



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

---

“OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DE LA PARROQUIA RIO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA  
TUNGURAHUA.”

---

**AUTOR:** Chafra Barahona Ángel Vladimir

**TUTOR:** Ing. Mg. Eduardo Paredes

**AMBATO – ECUADOR**

**2016**

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, con el tema “OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA TUNGURAHUA” desarrollado por el estudiante Chafra Barahona Ángel Vladimir, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, me permito informar que este ha sido concluido en su totalidad, y por tanto puede continuar con el respectivo trámite de graduación.

Ambato, 30 de Noviembre, 2016

.....

Ing. Mg. Eduardo Paredes

DOCENTE INGENIERÍA CIVIL

## **AUTORIA DE TRABAJO**

Declaro que los criterios expresados en el proyecto técnico denominado: “OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA TUNGURAHUA” así como también las ideas, análisis, conclusiones son auténticas y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor de la presente proyecto.

Ambato, 30 de Noviembre del 2016

## **EL AUTOR**

.....

Chafra Barahona Ángel Vladimir

CI: 1804833232

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del Proyecto Técnico, sobre el tema: “OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA TUNGURAHUA”, del egresado Angel Vladimir Chafla Barahona, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, 30 de Noviembre del 2016

.....

Ing. Mg. Jorge Huacho

.....

Ing. Mg. Jorge Guevara

.....

Ing. MSc. Francisco Pazmiño

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga éste proyecto o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con líneas de difusión pública, además apruebo la reproducción de ésta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción o suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

## **EL AUTOR**

.....

Chafra Barahona Ángel Vladimir

CI: 1804833232

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco profundamente a Dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, cada día en el transcurso de mí camino e iluminándome en todo lo que realizo de mí convivir diario. A mis padres, por ser mi ejemplo para seguir adelante. A mis hermanas, mi hija y esposa por apoyarme en cada decisión que tomo, y por estar a mi lado en cada momento hoy, mañana y siempre.*

*A mis maestros de la Universidad Técnica de Ambato que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización de la tesis.*

*A la Universidad Técnica de Ambato por haberme dado el privilegio de haber formada parte de tan distinguida universidad.*

*Ángel Vladimir Chafla Barahona*

## **DEDICATORA**

*Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados en mi convivir diario; a mis padres por ser los guía en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre; a mis hermanas, mi hija y mi esposa, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo.*

*Ángel Vladimir Chafla Barahona*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>AUTORIA DE TRABAJO</b>	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b>	<b>IV</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>15</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.1 TEMA	15
1.2 JUSTIFICACIÓN	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 GENERAL	16
1.3.2 ESPECÍFICOS	16
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>17</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>17</b>
2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS	17
2.2 FUNDAMENTACION LEGAL	18
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.3.1 SISTEMAS DE AGUA POTABLE	19
2.3.1.1 Agua Potable	19
2.3.1.2 Uso y consumo del agua	20
2.3.1.3 Calidad del agua	21
2.3.1.4 Tratamiento del agua	21
2.3.1.5 Desinfección	22
2.3.1.5.1 Cloración	23
2.3.1.6 Abastecimiento de agua y desarrollo socioeconómico	23
2.3.1.7 Abastecimiento de agua a pequeñas comunidades	23

2.3.1.8	Conducción del agua	24
2.3.1.8.1	Tipos de conductos de agua	24
2.3.1.9	Consideraciones de diseño	25
2.3.1.9.1	Diseño hidráulico	25
2.3.1.9.2	Caudal de diseño	26
2.3.1.9.3	Presión señalada	27
2.3.1.9.4	Determinación de la presión presumida para tubería	27
2.3.1.10	Distribución de agua	27
2.3.1.11	Tipos de sistemas de distribución	28
2.3.1.12	Desarrollo en etapas de sistemas de distribución	30
2.3.1.13	Consideraciones de diseño	30
2.3.1.13.1	Población de diseño	30
2.3.1.13.2	Estimación población futura	30
2.3.1.13.3	Dotación	31
2.3.1.13.4	Caudales de diseño	31
2.3.1.13.5	Demanda de agua; factores de pico	32
2.3.1.13.6	Reservorio de almacenamiento (5)	33
2.3.2	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	34
2.3.2.1	Mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua	34
2.3.2.2	Mantenimiento preventivo	34
2.3.2.3	Mantenimiento correctivo	36
2.3.3	CALIDAD DEL AGUA	38
2.3.3.1	Límite máximo permitido	38
2.3.3.2	Desinfección	39
2.3.3.3	Requisitos específicos de la desinfección	39
2.3.3.4	Sustancias orgánicas	39
2.3.3.5	Plaguicidas	40
2.3.3.6	Desinfectantes	40
2.3.3.7	El agua potable debe cumplir que los siguientes requisitos microbiológicos.	40
<b>CAPÍTULO III</b>		<b>41</b>
<b>DISEÑO DEL PROYECTO</b>		<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>ESTUDIOS TOPOGRAFICOS</b>	<b>41</b>
<b>3.2</b>	<b>CÁLCULOS Y DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>42</b>
<b>3.2.1</b>	<b>RECHEQUEO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA DE RIO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA</b>	<b>42</b>
3.2.2	Período de diseño	42
3.2.3	Población actual	42
3.2.4	Consumo Real	42
3.2.5	Dotación	45
3.2.6	Determinación del índice de crecimiento poblacional	47
3.2.7	Verificación De Resultados	51
a)	Las Estancias	51
3.2.8	Calculo mediante software	52
3.2.8.1	Medición de datos en el campo	53

3.2.8.2	Calculo de la cámara rompe-presión	54
3.2.8.3	Comparación de resultados	56
3.2.9	Calculo analítico del tramo La Martínez	56
3.2.10	Calculo mediante software	57
3.2.11	Medición de datos en el campo	58
3.2.12	Comparación de resultados	58
3.2.13	DATOS DE PROYECTO EJECUTADO	59
3.2.13.1	ESTUDIO DE POBLACIÓN	59
3.2.13.2	POBLACIÓN DE DISEÑO PROYECTO EXISTENTE	59
3.2.13.3	DOTACIONES	60
3.2.13.4	CAUDAL MEDIO FUTURO.	60
3.2.13.5	VARIACIONES DE CONSUMO	61
3.2.13.6	CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	61
3.2.13.7	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	62
<b>3.3</b>	<b>PLANOS</b>	<b>63</b>
<b>3.4</b>	<b>MEDIDAS AMBIENTALES</b>	<b>64</b>
3.4.1	Introducción	64
3.4.2	Objetivo general	64
3.4.3	Objetivos específicos	64
3.4.4	Metodología	64
3.4.5	Identificación de parámetros que puedan causar impactos.	66
3.4.5.1	Actividades de construcción.	66
3.4.5.2	Actividades de mantenimiento y operación	67
3.4.5.3	Identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos a causa de las actividades a desarrollarse.	67
3.4.5.4	Identificación de impactos ambientales	68
3.4.5.5	Valoración y evaluación de impactos ambientales	68
3.4.5.6	Evaluación de impactos ambientales	70
3.4.5.7	Conclusiones	70
<b>3.5</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>70</b>
<b>3.6</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>73</b>
3.6.1	MANUAL DE OPERACION Y MATENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO	73
3.6.1.1	Introducción	73
3.6.1.2	Glosario	74
3.6.1.3	Objetivo	74
3.6.1.4	Alcance	75
3.6.1.5	Descripción general del sistema	76
3.6.2	Captaciones	78
3.6.2.1	Descripción	78
3.6.2.2	Operación	78
3.6.2.3	Mantenimiento	79
3.6.2.4	Herramientas requeridas	80
3.6.2.5	Materiales Requeridos	80
3.6.3	Casetas de cloración (desinfección)	81

3.6.3.1	Descripción	81
3.6.3.2	Operación	82
3.6.3.3	Operación de Equipos Cloradores	83
3.6.3.4	Mantenimiento	85
3.6.3.5	Materiales requeridos	85
3.6.3.6	Herramientas requeridas	85
3.6.4	Líneas de conducción a gravedad	85
3.6.4.1	Descripción	85
3.6.4.2	Operación	86
3.6.4.3	Mantenimiento	86
3.6.4.4	Materiales requeridos	87
3.6.4.5	Herramientas requeridas	87
3.6.5	Pasos elevados	87
3.6.5.1	Operación	88
3.6.5.2	Mantenimiento	89
3.6.5.3	Materiales requeridos	89
3.6.5.4	Herramientas requeridas	89
3.6.6	Tanques de reserva	89
3.6.6.1	Descripción	89
3.6.6.2	Operación	90
3.6.6.3	Mantenimiento	91
3.6.6.4	Herramientas requeridas	93
3.6.6.5	Materiales requeridos	93
3.6.7	Resumen de las actividades a realizarse de todos los componentes del sistema	94
3.6.8	Resumen de las actividades a realizarse de todos los componentes del sistema	95
3.6.9	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADO (SIG)	103
3.6.9.1	Introducción	103
3.6.9.2	Utilidad	103
3.6.9.3	Objetivo	103
3.6.9.4	Alcance	103
3.6.9.5	Procedimiento de un sistema SIG	104
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>106</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>106</b>
4.1	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>106</b>
4.2	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>108</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>111</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2. 1: Vida útil sugerida para los componentes de un sistema de agua potable .....	18
Tabla N°2.2: Dotación por habitante.....	20
Tabla N°2. 3: Dotaciones recomendadas por el C.E.C.....	31
Tabla N°3. 1: Población actual.....	42
Tabla N°3. 2: Demanda base para viviendas.....	43
Tabla N°3. 3: Demanda base para restaurantes .....	45
Tabla N°3. 4: Tipo de consumo.....	47
Tabla N°3. 5: Tasa de crecimiento .....	47
Tabla N°3. 6: Tasa de Crecimiento .....	48
Tabla N°3. 7: Caudales.....	50
Tabla N°3. 8: cálculo de caudal, velocidad y presión en Las Estancias.....	51
Tabla N°3. 9: Verificación de presión en Las Estancias .....	53
Tabla N°3. 10: Verificación de presión en Las Estancias .....	55
Tabla N°3. 11: Comparación de resultados, datos analíticos, EPANET y en campo	56
Tabla N°3. 12: Cálculo de caudal, velocidad y presión en La Martínez .....	57
Tabla N°3. 13: Verificación de presión en La Martínez .....	58
Tabla N°3. 14: Comparación de resultados, datos analíticos, EPANET y en campo.	58
Tabla N°3. 15: Población actual.....	59
Tabla N°3. 16: Magnitud.....	65
Tabla N°3. 17: Importancia .....	65
Tabla N°3. 18: Persistencia .....	65
Tabla N°3. 19: Carácter.....	65
Tabla N°3. 20: Identificación de impactos ambientales.....	68
Tabla N°3. 21: Valoración de impactos ambientales .....	69
Tabla N°3. 22: Evaluación de impactos ambientales .....	70
Tabla N°3. 23: Costo de limpieza.....	71
Tabla N°3. 24: Costo de verificación .....	72
Tabla N°3. 25: Costo de mantenimiento .....	72
Tabla N°3. 26: Costo total .....	73
Tabla N°3. 27: Operación.....	79
Tabla N°3. 28: Tabla de actividades.....	80
Tabla N°3. 29: Análisis resultados .....	81
Tabla N°3. 30: Tabla de actividades cloradores .....	84

