua para Todos-2009.
- Códex Alimentario. 2014. s.d.t. [En línea]: Codex, (<http://www.codexalimentarius.org>, Documentos, 11 Ago. 2019).
- Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Fewtrell, L., Deere, D., Bartram, J. 2005. Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer. OMS, Geneva, [En línea]: Who int. ([www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/wsp0506/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html)), Journals, 25 Nov. 2019).
- De Las Cuevas, V. 2006. APPCC Avanzado guía para la aplicación de un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control e una empresa de alimento. España, Ideas Propias. 184 p.
- FAO/ OMS. 2003. Codex alimentarius. Código internacional de prácticas recomendado principio generales de higiene de los alimentos CAC/ RCP 1-1969 Rev 4.
- Forsythe, S. 2003. Alimentos seguros: Microbiología. Zaragoza, España, Acribia S.A. 400 p.
- García, J. 1999. Calidad Alimentaria: Riesgos y controles en la Agroindustria.
- Kleeberg, F. 2007. El HACCP y ISO 22000: herramienta esencial para la inocuidad y calidad de alimentos. Revista Ingeniería Industrias (Universidad de Lima) Lima. Perú. Año IX. N° 25. 89 p.
- Ministerio de Agricultura. 2003. Proyecto Subsectorial de Irrigación. Lima, Perú.
- MINSA (ministerio de Salud). 2006. RM 449-2006. Norma sanitaria para la elaboración aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas. Perú. 10 p.
- OMS – (World Health Organization). 1997. Guidelines for Drinking-water Quality. Second Edition, Surveillance and Control of Community Supplies, Vol. 3. 56 p.
- OMS – (World Health Organization). 2004. Guidelines for drinking water quality. 3 ed. Vol. 1, Geneva. 68 p.

- OMS. 2006. Guías para la calidad del agua potable.
- Orellana, J. 2006. Características del Agua Potable. Córdoba.
- Prudenci, F. 2013. Ecología y cultura ambiental. Manual Autoformativo. Lima, Perú.
- Rojas, R. 2006. Planes de seguridad del agua (PSA). OMS/OPS/SDE/ CEPIS-SB, Hojas de Divulgación Técnica, HDT –No. 100., ISSN: 1018-5119. 250 p.
- Serra, J., Bugueño, G. 2004. Gestión de calidad en las Pymes Agroalimentarias. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 261 p.
- USEPA – (United States Environmental Protection Agency). 2008. Drinking water contaminants. [En línea]: Epa Gob ([www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html](http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html)), Journals 25 Nov. 2019).

## **ANEXOS**



Anexo A. Análisis de agua



**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUA**

REG.: 0277-2016- LMAA-DESA HCO

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL NUEVO PROGRESO  
 DISTRITO : NUEVO PROGRESO  
 PROVINCIA : TOCACHIE  
 DEPARTAMENTO : HUÁNUCO

FECHA DE MUESTREO: 20-05-16 HORA: 08:00 am. FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 20-05-16 HORA: 04:35 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO

PRESEVADA: SI ( ) NO ( )

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS							ANALISIS BACTERIOLÓGICOS				Calificación
				Cond. (umh/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	PH	Color UCV	Cl	Coli. T. UFC/100ml	Coli. Term. UFC/100ml	Bact. Heterol. UFC/ml			
NUEVO PROGRESO	CAPTACION	MANANTIAL	913	442	219	8	8,5	95	0	234	109	405	NO APTA		
NUEVO PROGRESO	RESERVORIO	MANANTIAL	914	472	237	0	8,4	6	0	301	99	349	NO APTA		
NUEVO PROGRESO	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	915	466	232	1	8,4	0	0	304	68	385	NO APTA		
<b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES RMI 037-2010 (LMP)</b>				1500	1000	5	6,5-8,5	75	0,5	0	0	500			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS NO SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS, DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA CONSUMO. SE RECOMIENDA EL USO Y CONTROL DEL CLORO EN RESERVORIO PARA SER CONSUMIDA COMO AGUA SEGURA.

HUÁNUCO, 23 de Mayo de 2016



DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C.: 20146045881  
 Jr. Dámaso Berattín N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

Figura 12. Valores del análisis inicial de Nuevo Progreso.



### LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUA

REG.: 0721-2017- LMAA-DESA HCO

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL NUEVO PROGRESO  
 DISTRITO : NUEVO PROGRESO  
 PROVINCIA : TOCACHE  
 DEPARTAMENTO : HUÁNUCO

FECHA DE MUESTREO: 25-05-17 HORA: 08:00 am.  
 PRESERVADA: SI ( ) NO ( )

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25-05-17 HORA: 03:45 pm.

MUESTRA TOMADA: INTERESADO

**RESULTADOS**

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº. DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS							ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS				Calificación	
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. (mg/l)	Turb. (UNT)	PH	Color (UCV)	Cl	Coli. T. UFC/100ml	Coli. Term. UFC/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml				
NUEVO PROGRESO	CAPTACION	MANANTIAL	953	440	210	1	8,5	93	0	239	103	385	0	0	0	NO APTA
NUEVO PROGRESO	RESERVORIO	MANANTIAL	954	475	232	0	8,4	8	0	0	0	0	0	0	0	APTA
NUEVO PROGRESO	CONEX. DOMICILIARIA	MANANTIAL	955	488	236	0	8,4	2	0	0	0	0	0	0	0	APTA
<b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES RMI 031-2010 (LMP)</b>				1500	1000	5	6,5-8,5	15	0,5	0	0	0	0	0	0	500

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SI SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS, DE LOS LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA CONSUMO. SE RECOMIENDA EL USO Y CONTROL DEL CLORO EN RESERVORIO PARA SER CONSUMIDA COMO AGUA SEGURA.

HUÁNUCO, 28 de Mayo de 2017.



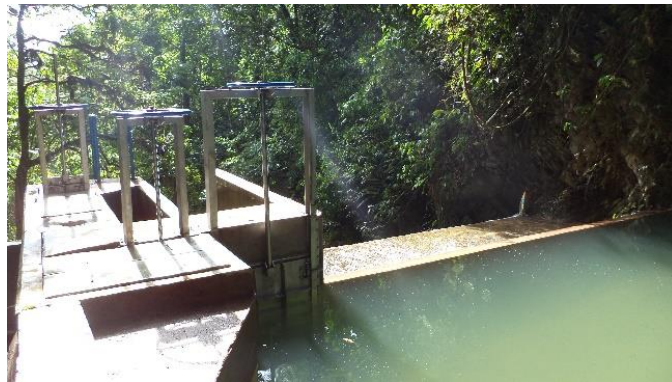
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881  
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

**Figura 13.** Valores del análisis final de Nuevo Progreso.

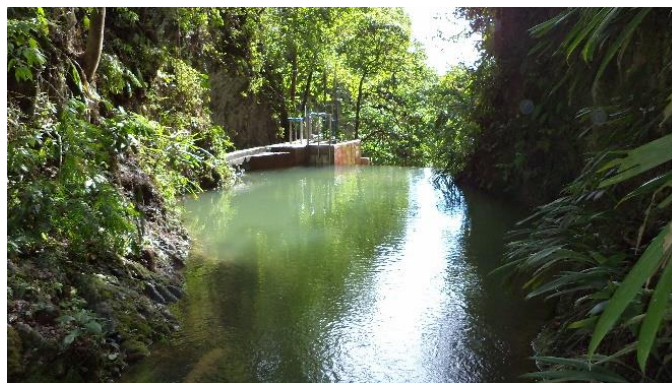
## Anexo B. Panel fotográfico



**Figura 14.** Vista de compuertas tipo tarjeta de acero inoxidable en captación de agua.

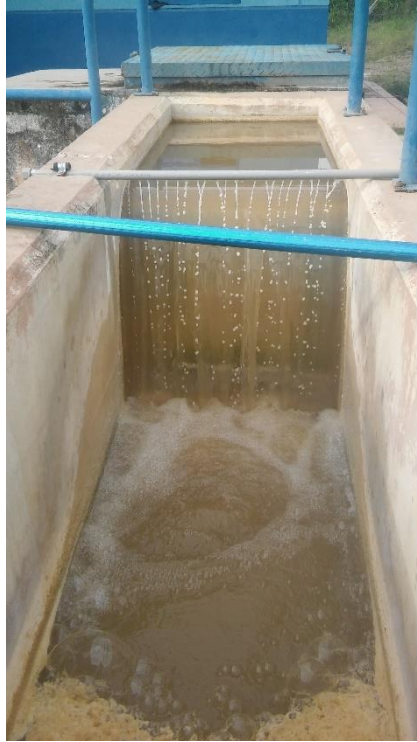


**Figura 15.** Vista de barrage y compuertas tipo tarjeta en captación de agua.



**Figura 16.** Vista Panorámica desde aguas arriba de la captación de agua.





**Figura 17.** Aplicación de insumos químicos que permiten la floculación del agua cruda con alta turbidez.



**Figura 18.** Etapa de floculación del agua para su tratamiento.



**Figura 19.** Personal operacional realizando la limpieza y desinfección de los sedimentadores.



**Figura 20.** Preparación de insumos para la desinfección y el pintado de las paredes interiores de los componentes de la planta de tratamiento.



**Figura 21.** Finalizando el trabajo en la planta de tratamiento de agua potable.



**Figura 22.** Evaluación para la instalación del sistema de aplicación de insumos por gravedad y goteo.



**Figura 23.** Sistema de aplicación de insumos puesta en marcha.



**Figura 24.** Preparación y aplicación de insumos químicos.





**Figura 25.** Etapa de desinfección del agua mediante aplicación de cloro gas por inyección al vacío.



**Figura 26.** Vista panorámica de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Nuevo Progreso.



**Figura 27.** Mantenimiento de la tubería de conducción de agua cruda.



**Figura 28.** Mantenimiento de las redes de distribución en la ciudad de Nuevo Progreso, a través de los hidrantes ubicados en diferentes puntos.





**Figura 29.** Fiscalización a un usuario del servicio de agua, quien había perjudicado la caja de registro, el usuario recibió la sanción administrativa por dicha infracción.



**Figura 30.** Vigilancia de la calidad del servicio de agua en los domicilios, por parte de la Red de salud de Tocache.





**Figura 31.** Visita general de la planta de tratamiento de agua potable en el sector Yacusisa, con el equipo técnico, para la evaluación del estado situacional del sistema de abastecimiento de la localidad de Tocache.



**Figura 32.** Vigilancia de la calidad de agua producida en la PTAP, por el equipo técnico de la Red de Salud de Tocache y la DIRESA San Martín.