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura N°2. 1: Tratamiento de agua superficial. ....	22
Figura N°2. 2: Conduto de flujo libre. ....	24
Figura N°2. 3: Conduto de presión. ....	25
Figura N°2. 4: Tipos de sistemas de distribución. ....	29
Figura N°2. 5: Variación de la demanda según el día. ....	33
Figura N°2. 6: Capacidades de diseño para los componentes del sistema. ....	34
Figura N°2. 6: Requisitos de calidad de agua. ....	39
Figura N°2. 6: Requisitos de calidad de agua. ....	39
Figura N°2. 6: Requisitos de calidad de agua. ....	40
Figura N°2. 6: Requisitos de calidad de agua. ....	40
Figura N°2. 6: Requisitos de calidad de agua. ....	40
Figura N°3. 1: Ubicación del proyecto. ....	41
Figura N°3. 2: Crecimiento poblacional. ....	48
Figura N°3. 3: Red Las Estancias-EPANET. ....	52
Figura N°3. 4: Red La Martínez-EPANET. ....	54
Figura N°3. 5: Red Martínez-EPANET. ....	57
Figura N°3. 6: Captaciones. ....	77
Figura N°3. 7: casetas de Cloraciones. ....	77
Figura N°3. 8: Tanques. ....	78

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El proyecto “Operación del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Rio Negro, Cantón Baños, Provincia de Tungurahua” se generó un manual de operación del sistema mencionado anteriormente para tener un control del manejo de válvulas y un mantenimiento adecuado en el sistema existe, que ayudará con la vida útil de los componentes de la red, también se realizó un rechequeo de la red existente con el fin de comprobar si los caudales, presiones y velocidades se encuentran en los rangos recomendados por el Código Ecuatoriano de la Construcción de manera que beneficiara a la población a obtener agua de cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad aportando positivamente al desarrollo de la comunidad.

Este proyecto presenta una solución para la operación de redes de abastecimiento de agua potable mediante el uso de un manual de manejo y mantenimiento que permitirá dar un control seguro de la red existente.

## **CAPÍTULO I**

### **ANTECEDENTES**

#### **1.1 TEMA**

“OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El agua es el recurso natural de mayor incidencia en la vida económica y social del país. De su disponibilidad o déficit depende el desarrollo de las actividades de la población, así como su supervivencia. A un 23,49 % de los ecuatorianos no les llega el suministro de agua potable, manteniéndose aún el uso de pozos y afluentes naturales para su consumo diario. (1)

En la implementación de servicios de agua, se considera de mucha importancia la capacitación de recursos humanos destinados a la correcta operación y mantenimiento de los sistemas de agua, preservando la inversión realizada, para que pueda garantizarse la sostenibilidad y la calidad de los servicios, reduciendo los costos de operación y mantenimiento, y creando conciencia en el usuario sobre la importancia de su participación en la buena marcha de los mismos. (1)

Existe interés de parte del GAD de Baños de proveer el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable de Río Negro, para conocer los parámetros de operación de todos los elementos que compone el mismo, el cual se encuentra en operación desde el 2 de diciembre del año 2015, y que está funcionando con regularidad.

La operación del sistema de abastecimiento de agua potable en la Parroquia Rio Negro resulta fundamental para su funcionamiento y durabilidad. Su adecuada planificación y ejecución, así como una activa participación y vinculación de la organización comunitaria es un paso firme hacia el empoderamiento y sostenibilidad

tanto de la organización como de la infraestructura. Una adecuada operación y mantenimiento sumados a la correcta composición del sistema, pueden ser garantía de un servicio de calidad.

El presente proyecto brindará grandes beneficios a los moradores de este sector, con el debido cumplimiento de las normas de operación del sistema de abastecimiento de agua potable se llegará a la obtención de un manual de uso y mantenimiento, el cual ayudará en la disminución de averías y demás problemas de funcionamiento que se vean reflejados en la interrupción del servicio.

Se considera al presente proyecto factible de ejecución, encontrándose disponible bibliografía acerca de la operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable, apuntando a una optimización y mejora del sistema que se encuentra operando actualmente. Institucionalmente se cuenta con el apoyo académico de parte de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y con el aval del GAD del Cantón Baños.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 GENERAL**

- Generar un manual de operación del sistema de abastecimiento de agua potable de la Parroquia Rio Negro, Cantón Baños, Provincia de Tungurahua.

#### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Generar un sistema geo referenciado de la red de distribución de agua potable existente.
- Obtener datos de campo utilizando una metodología exploratoria de las diferentes variables hidráulicas que contiene el sistema existente.
- Modelar la red de distribución de agua potable en condiciones estáticas.
- Incrementar la eficiencia a procedimientos de operación a través de un manual que permita optimizar el caudal de consumo.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

Revisada información que se relacione con el tema se pudo encontrar algunos trabajos relacionados:

- Según la tesis presentada en la Universidad de Cuenca, bajo el tema: “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de Huajibamba-Cuenca”, realizada en el 2003, se presenta un proyecto en el que recomienda a los dirigentes de la junta de agua, programar actividades de operación y mantenimiento de los elementos que conforman el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, actividades que pueden ser realizadas por los mismos socios que actualmente conforman el sistema. Así también, recomienda asignar un operador para el Sistema de Agua Potable, quien deberá recibir instrucción acerca del funcionamiento y operación de todos los elementos del sistema de agua potable rehabilitado. El operador también debe ser capacitado a realizar reparaciones y el mantenimiento de los elementos que conforman dicho sistema. (2)
- La investigación realizada por Zambrano N. en 2013, bajo el tema: “Una solución básica para el abastecimiento de agua potable para los sectores rurales de la parroquia Limones”, se basa en el elaborar en conjunto los estudios financiero, económico y social del sistema de agua potable, en el cual es importante que la comunidad se involucre antes, durante y después de la construcción del sistema. El proyecto para ello, propone realizar actividades como son de operación y mantenimiento, las mismas que van encaminadas a ayudar, entender los costos, riesgos y beneficios del proyecto, así como sus impactos ambientales, sociales, económicos y de salud. (3)
- El estudio elaborado por Bohórquez, el cual se enfoca en perfeccionar la calidad de vida de los habitantes de los barrios Anita Lucía y Novilleros de la Parroquia de Aloasí, Cantón Mejía, recomienda abrir o cerrar las válvulas de seccionamiento tipo compuerta, por cuestiones de mantenimiento y operación, de

forma adecuada para impedir fallos, realizar un mantenimiento periódico de todos los elementos del sistema, a fin de avalar su correcto funcionamiento a lo largo de la vida útil, a través de una persona que haya sido capacitada para operar las válvulas del sistema, esto permitirá que estén regulados y operen eficientemente, de acuerdo a los cronogramas establecidos, con el fin de garantizar una organización adecuada, principalmente en cuanto a la toma de decisiones anticipadas, en caso de presentarse problemas durante el transcurso de la ejecución de los proyectos. (4)

## 2.2 FUNDAMENTACION LEGAL

- La Ley Orgánica de los Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua en su artículo 8 indica que:
  - El Estado y sus instituciones, según las competencias asignadas, son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia, son responsables entre otros de:
    2. Regular esta gestión, los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad.
    3. Velar por la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas marino costero y alto andino, en especial páramos y todos los ecosistemas que almacenan agua, y el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales que proveen el agua en cantidad y calidad (5).

**Tabla N°2. 1: Vida útil sugerida para los componentes de un sistema de agua potable**

COMPONENTES	VIDA UTIL (Años)
Obras de Captación	25-50
Conducción de asbesto cemento ó PVC	20-30
Planta de Tratamiento	20-30
Tanques de Almacenamiento	30-40
<b>TUBERÍAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS DE LA RED</b>	
De hierro dúctil	40-50
De asbesto cemento ó PVC	20-25

**Fuente:** NORMA CO 10.7-602 NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL

- Según el Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C. se indican las “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1,000 habitantes”. Estas normas tienen como propósito conseguir que los diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable y de eliminación de aguas residuales se realicen dentro de un marco técnico adecuado para la realidad ecuatoriana. En el inciso 4.4.4 se indica el procedimiento para realizar un manual de operación y mantenimiento, el que incluirá los aspectos que se sugieren dentro del siguiente contenido:
- Introducción;
  - Autorizaciones y normas;
  - Organización administrativa y financiera;
  - Descripción, operación y control de las instalaciones;
  - Pruebas de laboratorio;
  - Operación de emergencia;
  - Mantenimiento preventivo y correctivo;
  - Sistema de información; y,
  - Servicios.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.3.1 SISTEMAS DE AGUA POTABLE**

#### **2.3.1.1 Agua Potable**

El agua potable segura es un factor importante en el control de muchas enfermedades. Esto en particular ha quedado bien establecido cuando se trata de enfermedades tales como diarrea, cólera, fiebre tifoidea y paratifoidea, hepatitis infecciosa, disentería aerobia. (5)

El agua de bebida salubre (agua potable) no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Las Normas describen los requisitos mínimos razonables que constituyen prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores y

determinar valores de referencia numéricos relativos a los componentes, o indicadores de la calidad del agua. (5). En el Ecuador la entidad encargada del control de la calidad del agua es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (6).

### 2.3.1.2 Uso y consumo del agua

El consumo es entendido como la diferencia entre el volumen suministrado y el volumen descargado, esto se conoce como uso consuntivo. Existen otros usos que no consumen agua como la generación de energía eléctrica, que utiliza el volumen almacenado en presas. A estos usos se les denomina no consuntivos. Dependiendo del clima y de la carga de trabajo, el cuerpo humano necesita aproximadamente de 3 a 10 litros de agua por día para su normal funcionamiento. (7)

El volumen de agua usada para otros propósitos cambia ampliamente y es grandemente influenciada por el tipo y disponibilidad del abastecimiento de agua. Los factores que influyen en el uso del agua son los hábitos culturales, el patrón y nivel de vida, si es que se cobra el agua, y el costo y calidad de la misma. El uso del agua para fines domésticos puede subdividirse en varias categorías: (7)

- Bebida preparación de alimentos y cocina limpieza, lavado e higiene personal.
- Uso del agua para huertos abrevadero del ganado otros usos, incluyendo eliminación de desechos.

La dotación por habitante en el Ecuador se refleja en la Tabla N° 2.2

**Tabla N°2.2:** Dotación por habitante

Clima	Densidad poblacional habitantes/hectárea			
	Mayor a 500	de 500 a 201	de 200 a 101	Menor a 100
Frío	120	150	170	200
Templado	135	160	185	210
Cálido	150	170	200	220

**Fuente:** INEN NTE 1680

### 2.3.1.3 Calidad del agua

La calidad del agua hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. (8)

El agua es de buena calidad cuando está exenta de sustancias y microorganismos que puedan ser peligrosos para el consumo humano que transmitan sensaciones sensoriales desagradables, como el color, el olor, el sabor o turbiedad. (8)

### 2.3.1.4 Tratamiento del agua

El agua es un medio de transmisión de contaminantes químicos y biológicos que pueden provocar enfermedades, lo que hace imprescindible analizar la calidad del agua, mediante análisis químicos y bacteriológicos. Los resultados obtenidos nos indican con que calidad de agua contamos y cuando se la compara con los parámetros de las normas de provisión de agua obtenemos las diferencias o falencias que tienen las aguas que usaremos, por lo que es necesario realizar los tratamientos correspondientes para obtener agua más tratada que vaya de acuerdo a las normas exigidas. (9)

Los errores de la muestra en la fuente de agua nos acarrearán a un diseño de tratamiento necesario. En esencia se realiza un proceso con el objeto fundamental de mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua a fin de garantizar que sea apta para el consumo humano, y cuyo tratamiento debe incidir en los siguientes aspectos básicos:

- **Higiene:** Se refiere a eliminar o reducir del agua las bacterias, protozoos, quistes, parásitos y en especial aquellos que son patológicos para los humanos. También se debe reducir la excesiva mineralización o materias orgánicas que pueden ocasionar trastornos fisiológicos de diferente orden y agregar sustancias que reducen el desarrollo de ciertos trastornos orgánicos propios de los consumidores.
- **Estético:** Hay factores físicos característicos de las aguas tales como color, olor, turbiedad y sabor, que son los que más impresionan al consumidor, y aunque no constituyen un problema que afecte a la salud, deben reducirse su concentración.

➤ **Económico:** El efecto corrosivo o incrustante del agua hace que las tuberías tengan menor vida útil. Obstruye los sistemas de calefacción, tuberías y cuerpos de calderas y forma una gruesa costra calcárea (sarro).

El propósito del tratamiento del agua es convertir una fuente subterránea o superficial, en agua potable adecuada para el uso doméstico. Para abastecimiento de agua a pequeñas comunidades, las consideraciones de diseño más importantes son:  
(10)

- Bajo costo.
- Utilización de un mínimo de equipo mecánico.
- Evitar el uso de sustancias químicas, cuando sea posible.

La figura N° 2.1 se muestra el nivel de calidad del agua y su posterior tratamiento para que esta sea potable cumpliendo los requerimientos legales.

**Figura N°2. 1:** Tratamiento de agua superficial.

Proceso de Tratamiento \ Calidad del agua	Pre cloración	Coagulación y Floculación	Sedimentación	Filtración rápida	Filtración lenta en arena	Cloración segura o posterior
Clara y no contaminada						0
Ligeramente contaminada, baja turbidez				0	X	0
Ligeramente contaminada, alta turbidez		X	X	X	X	0
Ligeramente contaminada muchas algas	X	X	X	X		X
Fuertemente contaminada, poca turbidez	X			X	X	0
Fuertemente contaminada, mucha turbidez	X	X	X	X		X

**Fuente:** L. HUISMAN, (1998, Nov)

### 2.3.1.5 Desinfección

El requerimiento más importante del agua potable es que debe estar libre de microorganismos que pueda transmitir enfermedades al consumidor. Procesos tales

como almacenamiento, sedimentación, coagulación, floculación, y filtración rápida, reducen en grado variable el contenido bacteriológico del agua. Sin embargo, estos procesos no pueden certificar que el agua que producen sea bacteriológicamente segura. El objetivo de la desinfección es obtener agua exenta de bacterias y gérmenes patógenos.

El producto más común para reducir y eliminar las bacterias y patógenos es el cloro, cuya capacidad para destruir patógenos con rapidez y su disponibilidad los hacen adecuados para la desinfección. Su costo es moderado y por esta razón son ampliamente usados como desinfectantes.

#### **2.3.1.5.1 Cloración**

La cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio. Los compuestos que tienen cloro poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causantes de enfermedades. (11)

#### **2.3.1.6 Abastecimiento de agua y desarrollo socioeconómico**

El abastecimiento adecuado de agua es un pre-requisito para el desarrollo socioeconómico de una comunidad. Factores como el tiempo y el ahorro de energía en la recolección de agua potable, y una reducción sustancial en la incidencia de enfermedades pueden contribuir positivamente a la salud de los habitantes así como también protegiendo el estilo de vida mediante el suministro de agua, apoyados a su vez por unas infraestructuras con una extensión y una gestión eficiente . (12)

#### **2.3.1.7 Abastecimiento de agua a pequeñas comunidades**

En pueblos pequeños y comunidades rurales, las condiciones de abastecimiento de agua existentes son diferentes a las condiciones de las instalaciones urbanas. Por lo general, la población a ser servida por ese sistema de abastecimiento de agua es pequeña, por lo que la distribución del agua por tuberías sea costosa, ya que no se dispone de fondos para pagar la operación y el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua y es probable que las comunidades pequeñas no puedan obtener el capital necesario para dicha operación es por esta razón la gran

importancia la ayuda del gobierno nacional así como agencias externas o entidades de préstamo. (12)

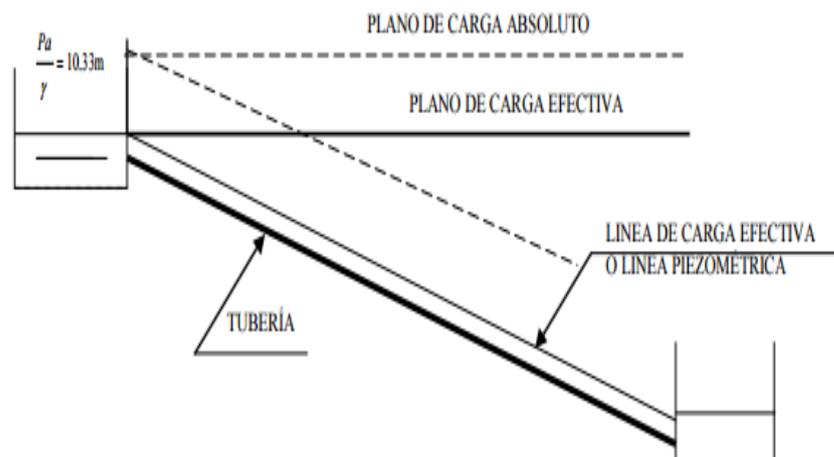
### 2.3.1.8 Conducción del agua

Frecuentemente la conducción del agua forma parte de un sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades; Se necesita transportar el agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento. Dependiendo de la topografía y las condiciones locales, se puede conducir el agua a través de conductos de flujo libre (Figura N° 2.4), conductos de presión (Figura N° 2.5) o una combinación de ambos.