**Figura 33.** Almacenamiento de los insumos químicos que serán utilizados para el tratamiento del agua potable.





**Figura 34.** Trabajos de mantenimiento en la captación, donde el personal técnico realiza el represamiento en la Quebrada Cañutillo.



**Figura 35.** Trabajos de limpieza y descolmatación del desarenador en el sector Roca Fuerte, como parte de la programación mensual.



**Figura 36.** Trabajos de descolmatación de la captación de emergencia, con esto se pretende mantener la presión y cantidad de volumen de agua hacia el desarenador.



**Figura 37.** Mejoramiento de la caseta de pernoctación del operador de captación, renovación de la malla del desarenador para no permitir el ingreso de hojas, ramas u otros residuos a la línea de conducción.





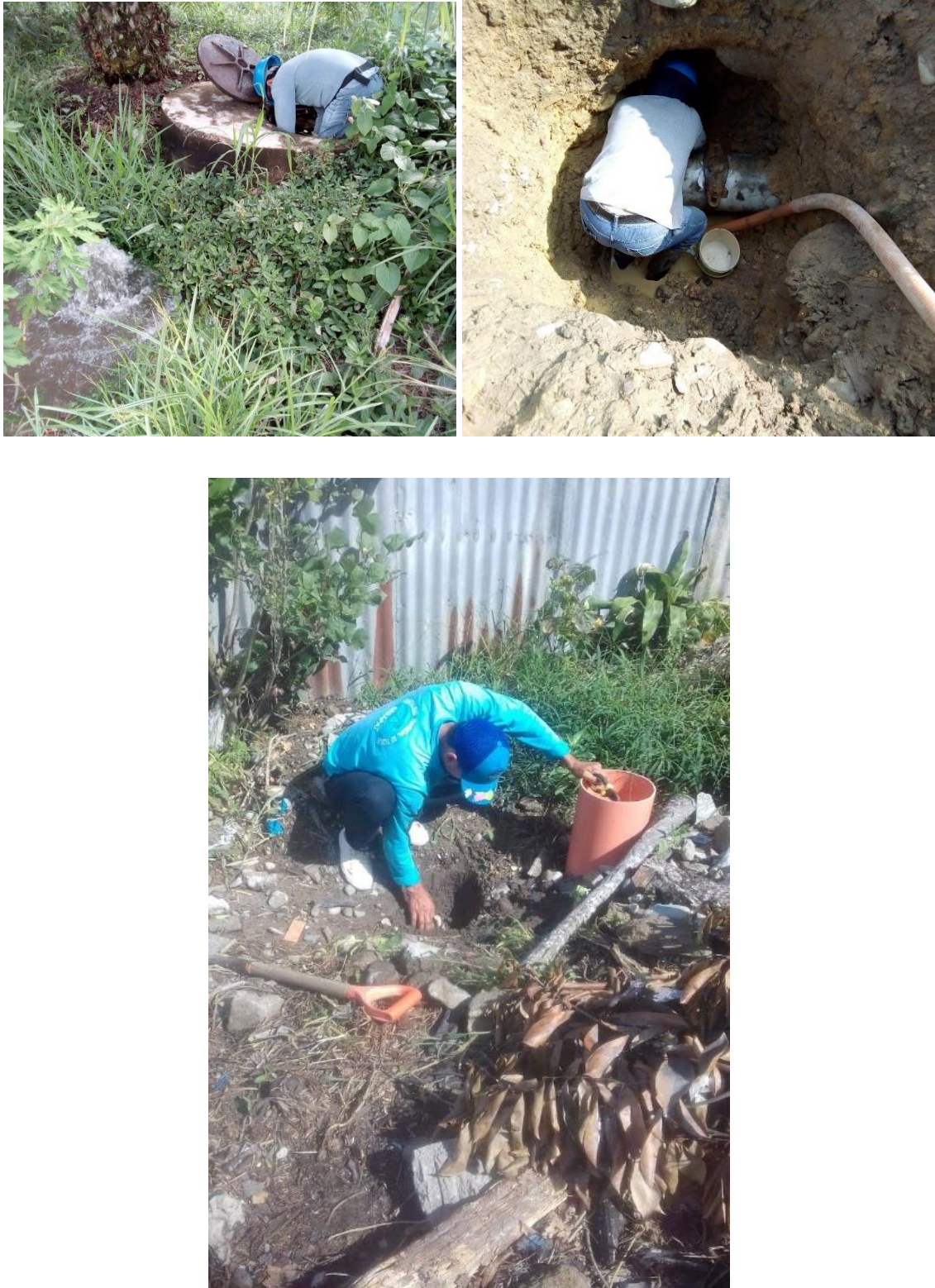
**Figura 38.** Personal técnico realizando trabajos de mantenimiento y reparación de las redes de distribución primaria y secundaria de agua potable en la ciudad.





**Figura 39.** Personal técnico realizando trabajos de reparación de la tubería de conducción de 315 y 250 mm de diámetro en el sector Yacusisa.





**Figura 40.** Trabajos de mantenimiento de la tubería de conducción a través de purgas de lodos, en muchos puntos se encontraban obstruidas por lo que se tenía que realizar excavaciones para solucionarlo.