#### 2.3.1.8.1 Tipos de conductos de agua

##### a) Tuberías de flujo libre

El movimiento del fluido se realiza por conductos abiertos o cerrados parcialmente llenos, de forma que existe una superficie libre que está en contacto con la atmósfera. El movimiento se realiza gracias a la fuerza de la gravedad. (13)



**Figura N°2. 2:** Conducto de flujo libre.  
**Fuente:** Azevedo, (1975, Nov)

##### b) Canales

Por lo general los canales tienen una sección transversal trapezoidal, pero la forma rectangular es más económica cuando el canal atraviesa roca sólida. Las condiciones de flujo son más o menos uniformes cuando un canal tiene el mismo tamaño, inclinación y alineamiento de superficie a través de toda su longitud. (13)

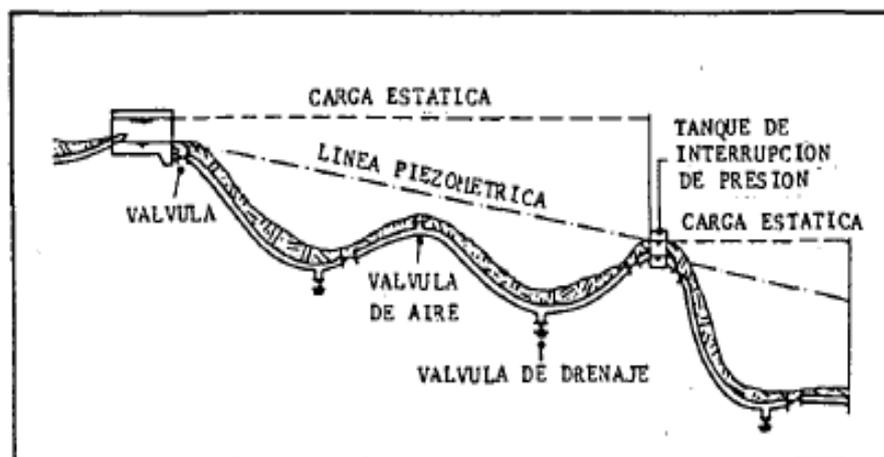
### c) Acueductos y túneles

Los acueductos y túneles deben tener un tamaño tal que su flujo sea aproximadamente tres cuartos de la tasa de flujo señalada. Frecuentemente a los túneles para la transmisión de agua de flujo libre se les da la forma de herradura. (13)

### d) Tuberías de presión

El movimiento del agua se realiza por conductos cerrados sobre los que el fluido ejerce una presión distinta a la atmosférica. El movimiento se debe principalmente a la acción de la presión hidráulica. (12)

La ruta o camino que siguen las tuberías de presión está mucho menos gobernada por la topografía del área que recorren, que en el caso de los canales, acueductos y tuberías de flujo libre. Una tubería de presión puede ir en cuesta ascendente o descendente; hay una libertad considerable al seleccionar la alineación de la tubería. (12)



**Figura N°2. 3:** Conducto de presión.

**Fuente:** L. HUISMAN, (1998, Nov)

## 2.3.1.9 Consideraciones de diseño

### 2.3.1.9.1 Diseño hidráulico

Una vez obtenidos los datos topográficos y el plano catastral, se definen las áreas de la población que requieren del proyecto, así como sus etapas de construcción inmediata y futura. (14)

El primer paso consiste en efectuar el trazo geométrico de la red, colectores y emisores, para poder seleccionar la mejor de acuerdo a sus características técnicas y económicas. (14)

“Posteriormente se calculan las pendientes y las elevaciones de todos y cada uno de los tramos de tubería de acuerdo al tipo de material con que está construida y se calculan los diámetros, se debe procurar que la tubería vaya lo más paralela posible al perfil topográfico del terreno.” (13)

#### **2.3.1.9.2 Caudal de diseño**

La demanda de agua en un área de distribución fluctuará considerablemente durante un día. Por lo general, un reservorio de servicio es disponible para acumular y nivelar la fluctuación en la demanda de agua. Este reservorio es abastecido por la tubería principal de transmisión y se le coloca en una posición adecuada para que pueda abastecer al sistema de distribución (Figura 18.5).

Otro factor importante es el número de horas por día en que opera la tubería principal de transmisión. Cuando la conducción no requiera bombeo, el caudal de diseño será de 1,1 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño. (15)

Otras consideraciones de diseño son:

- a) La red de recolección, se diseñará tramo por tramo, considerando el caudal de diseño acumulado para cada uno de ellos. (14)
- b) Para el cálculo del caudal de diseño se considerará de aguas residuales, un aporte de aguas ilícitas y un caudal de aguas de Infiltración hacia los colectores. (14)
- c) El proyectista deberá justificar los parámetros y criterios adoptados para el cálculo de los caudales de diseño. Especial énfasis deberá darse a la estimación de caudales de aguas ilícitas y a la estimación del caudal de aguas de Infiltración, en base a las características pluviométricas de la zona, posición del nivel freático, material de la tubería, etc. (14)

### 2.3.1.9.3 Presión señalada

Por supuesto, la presión señalada sólo es de importancia para las tuberías de presión. Por lo general, esas tuberías siguen muy de cerca la topografía del suelo. La línea piezométrica debe estar sobre la tubería, sobre toda su longitud y para todas las tasas de flujo; (Figura N°2.5). (1). Según (16), la presión se calcula con la siguiente fórmula:

$$Pf = \left( Pi + \Delta_{cotas} + \frac{Vf^2 - Vi^2}{2g} \right) * \gamma \quad (\text{Ecuación I})$$

- $Pf =$  Presión final
- $Pi =$  Presión inicial
- $\Delta_{cotas} =$  Diferencia de cotas
- $Vf =$  Velocidad final
- $Vi =$  Velocidad inicial
- $\gamma =$  Peso específico del agua

Se debe seleccionar el material de la tubería para que resista la presión más elevada que pueda producirse en ésta. Frecuentemente la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación sino que ocurre la presión estática cuando se cierra la tubería. Para limitar la presión máxima en una tubería y, así, el costo de los tubos, se le puede dividir en secciones separadas mediante un tanque de interrupción de presión. (10)

### 2.3.1.9.4 Determinación de la presión presumida para tubería

También se puede desarrollar las presiones críticas como resultado del oleaje de presión o de golpes de ariete en la tubería. Estos son causados por el cierre instantáneo o demasiado rápido de las válvulas o por inicios o detenciones súbitas del bombeo.

### 2.3.1.10 Distribución de agua

“Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones, para transportar desde el punto de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en condiciones que satisfagan sus necesidades. Este grado de satisfacción

tiene un elevado número de componentes, medibles y no medibles, entre los que podemos destacar la calidad, el caudal, la presión, la continuidad del suministro y el precio.” (17) La distribución de agua permite llegar cada uno de los habitantes por medio de la extracción desde la fuente y tratada cuando fuera necesario.

La distribución comienza desde la planta de tratamiento de agua y termina en el punto de conexión con la instalación interior de suministro.

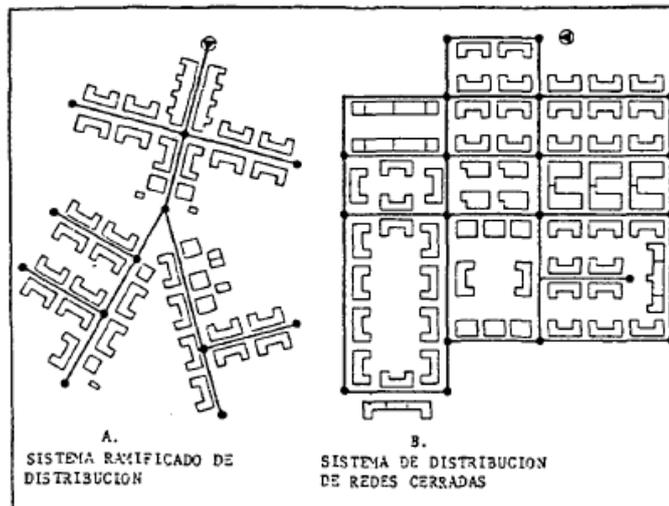
Según (18) La red de distribución se puede clasificar en distintas conducciones de la siguiente forma:

- **Red de Transporte:** Está constituida por las conducciones que transportan el agua desde la planta de tratamiento, depósitos de regulación, alimentando a la red arterial.
- **Red Arterial:** Generalmente la conforman los conductos de mayor diámetro y no se permite que desde la misma se realicen acometidas para los suministros, bocas de riego y tomas contra incendios.
- **Red Secundaria:** Está formada por las conducciones que se conectan a la Red Arterial y de las que se derivan, en su caso, las acometidas para los suministros, bocas de riego y tomas contra incendios.
- **Acometidas:** Está formada por las conducciones que unen la Red Secundaria con la Instalación Interior del inmueble que se pretende abastecer.

#### **2.3.1.11 Tipos de sistemas de distribución**

Básicamente hay dos tipos principales de sistemas de distribución:

- Sistema ramificado (Figura N° 2.6a)
- Sistema de redes cerradas (Figura N° 2.6b)



**Figura N°2. 4:** Tipos de sistemas de distribución.

**Fuente:** L. HUISMAN, (1998, Nov)

Los sistemas ramificados son aquellos que unen los diferentes puntos de consumo con una única tubería y se usan sólo para abastecimientos públicos de poca capacidad que entregan el agua mayormente a través de fuentes públicas y que tienen pocas o ninguna conexión domiciliaria. Cuando una red es cerrada (o tiene forma de malla), sus tuberías forman al menos un circuito (varios en el caso de la figura 2.6b). La ventaja de diseñar redes cerradas es que en caso de falla, el agua puede tomar trayectorias alternas para abastecer una zona de la red. Una desventaja de las mismas es que no es fácil localizar las fugas, según expresa en (7)

Los sistemas ramificados tienen la ventaja de que su diseño es directo. Se puede determinar fácilmente la dirección y la tasa de flujo de agua en todas las tuberías. En sistemas de distribución grandes (urbanos), por lo general las tuberías secundarias están interconectadas, lo que requiere muchas válvulas. (1)

Se puede distinguir los siguientes tipos de conexiones de servicio:

- Conexión domiciliaria
- Conexión de patio
- Fuente pública

### 2.3.1.12 Desarrollo en etapas de sistemas de distribución

La experiencia muestra que es posible desarrollar un sistema de distribución de agua en etapas, mejorándolo en pasos sucesivos, cuando el estándar de vida de una comunidad mejora y cuando se dispone de fondos. Por lo tanto, cuando se diseña un sistema de distribución, se debe hacer previsiones para su posterior mejoramiento.

El costo de un sistema de distribución de agua depende principalmente de la longitud total de las tuberías instaladas y de su diámetro.

### 2.3.1.13 Consideraciones de diseño

#### 2.3.1.13.1 Población de diseño

Número de habitantes que se espera tener en el futuro de acuerdo para los años que fue diseñado dicho proyecto.

#### 2.3.1.13.2 Estimación población futura

➤ **Estimación Población futura.** Para la determinar la población futura se realizan proyecciones de tasas de crecimiento utilizando tres métodos. Según (19) que son:

- **Método aritmético.**

$$Pf = Pa(1 + r * n) \quad \text{(Ecuación II)}$$

- **Método geométrico.**

$$Pf = Pa(1 + r)^n \quad \text{(Ecuación III)}$$

- **Método exponencial**

$$Pf = Pa(e)^{r*n} \quad \text{(Ecuación IV)}$$

**Dónde:**

- Pf = Población al final del periodo de diseño.
- Pa = Población al inicio del periodo de diseño
- r = Tasa de crecimiento
- n = Periodo de diseño

### 2.3.1.13.3 Dotación

Es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante, en el cual está incluido todos sus servicios en el día, tomando en cuenta las pérdidas. Sus unidades están expresadas en (lt/hab\*día).

**Tabla N°2. 3:** Dotaciones recomendadas por el C.E.C.

Población	Clima	Dotación media futura
Hasta 5000	Frio	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frio	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frio	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

**Fuente:** Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN 5 parte 9.1:1.1992

### 2.3.1.13.4 Caudales de diseño

- **Caudal medio diario (Qmd):** Cantidad de agua requerida para un habitante en un día del año, y se calcula de la siguiente manera. (19)

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400} \text{ (Ecuación V)}$$

**Dónde:**

- Qmd = Caudal medio diario en l/s
  - Pf = Población futura en hab
  - D = Dotación l/hab/día
- **Caudal máximo diario (QMD).** Es la demanda máxima en un día del año. (20)

$$QMD. = K_1 * Qmd \text{ (Ecuación VI)}$$

**Dónde:**

- QMD = Caudal máximo diario en l/s
- K1 = Factor de mayoración máximo diario adimensional
- Qmd = Caudal medio diario en l/s
- K1 = 1,3 - 1,5 Recomendado por el código de práctica ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992

- **Caudal máximo horario (QMH).** Cantidad de agua consumida por la población durante la hora de máximo consumo en un día del año.

$$QMH. = K_2 * Qmd \text{ (Ecuación VII)}$$

**Dónde:**

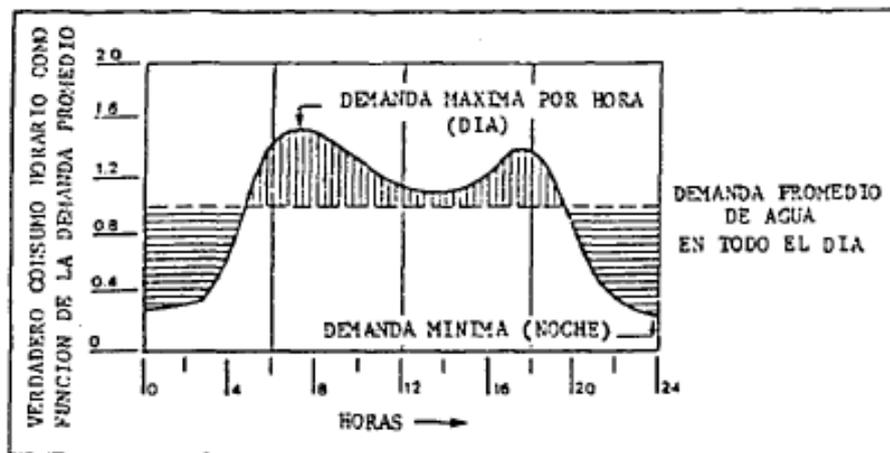
- QMH = Caudal máximo horario (l/s)
- K2 = Factor de mayoración máximo horario adimensional
- Qmd = Caudal medio diario en l/s
- K2 = 2 – 2.3 Recomendado por el código de práctica ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992

**2.3.1.13.5 Demanda de agua; factores de pico**

“La demanda es la cantidad de agua potable consumida diariamente para satisfacer las necesidades de los pobladores, incluye los consumos: doméstico, comercial, industrial, público, consumo por desperdicios y fugas; para fines de diseño se los expresa en lt/hab/día. El consumo de agua de una población se obtiene dividiendo el volumen total de agua que se utiliza en un año para el número de habitantes de la misma y para el número de días del año. Constituido por el consumo familiar de agua destinada para beber, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego de jardín, adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias.” (21)

Las cifras típicas para el uso doméstico y otros requerimientos de agua, como las que se ofrece en figura N °2.2, son cifras promedios. Por lo general, se calcula la demanda máxima diaria añadiendo del 10 al 30 por ciento a la demanda diaria promedio. (15)

La variación horaria en la demanda de agua durante el día frecuentemente es mucho mayor. Generalmente, se puede observar dos períodos de pico, uno en la mañana y otro en la tarde (Figura N° 2.7).



**Figura N°2. 5:** Variación de la demanda según el día.

**Fuente:** L. HUISMAN, (1998, Nov)

### 2.3.1.13.6 Reservorio de almacenamiento (5)

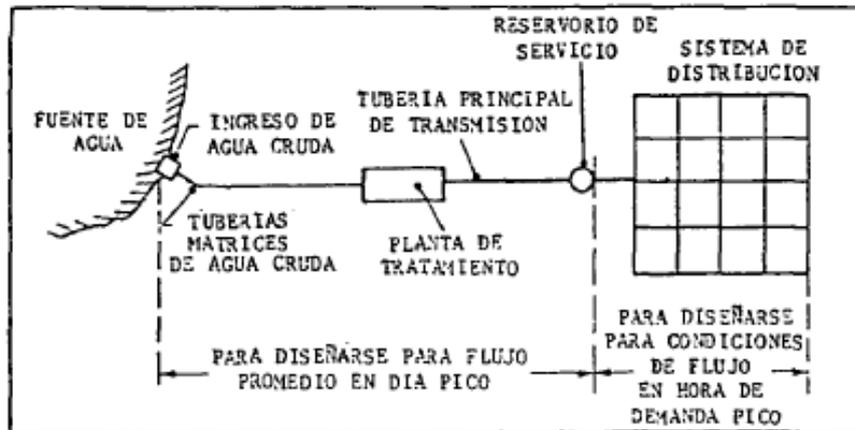
Los tanques pueden ser superficiales o elevados o una combinación de ambos. La elección del tipo de tanque y su ubicación, se deberán basar en diversos factores, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- a) Disponibilidad de terreno.
- b) Condiciones topográficas.
- c) Ubicación de la fuente de abastecimiento o punto de alimentación.
- d) Geotecnia del sitio, y
- e) Conformación de la traza urbana a servir.

Al respecto, el responsable del proyecto, determinará el tipo de tanque(s) y su ubicación más conveniente y adecuada. Para ello, se deberá realizar un análisis técnico y económico, incluyendo aspectos operativos y de mantenimiento.

Si no hubiera ningún almacenamiento de agua en el área de distribución, la fuente de abastecimiento y la planta de tratamiento de agua tendrían que ser capaces de seguir todas las fluctuaciones de la demanda de la comunidad servida. Por lo general, esto no es económico y algunas veces ni siquiera técnicamente factible.

Por lo general se escoge las capacidades de diseño de los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento de agua como se indica en la Figura N°2.8.



**Figura N°2. 6:** Capacidades de diseño para los componentes del sistema  
**Fuente:** L. HUISMAN, (1998, Nov)

## 2.3.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

### 2.3.2.1 Mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua

Es prevenir o reparar las obras del sistema de abastecimiento de agua para que este siga funcionando. Son las acciones que se llevan a cabo en forma adecuada para asegurar la cantidad, calidad del agua y mantener en buen estado de operación cada uno de los componentes y accesorios del sistema de agua; fuentes, captaciones, tanques, tuberías, válvulas, etc. (22)

### 2.3.2.2 Mantenimiento preventivo

“Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, éste se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.” (23)

Para que el mantenimiento cumpla con los requerimientos del sistema, es importante elaborar un manual de mantenimiento. Este manual debe contener, limpieza, la fecha en que debe realizarse, los materiales que se necesitan y el nombre de la persona responsable de hacerlo.

Para dar mantenimiento preventivo a un acueducto, se recomienda atender, de manera prioritaria, las siguientes partes del sistema:

Acciones permanentes para el mantenimiento preventivo de los componentes.

**a) La captación de la fuente**

- Inspeccionar mensualmente, en época lluviosa para conocer el estado de limpieza y detectar posibles problemas.
- Eliminar la maleza, vegetación, tierra, piedras y cualquier objeto que pueda obstruir el paso del agua o contaminarla.
- Construir drenajes para evitar que el agua se empoce y se contamine.
- Estar atentos a derrumbes o deslaves que puedan afectar los tanques.
- Verificar el manejo adecuado de los accesorios.
- Revisar las válvulas y compuertas.
- Pintar las piezas y accesorios que así lo requieren.

**b) La línea de conducción (líneas aductoras y de impelencia)**

- Verificar que no hayan deslizamientos ni hundimientos en la tierra.
- Revisar que no haya humedad en las líneas y reparar de inmediato cualquier fuga de agua.
- Asegurar el buen funcionamiento de las válvulas de purga para evitar la presencia de sedimentos.
- Mantener el flotador en buen estado de funcionamiento.
- Mantener la tubería protegida pasos elevados, quebradas y puentes.