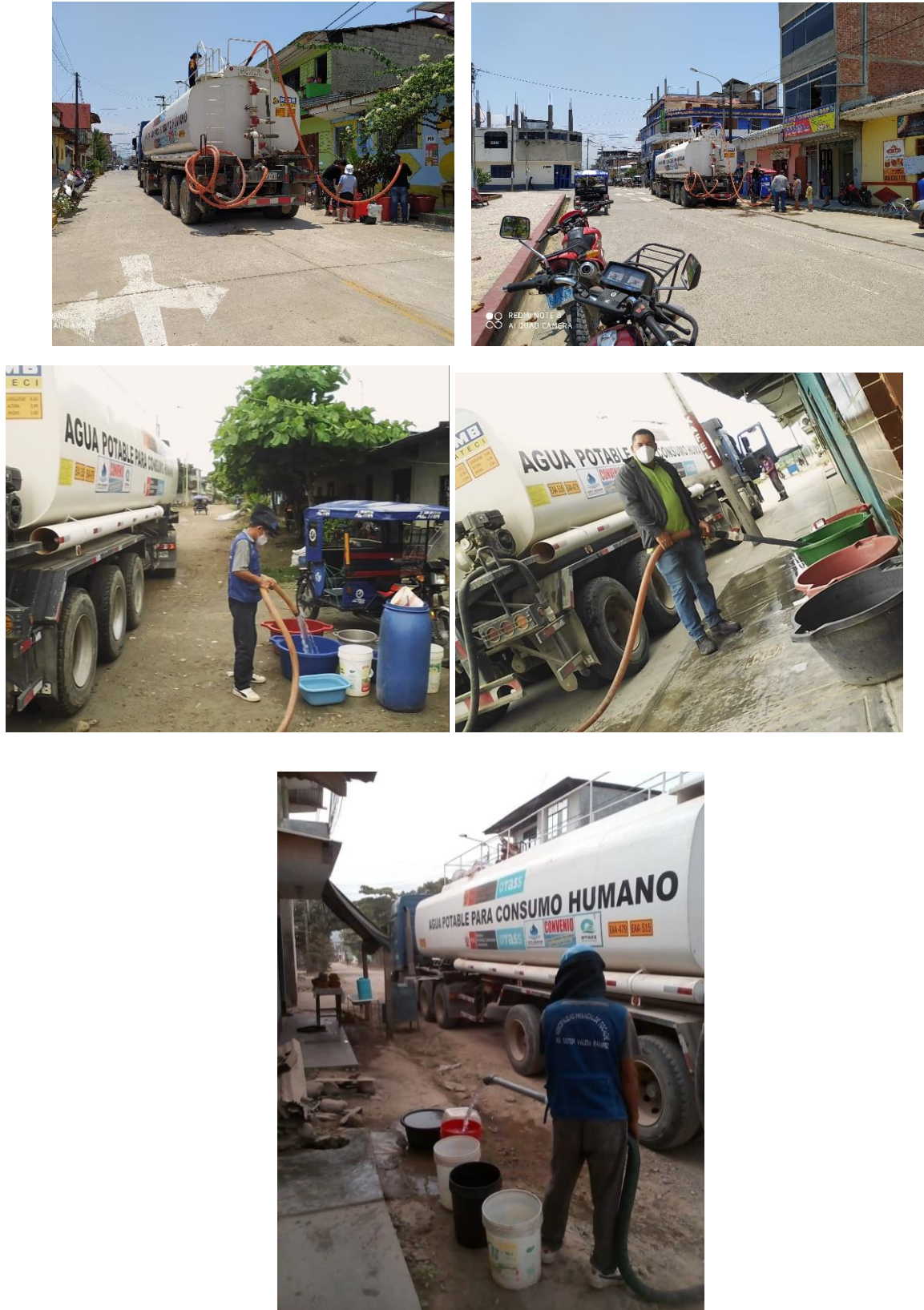
**Figura 41.** Trabajos de clausura de conexiones clandestinas de agua potable.