**c) Válvulas**

- Verificar que funcionen adecuadamente para evitar que las altas presiones produzcan daños; que abran y cierren; que no haya rupturas y que estén limpias.
- Verificar los movimientos de las válvulas.

- Mantener válvulas y accesorios libres de sedimentos.

**d) Redes de distribución**

- Verificar el buen estado de operación de toda la red.
- Revisar las válvulas.
- Llevar registro de medición de presión, daños y acciones de mantenimiento.

**e) Tanque de distribución**

- Mantener en buen estado la escalera, que lleva a la parte de arriba del tanque y la tapa de visita.
- Mantener el tanque limpio y lleno.
- Verificar el estado de las válvulas de limpieza y los tubos de salida y distribución.
- Controlar el funcionamiento de las válvulas de entrada y salida y el llenado y vaciado.
- Mantener libre de sedimentos.
- Pozos profundos y equipos de bombeo.
- Desinfectar el pozo antes de iniciar su operación.
- Evitar la incrustación de rejillas y el revestimiento que se deriva de la utilización del método mecánico y el tratamiento químico.
- Realizar mensualmente análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua.

**2.3.2.3 Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en los trabajos que se deben realizar cuando algún componente del sistema de abastecimiento de agua se ha averiado y ocasiona situaciones de emergencia de tal manera que se debe reparar inmediatamente para restablecer el servicio de suministro de agua. Para que el mantenimiento correctivo sea eficiente se deberá de disponer del personal competente, materiales, repuestos, accesorios, y de las herramientas necesarias.

Un principio básico en el planeamiento de cualquier abastecimiento de agua debe ser que el diseño técnico tenga en cuenta los requerimientos de mantenimiento de las instalaciones y el equipo.

- Dos factores que contribuyen a la mayoría de fallas en sistemas de agua:
  - Se usa el equipo y los materiales en condiciones para las cuales no se les ha diseñado.
  - Los operadores, debido a su desinterés, no se dan cuenta de ciertas cosas que ocurren y que son "avisos" que preceden a las averías y paralizaciones.

El sistema de mantenimiento de tres niveles comprende el siguiente personal de servicio:

**a) Cuidador a nivel de poblado**

Se escoge un voluntario interesado y capaz entre los pobladores, se le ofrece un curso de orientación de dos días sobre la importancia del abastecimiento del agua potable y del mecanismo, operación y servicio. (24)

**b) Operario a nivel de grupo**

Se designa un "operario" (mecánico de servicio), para cada tramo o elemento del sistema. Este está bajo la supervisión del funcionario de desarrollo de grupo. Cuando recibe una petición del cuidador, el operario se dirige al poblado y atiende las reparaciones si el problema se localiza en la parte superior del mecanismo. (24)

**c) Equipo móvil a nivel distrital**

En el caso en que se necesite reparaciones mayores, es el equipo móvil a nivel distrital el que se dirige al poblado al recibir la tarjeta postal.

Algunas averías en una planta de abastecimiento de agua y en los equipos son inevitables a pesar de las mejores medidas de mantenimiento adoptadas. Para enfrentar estas averías en forma eficiente y con un retraso mínimo, se debe disponer de las siguientes instalaciones:

**a) Almacén**

- Existencia suficiente de repuestos necesarios, etc.
- Personal técnico
- Medios de comunicación
- Listado de direcciones y nombres de firmas y abastecedores
- Programa de capacitación.

**b) Operación de emergencia**

Todo sistema público de abastecimiento de agua, ya sea grande o pequeño, debe tener ciertos procedimientos de emergencia que puedan entrar en funcionamiento en situaciones tales como terremotos, inundaciones. Se debe reconocer que el agua es probablemente la necesidad más urgente de la población. (24)

Se recomienda que, poco después de la instalación de un nuevo sistema de agua, se realice un inventario realista que cubra todas las fuentes disponibles de agua, públicas o privadas. Este inventario debe incluir los recursos de personal y el equipo de emergencia de abastecimiento de agua disponible, bombas de mano y a motor, camiones cisterna, accesorios de tubería, unidades de filtro móviles o portátiles, herramientas y repuestos, y sustancias químicas (especialmente aquellas para propósito de desinfección del agua).

### **2.3.3 CALIDAD DEL AGUA**

#### **2.3.3.1 Límite máximo permitido**

Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico, un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para el consumo humana. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de la norma.

### 2.3.3.2 Desinfección

Es el proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que puede presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública. (25)

### 2.3.3.3 Requisitos específicos de la desinfección

El agua debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>††</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

<sup>††</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.  
\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>224</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu  
\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>129</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra

**Figura N°2. 7:** Requisitos de calidad de agua

Fuente: INEN 1108, 2011

### 2.3.3.4 Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a]pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitritriacético	mg/l	0,2

**Figura N°2. 8:** Requisitos de calidad de agua

Fuente: INEN 1108, 2011

### 2.3.3.5 Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002

**Figura N°2. 9:** Requisitos de calidad de agua

Fuente: INEN 1108, 2011

### 2.3.3.6 Desinfectantes

Residuos de desinfectantes		
	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3

Subproductos de desinfección		
	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
<b>Trihalometanos totales</b>	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:		
• Bromodiclorometano	mg/l	0,06
• Cloroformo	mg/l	0,3
Acido tricloroacético	mg/l	0,2

Cianotoxinas		
	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

**Figura N°2. 10:** Requisitos de calidad de agua

Fuente: INEN 1108, 2011

### 2.3.3.7 El agua potable debe cumplir que los siguientes requisitos microbiológicos.

Requisitos microbiológicos	
	Máximo
Coliformes fecales <sup>(1)</sup> :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	

**Figura N°2. 11:** Requisitos de calidad de agua

Fuente: INEN 1108, 2011

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

La topografía de la zona es relativamente irregular, con una inclinación hacia la vía interprovincial Baños Puyo, Tiene un clima húmedo-subtropical con una temperatura de 21°C, y una altitud de 1224 msnm, su clasificación según Holdridge es b.m.h.PM – bosque muy húmedo, del mapa bioclimático del Ecuador, con coordenadas del punto inicial del proyecto (810628, 9843493), como observamos en la Figura N° 3.1.

La precipitación promedio anual bordea los 4500 mm referencia INHAMI con máximos en marzo, abril, mayo, junio y octubre y mínimos en enero, agosto y diciembre, la información corresponde al sector del Puyo, que es la estación meteorológica más cercana, el régimen de lluvias y clima de Rio Negro – Las Estancias es muy parecido.



**Figura N°3. 1:** Ubicación del proyecto.

**Fuente:** Google Earth

## 3.2 CÁLCULOS Y DISEÑO DEL PROYECTO

### 3.2.1 RECHEQUEO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA DE RIO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Para el presente proyecto, se realizará un rechequeo de la red para observar si el sistema de Abastecimiento de Agua Potable existente se encuentra correctamente construido y satisface las necesidades de la población de Río Negro, el cual consiste en verificar la etapa del diseño, obtener el consumo real de los habitantes del sector, verificar presiones y caudales mediante cálculos y verificación en sitio.

#### 3.2.2 Período de diseño

Basado en la Tabla N°2.4 y de acuerdo a la tubería utilizada en el proyecto realizado que es de PVC se considera un periodo de diseño de 25 años.

#### 3.2.3 Población actual

La Junta Administradora de Agua de la Parroquia Río Negro, proporcionó para la ejecución de esta investigación, el valor más actualizado de la población en la Parroquia, mismo que fue utilizado en la construcción del Sistema de Distribución de Agua ya construido, y que se utilizará para el rechequeo.

**Tabla N°3. 1:** Población actual

<b>POBLACION ACTUAL</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>N° DE HABITANTES</b>
La Martínez	320
Balneario las Estancias	260
Río Negro	981
<b>TOTAL</b>	<b>1561</b>

**Fuente:** Junta administradora de Agua de Río Negro

#### 3.2.4 Consumo Real

Para determinar el consumo real se realizaron mediciones en los medidores del sector, calculando la diferencia de volumen de agua que existe actualmente en los medidores desde su instalación, esto es un periodo de 203 días, con un promedio de 5

habitantes por vivienda. Utilizando métodos estadísticos, específicamente el método de muestreo estratificado, se determinó que para obtener las dotaciones, era necesario obtener datos reales de 47 casas y 4 restaurantes. (26) El cálculo de las unidades de muestreo se presenta a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ecuacion VIII}$$

Dónde:

n= Número de elementos de la muestra

N= Número de elementos de la población.

Z= Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido: 95

P= probabilidad de éxito

$$n = 47 \text{ casas}$$

$$n = 4 \text{ restaurante}$$

Calculada la cantidad de muestras, se procedió a realizar la toma de datos, obteniéndose los siguientes valores mostrados:

**Tabla N°3. 2:** Demanda base para viviendas

N° muestra	Variación de caudal(m)
1	351
2	312
3	342
4	271
5	413
6	411
7	375
8	395
9	317
10	316
11	414

12	425
13	291
14	326
15	407
16	274
17	302
18	425
19	371
20	269
21	433
22	382
23	293
24	271
25	347
26	317
27	346
28	292
29	439
30	285
31	326
32	364
33	294
34	380
35	333
36	413
37	289
38	405
39	402
40	345
41	287
42	268
43	410
44	338
45	320
46	419
47	310
<b>PROMEDIO</b>	<b>363,38</b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

**Tabla N°3. 3:** Demanda base para restaurantes

<b>N° muestra</b>	<b>Variación de caudal (m<sup>3</sup>)</b>
1	3410
2	3460
3	3392
4	3400
<b>PROMEDIO</b>	<b>3412,33</b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

Los valores promedio obtenidos deben ser transformados a unidades de dotación, tal como son mostrados en la NEC, obteniéndose los siguientes resultados.