**Figura 42.** Trabajos de instalaciones nuevas del servicio de agua, solicitados por nuevos usuarios.

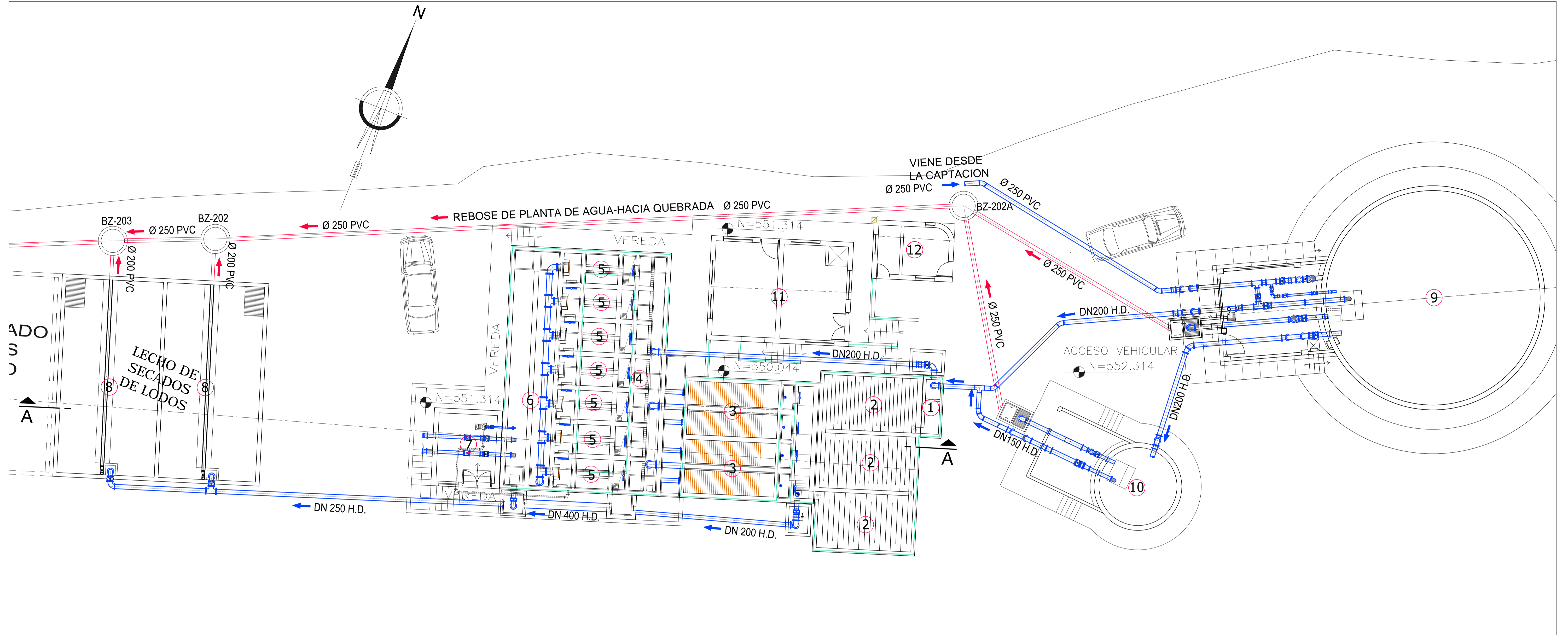




**Figura 43.** Distribución de agua potable con camión cisterna de 9000 galones de capacidad, dicha maquinaria fue por gestión de la autoridad edil con el Organismo Técnico de los Servicios de Saneamiento (OTASS), según al contrato de explotación entre la Municipalidad Provincial de Tocache y la EPS EMAPA San Martín.