### **3.2.5 Dotación**

Para determinar la dotación que se utilizará para el rechequeo del sistema de este proyecto, es necesario calcular la dotación con la que está funcionando en realidad el sistema. Para esto, se tomaron las lecturas de los medidores en funcionamiento (ver tablas 3.5 y 3.6) y a los tipos de edificaciones, se obtuvo una dotación promedio, con la cual se realizaron los cálculos.

Para el cálculo de la dotación se tomó un valor de 5 habitantes por casa (7), para los restaurantes se utilizó un valor de 25 ocupantes, en base a lo indicado por los dueños de dichos negocios.

#### **DATOS:**

- **Tiempo de funcionamiento sistema:** Desde el 01 Enero hasta el 21 de julio de 2016, un total de **203 DÍAS**.
- **Numero de medidores de agua instalados en viviendas:** 93
- **Lectura de volumen promedio medidores casas:** 363,38 m<sup>3</sup> (Tabla 3.5)
- **Número de habitantes promedio por casa:** 5

- **Numero de medidores de agua instalados en restaurantes: 9**
- **Lectura de volumen promedio medidores restaurantes: 3412,33 m<sup>3</sup>**

(Tabla 3.6)

- **Número de habitantes promedio por restaurant: 25**

**CALCULO:**

$$\text{Consumo} = \frac{\text{lectura del medidor}}{\text{dias de uso}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{casa}} = \frac{363,38 \text{ m}^3}{203 \text{ dias}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{casa}} = 1,79 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \approx 1790 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$$

$$Do_{\text{casa}} = \frac{1790 \frac{\text{lt}}{\text{día}}}{5 \text{ habitantes}}$$

$$Do_{\text{casa}} = \frac{1790 \frac{\text{lt}}{\text{día}}}{5 \text{ habitantes}}$$

$$Do_{\text{casa}} = 358 \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{restaurant}} = \frac{3412,33 \text{ m}^3}{203 \text{ dias}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{restaurant}} = 16,80 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \approx 16800 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$$

$$Do_{\text{restaurant}} = \frac{\text{Consumo real}}{\text{Numero de habitantes}}$$

$$Do_{\text{restaurant}} = \frac{16800 \frac{\text{lt}}{\text{día}}}{25 \text{ habitantes}}$$

$$Do_{\text{restaurant}} = 672 \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}}$$

**Tabla N°3. 4:** Tipo de consumo

TIPO DE CONSUMO	NUMERO DE MEDIDORES		DOTACION POR TIPO DE CONSUMO	DOTACION PARA DISEÑO
RESIDENCIAL	93	91,18%	$358 \frac{lt}{hab * dia}$	$326,42 \frac{lt}{hab * dia}$
COMERCIAL (RESTAURANTE)	9	8,82%	$672 \frac{lt}{hab * dia}$	$59,27 \frac{lt}{hab * dia}$
<b>SUMAN</b>	<b>102</b>	<b>100%</b>		<b><math>385,69 \frac{lt}{hab * dia}</math></b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.6 Determinación del índice de crecimiento poblacional

El Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. (CPE INEN 5 Parte 9.2:1997 Primera revisión), manifiesta que para obtener la tasa de crecimiento se utilizará el método geométrico cuya fórmula se describe a continuación (27):

$$r = \left( \frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \cdot 100$$

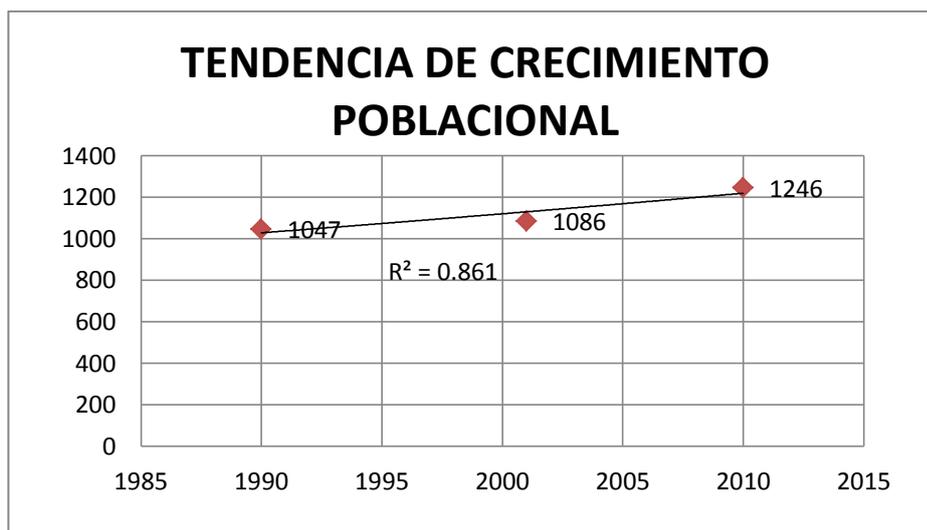
Dónde:

- r = tasa de crecimiento poblacional
- Pf = Población final
- Pi = Población inicial
- t = Número de años entre censo

**Tabla N°3. 5:** Tasa de crecimiento

<b>AÑO CENSAL</b>	1990		2001		2010
<b>PERIODO (años)</b>		11		9	
<b>POBLACIÓN (hab)</b>	1047		1086		1246
<b>TASA DE CRECIMIENTO (%)</b>		0,33%		1,54%	
<b>r (%)</b>	0,936%				

**Fuente:** Autor



**Figura N°3. 2:** Crecimiento poblacional

**Fuente:** Autor

Como el valor de la tasa de crecimiento calculado mediante el método geométrico es menor al 1%, utilizaremos para nuestros cálculos la tasa de crecimiento intercensal del 2001-2010, que proporciona el INEC.

**Tabla N°3. 6:** Tasa de Crecimiento

TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL 2001-2010		
CODIGO	NOMBRE DE LA PARROQUIA	TASA DE CRECIMIENTO 2001-2010
180252	RÍO NEGRO	1,53%

**Fuente:** INEC

➤ Tasa de crecimiento a utilizarse: ( $I_{cp}=1,53\%$ )

a) **POBLACIÓN FUTURA:** (Según Ecuación III)

**Balneario Las Estancias**

$$P_f = P_a * (1 + I_{cp})^r$$

$$P_f = 260 * (1 + 0,0153)^{25}$$

$$P_f = 380,04 \approx 380 \text{ hab}$$

**Colonia Martínez**

$$P_f = P_a * (1 + I_{cp})^r$$

$$Pf = 320 * (1 + 0,0153)^{25}$$

$$Pf = 467,75 \approx 468 \text{ hab}$$

### **Río Negro**

$$Pf = Pa * (1 + Icp)^r$$

$$Pf = 981 * (1 + 0,0153)^{25}$$

$$Pf = 995,42 \approx 995 \text{ hab}$$

$$Pf(\text{total}) = 1843 \text{ hab}$$

### **b) CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD): (Según Ecuación V)**

#### **Balneario Las Estancias**

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{380\text{hab} * 385,69 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * \text{día}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Qmd = 1,70 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

#### **Colonia Martínez**

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{468 \text{ hab} * 385,69 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * \text{día}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Qmd = 2,10 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

## Río Negro

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{995hab * 385,69 \frac{lt}{hab} * día}{86400 \frac{seg}{día}}$$

$$Qmd = 4,44 \frac{lt}{seg}$$

En los cálculos realizados para la población futura en el diseño del proyecto existente obtuvieron 2,616 habitantes a una proyección de 25 años y en cuanto al rechequeo se obtuvo 1,843 habitantes de igual manera para una proyección de 25 años, en el cálculo del diseño existente obtuvieron una cantidad superior ya que su tasa de crecimiento es mayor a la que se adoptó para el rechequeo ya que está se basó en el censo poblacional del INEC 2010.

La dotación que acogieron para el diseño del proyecto es de 140 lt/hab\*día en base a normas de diseño y para el rechequeo se trabajó con una dotación real de 385,69lt/hab\*día ya que estos datos se obtuvieron en el campo en base a los medidores que se encuentran en funcionamiento desde el mes de enero, por lo que se puede determinar que el consumo de los habitantes de la población de Río Negro es superior a la de diseño.

Los caudales de diseño del proyecto existente y el verificado son:

**Tabla N°3. 7: Caudales**

<b>CAUDALES EXISTENTES Y RECHEQUEO</b>		
<b>SECTOR</b>	<b>PROYECTO EXISTENTE</b>	<b>RECHEQUEO</b>
Colonia Martínez	2,07lt/seg	2,1t/seg
las Estancias	1,68lt/seg	1,70lt/seg
Rio Negro	6,34lt/seg	4,44t/seg

**Fuente:** Vladimir Chafla

Como se puede observar la tabla, los caudales obtenidos en el chequeo son similares a los del sistema construido. Esto nos indica que el sistema construido se encuentra dimensionado correctamente y cubrirá las necesidades de la población de Rio Negro.

### 3.2.7 Verificación De Resultados

El análisis de la red de abastecimiento de agua potable de la parroquia Rio Negro del Cantón Baños de la Provincia de Tungurahua se lo realizó en dos tramos, Las Estancias, y La Martínez:

#### a) Las Estancias

El tramo Estancias tiene una longitud de 5,4 km, con una diferencia de alturas entre la captación y punto final de 354 metros, analizando el tramo mencionado.