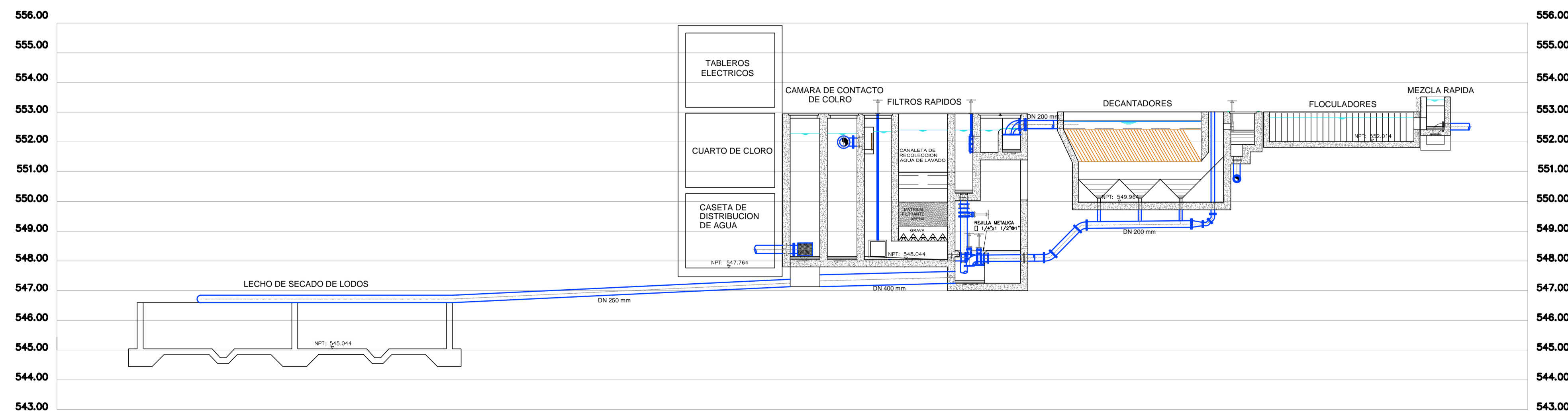






**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

E=1:100



**CORTE A-A**  
E=1:100

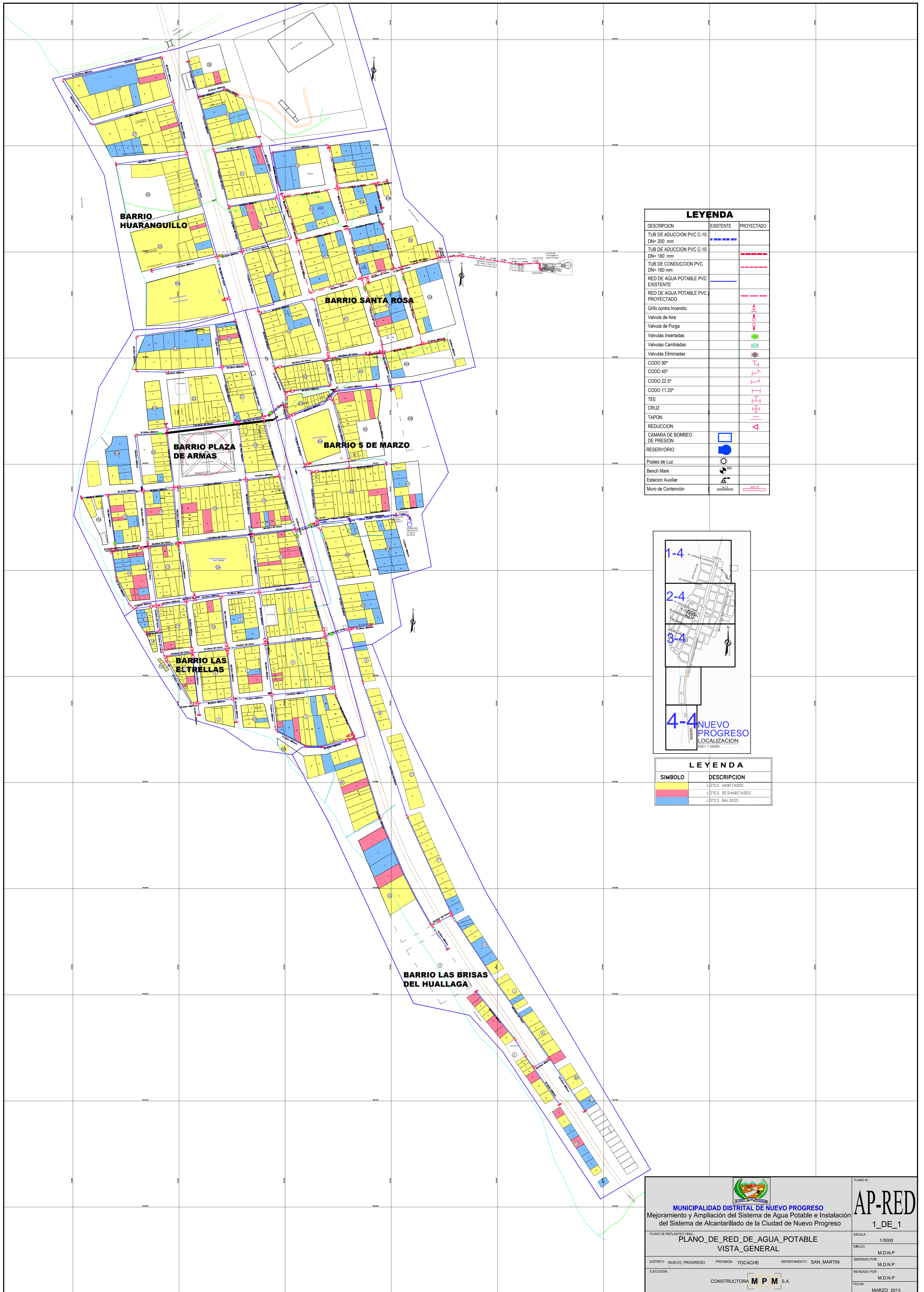
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LINEAS DE INGRESO Y DISTRIBUCION
	LINEAS DE REBOSE Y PURGA
	BUZONES PROYECTADOS
	BUZON PROYECTADO

**COMPONENTES PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

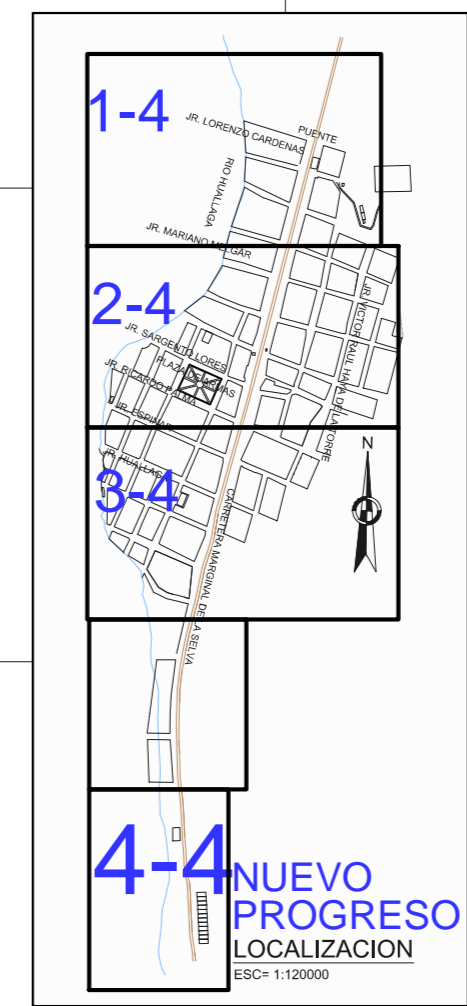
ITEM	DESCRIPCION
1	MEZCLA RAPIDA
2	FLOCULADOR
3	DECANTADORES
4	CANAL DE LIMPIEZA (SEDIMENTADOR, FLOCULADOR Y FILTROS)-INGRESO FILTROS
5	FILTROS
6	CAMARA DE CONTACTO
7	CASETA DISTR. AGUA-CUARTO DE CLORO-CASETA DE TABLEROS ELECTRICOS
8	LECHO SECADO DE LODOS
9	EMBALSE PROYECTADO V=350 m <sup>3</sup>
10	RESERVORIO EXISTENTE V=50 m <sup>3</sup>
11	OFICINA - ALMACEN DE INSUMOS QUIMICOS - CUARTO DE MEZCLA
12	CASETA DE VIGILANCIA

<p><b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVO PROGRESO</b> Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable e Instalación del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Nuevo Progreso</p>		PLANO N°: <b>PTAPH-PG</b> 1 de 1
PLANO DE REPLANTEO FINAL <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b> <b>PLANTA GENERAL: INTERCONEXIONES HIDRAULICAS</b>		ESCALA: INDICADA DIBUJO:
DISTRITO: NUEVO PROGRESO    PROVINCIA: TOCACHIE    DEPARTAMENTO: SAN MARTIN		DISEÑADO POR: C.B.M. REVISADO POR: M.D.N.P.
EJECUCION: CONSTRUCTORA <b>M P M</b> S.A.		FECHA: MARZO 2013





LEYENDA		
DESCRIPCION	EXISTENTE	PROYECTADO
TUB DE ADUCCION PVC C-10 DN= 200 mm		
TUB DE ADUCCION PVC C-10 DN= 160 mm		
TUB DE CONDUCCION PVC DN= 160 mm		
RED DE AGUA POTABLE PVC EXISTENTE		
RED DE AGUA POTABLE PVC PROYECTADO		
Grifo contra Incendio		
Valvula de Aire		
Valvula de Purga		
Valvulas Insertadas		
Valvulas Cambiadas		
Valvulas Eliminadas		
CODO 90°		
CODO 45°		
CODO 22.5°		
CODO 11.25°		
TEE		
CRUZ		
TAPON		
REDUCCION		
CAMARA DE BOMBEO DE PRESION		
RESERVORIO		
Postes de Luz		
Bench Mark		
Estacion Auxiliar		
Muro de Contencion		

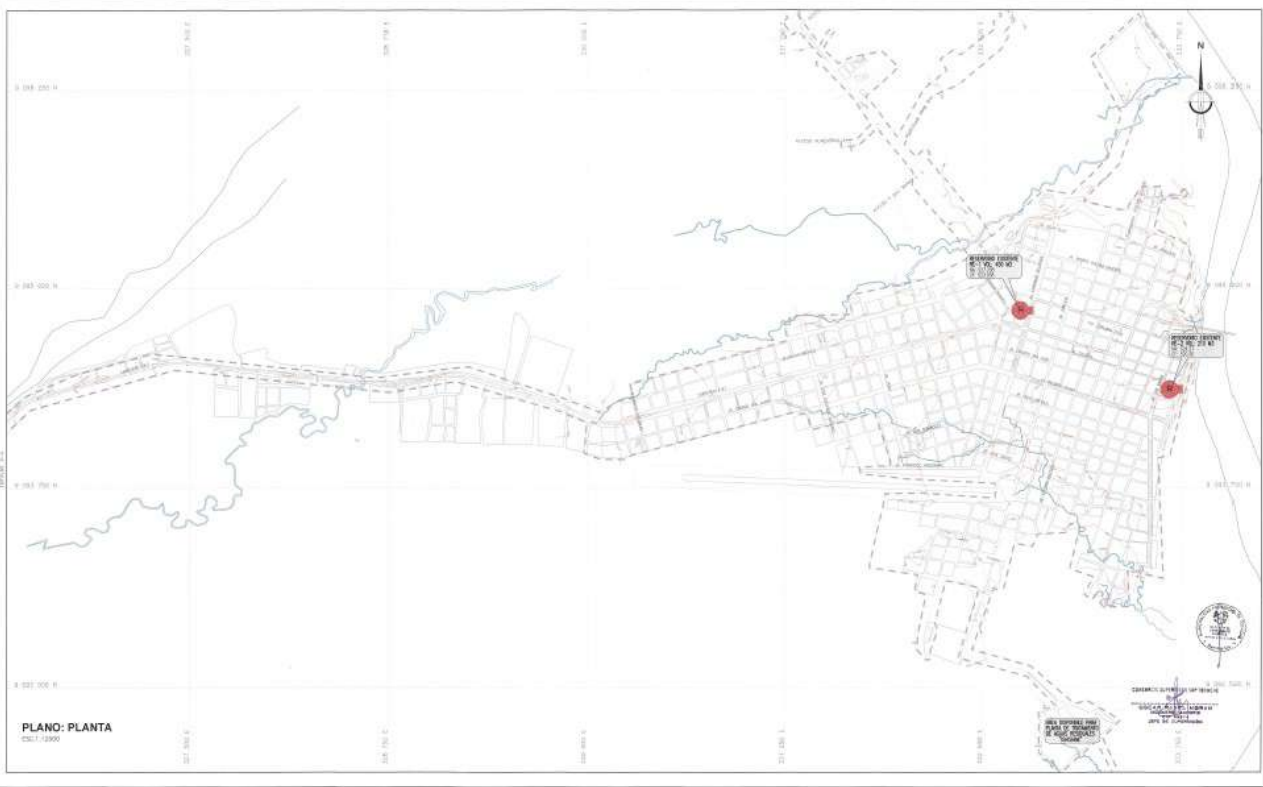
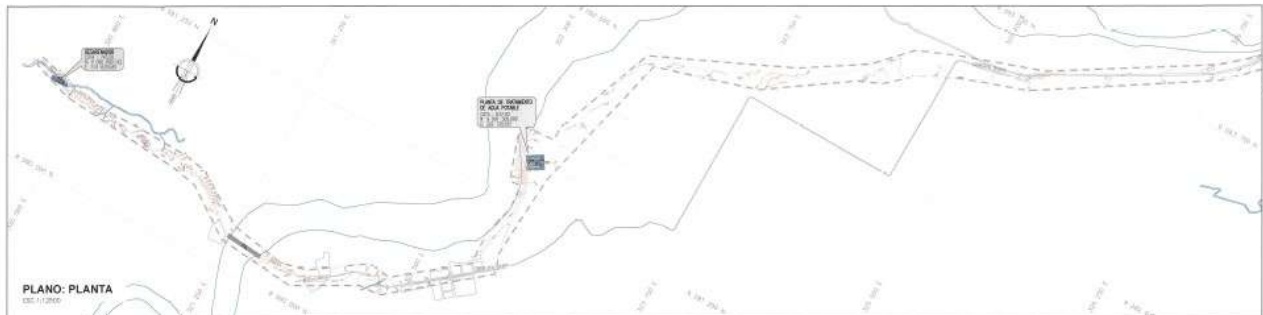


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LOTES HABITADOS
	LOTES DESHABITADOS
	LOTES BALDIOS

 <b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVO PROGRESO</b> Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable e Instalación del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Nuevo Progreso		PLANO N°: <b>AP-RED</b> 1_DE_1
PLANO DE REPLANTEO FINAL <b>PLANO DE RED DE AGUA POTABLE</b> <b>VISTA GENERAL</b>		ESCALA: 1/3000
DISTRITO: NUEVO PROGRESO    PROVINCIA: TOCACHE    DEPARTAMENTO: SAN MARTIN		DISEÑADO POR: M.D.N.P.
EJECUCION: CONSTRUCTORA <b>M P M</b> S.A.		REVISADO POR: M.D.N.P.
		FECHA: MARZO, 2013







**LEYENDA**

Sim.	DESCRIPCION
(Symbol)	LINEA DE LÍMITES DE PROYECTO
(Symbol)	AVENIDA
(Symbol)	CALLE Y PASADIZO
(Symbol)	ESTACIONAMIENTO
(Symbol)	ESTRUCTURAS DE ALTA PRESION
(Symbol)	ESTRUCTURAS BAJAS
(Symbol)	LINEA DE MALLA



PLAN GENERAL DE URBANIZACION  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TOCACHE

<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TOCACHE</b>	
<b>HM INGENIEROS CONSULTORES S.A.</b>	
EXPOSICION DE INTERES	TOCACHE
DEPARTAMENTO	TOCACHE
PROYECTO	TOCACHE
FECHA	15/04/2010
PLANO GENERAL	NO. 01
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 02
ESPECIFICOS	NO. 03
PLANO GENERAL	NO. 04
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 05
ESPECIFICOS	NO. 06
PLANO GENERAL	NO. 07
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 08
ESPECIFICOS	NO. 09
PLANO GENERAL	NO. 10
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 11
ESPECIFICOS	NO. 12
PLANO GENERAL	NO. 13
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 14
ESPECIFICOS	NO. 15
PLANO GENERAL	NO. 16
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 17
ESPECIFICOS	NO. 18
PLANO GENERAL	NO. 19
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 20
ESPECIFICOS	NO. 21
PLANO GENERAL	NO. 22
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 23
ESPECIFICOS	NO. 24
PLANO GENERAL	NO. 25
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 26
ESPECIFICOS	NO. 27
PLANO GENERAL	NO. 28
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 29
ESPECIFICOS	NO. 30
PLANO GENERAL	NO. 31
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 32
ESPECIFICOS	NO. 33
PLANO GENERAL	NO. 34
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 35
ESPECIFICOS	NO. 36
PLANO GENERAL	NO. 37
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 38
ESPECIFICOS	NO. 39
PLANO GENERAL	NO. 40
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 41
ESPECIFICOS	NO. 42
PLANO GENERAL	NO. 43
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 44
ESPECIFICOS	NO. 45
PLANO GENERAL	NO. 46
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 47
ESPECIFICOS	NO. 48
PLANO GENERAL	NO. 49
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 50
ESPECIFICOS	NO. 51
PLANO GENERAL	NO. 52
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 53
ESPECIFICOS	NO. 54
PLANO GENERAL	NO. 55
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 56
ESPECIFICOS	NO. 57
PLANO GENERAL	NO. 58
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 59
ESPECIFICOS	NO. 60
PLANO GENERAL	NO. 61
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 62
ESPECIFICOS	NO. 63
PLANO GENERAL	NO. 64
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 65
ESPECIFICOS	NO. 66
PLANO GENERAL	NO. 67
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 68
ESPECIFICOS	NO. 69
PLANO GENERAL	NO. 70
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 71
ESPECIFICOS	NO. 72
PLANO GENERAL	NO. 73
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 74
ESPECIFICOS	NO. 75
PLANO GENERAL	NO. 76
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 77
ESPECIFICOS	NO. 78
PLANO GENERAL	NO. 79
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 80
ESPECIFICOS	NO. 81
PLANO GENERAL	NO. 82
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 83
ESPECIFICOS	NO. 84
PLANO GENERAL	NO. 85
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 86
ESPECIFICOS	NO. 87
PLANO GENERAL	NO. 88
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 89
ESPECIFICOS	NO. 90
PLANO GENERAL	NO. 91
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 92
ESPECIFICOS	NO. 93
PLANO GENERAL	NO. 94
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 95
ESPECIFICOS	NO. 96
PLANO GENERAL	NO. 97
UBICACION DE ESTRUCTURAS	NO. 98
ESPECIFICOS	NO. 99
PLANO GENERAL	NO. 100