Resolviéndose mediante Excel aplicando las formulas manifestadas se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla N°3. 8:** cálculo de caudal, velocidad y presión en Las Estancias

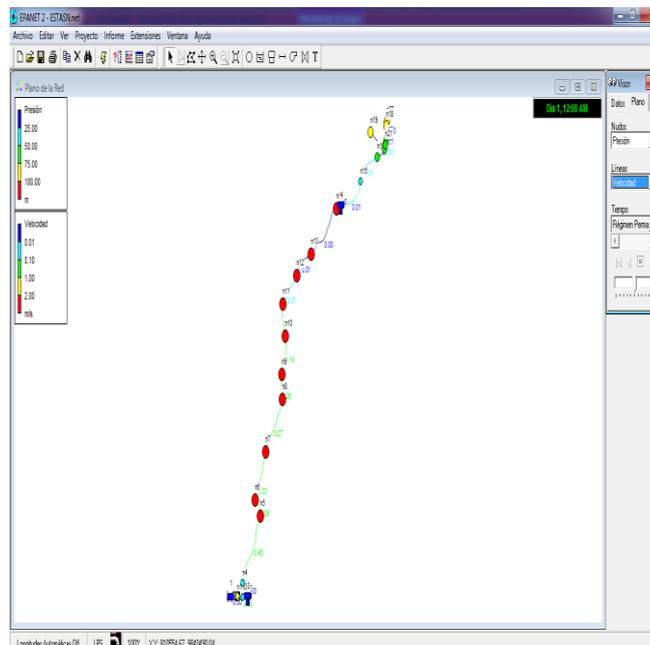
LAS ESTANCIAS						
NODOS	ALT. (m)	Tipo	DEMANDA BASE	CAUDAL (lts/seg)	VELOCIDAD (m/seg)	PRESION (m.c.a)
CAPT.	1598		0	3,73	0	
CLOR.	1583		0	3,73	1,3660	24,9
TANQ.	1582.8		0	3,73	1,3660	2,0
1	1567	1 REST.+ 2 CAS.	0,2027	3,53	1,2919	17,9
2	1558	2 CASAS	0,0082	3,52	1,2889	29,1
3	1486	3 CAS. 1 REST.	0,2068	3,32	1,2132	117,0
4	1478	1 REST.	0,1945	3,12	1,1421	109,0
5	1450	2 CAS. +1 REST.	0,2027	2,92	1,0680	143,2
6	1421	2 CASA	0,0082	2,91	1,0650	174,8
7	1416	2 REST.	0,3891	2,52	0,9227	169,5
8	1389	1 CASA	0,0041	2,52	0,9212	200,2
9	1370	2 REST.	0,3891	2,13	0,7789	215,4
10	1362	5 CASAS	0,0204	2,11	0,7714	225,1
11	1336	2 CASA	0,0082	2,10	0,7684	250,7
12	1321	2 CASA	0,0082	2,09	0,7654	269,3
TANQ.	1314	0	0	3,23	1,1814	0
13	1287	3 CASAS	0,0122	3,22	1,1770	39,7
14	1262	3 CASAS	0,0122	3,21	1,1725	62,7
EL PARAISO						
15	1252	5 CASAS	0,0204	3,19	1,1650	93,5
16	1244	4 CASAS	0,0163	3,19	1,1665	74,2

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.8 Cálculo mediante software

Para los cálculos se utilizó Epanet que es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas. En el programa EPANET se ingresaron los datos reales georeferenciadas, así también la demanda real de la red de conducción y distribución Las Estancias. Obteniéndose los siguientes valores: ver (Anexos 1 y 2).

Los resultados obtenidos en EPANET muestran un grado de similitud con los datos analíticos obtenidos en Excel, lo que corrobora la validez de los datos. A continuación se muestra el resultado gráfico en Epanet de la red de Las Estancias, mostrándose las líneas de velocidad en rangos de 0 a 2 m/s y la presión en rangos de de 0 a 100 m.c.a. Hay que considerar que los puntos indican presión y las líneas velocidad, cuando se sobrepasa de las dimensiones establecidas sea la línea o el punto tomaran una tonalidad roja indicando que existe una sobrepresión o exceso de velocidad.



**Figura N°3. 3:** Red Las Estancias-EPANET

**Fuente:** Vladimir Chafla

Al observar el gráfico observamos que existe un tramo en la cual la tubería se encuentra con una sobrepresión (puntos rojos), tal y cual como se obtuvo analíticamente, mientras que las velocidades se encuentran en rangos aceptables de 0,01 a 2,0 m/s.

### 3.2.8.1 Medición de datos en el campo

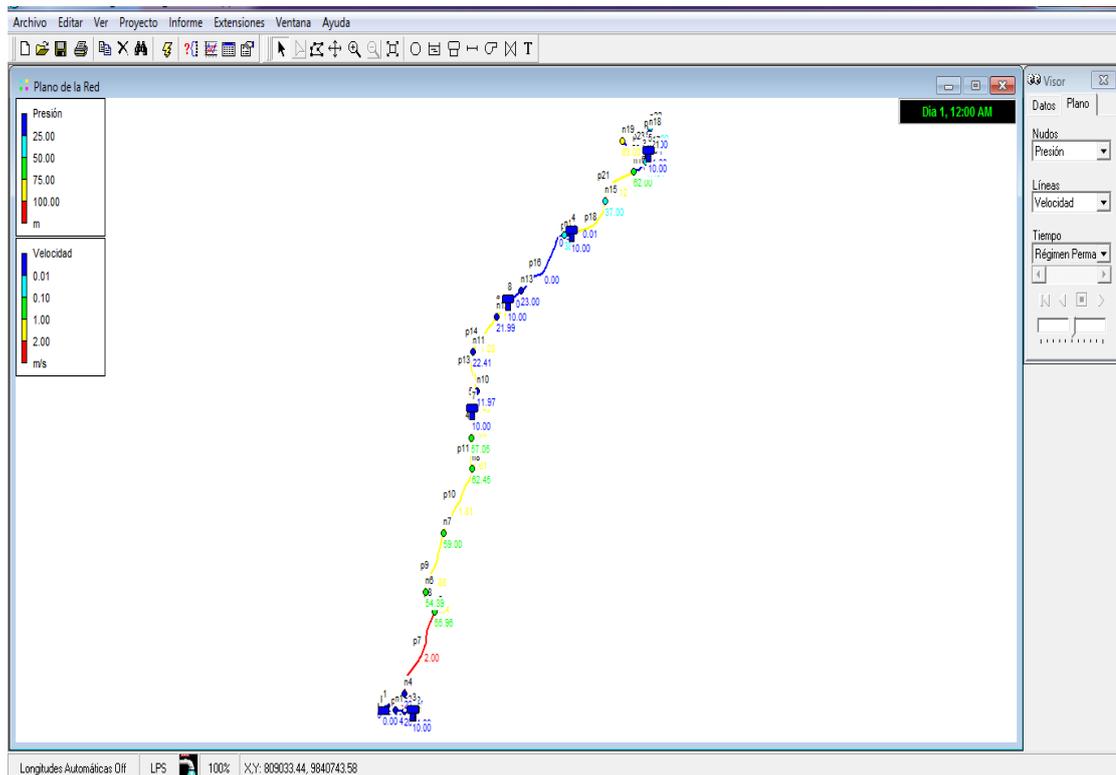
Para verificar que los datos calculados son reales, se realizó una medición de datos de presión en el campo, utilizando manómetros en los tubos de los medidores y en las válvulas de aire, como se observa en la figura: ver (Anexo 3)

**Tabla N°3. 9:** Verificación de presión en Las Estancias

<b>NODOS</b>	<b>ALTURA</b>	<b>Tipo</b>	<b>Presión (PSI)</b>	<b>Presión (m.c.a)</b>
CAPT.	1598	NINGUNA	0	0
CLOR.	1583	NINGUNA	30,793	21,555
TANQ.	1582.8	NINGUNA	2,6541	1,857
1	1567	1 REST.+ 2 CAS.	22,051	15,436
2	1558	2 CASAS	35,947	25,163
3	1486	3 CAS. 1 REST.	144,481	101,137
4	1478	1 REST.	122,756	85,929
5	1450	2 CAS. +1 REST.	161,326	112,928
6	1421	2 CASA	196,903	137,832
7	1416	2 REST.	190,881	133,617
8	1389	1 CASA	225,461	157,822
9	1370	2 REST.	266,054	186,237
10	1362	5 CASAS	278,013	194,609
11	1336	2 CASA	286,543	200,580
12	1321	2 CASA	307,807	215,465
TANQ.	1314	0	0	0
13	1287	3 CASAS	45,422	31,795
14	1262	3 CASAS	77,406	54,184
<b>BARRIO EL PARAISO</b>				
15	1252	5 CASAS	87,896	61,5279
16	1244	4 CASAS	79,246	55,4727

**Fuente:** Vladimir Chafla

Como podemos observar, la sobrepresión ocurre en las casillas marcadas, con lo que se debe colocar 3 cámara rompe presiones, como se simula en la siguiente imagen.



**Figura N°3. 4:** Red La Martinez-EPANET

**Fuente:** Vladimir Chafla

Como observamos la presión en toda la red se encuentra en rangos de presión óptimos de trabajo que son como nos recomienda en las normas que es de 10m.c.a mínimo y 70m.c.a las máximas para la verificación ver en los (ANEXOS 7 y 8)

### 3.2.8.2 Calculo de la cámara rompe-presión

El cálculo de los tanques se los realiza en base a la velocidad del caudal y a su gravedad. (28)

$$H = 1,56 * \frac{v^2}{2 * g}$$

$$H = 1,56 * \frac{1,68^2}{2 * 9,81}$$

$$H = 0,22m \approx 0,25m$$

Dónde:

- H= carga de agua (m)
- V=velocidad del flujo ( $1,68 \frac{m}{s}$ )
- g=aceleración gravitacional ( $9,81 \frac{m}{s^2}$ )

**La altura total de la cámara rompe-presión será:**

$$HT=A+H+B.L$$

$$HT=0,10+0,25+0,40$$

$$HT=0,75m$$

Dónde:

- A= 0,10 altura mínima.
- B.L=0,40 Borde libre mínimo.

Estos estarán ubicados en las siguientes coordenadas y alturas designadas de acuerdo al perfil de la red de agua potable.

**Tabla N°3. 10:** Verificación de presión en Las Estancias

<b>UBICACIÓN CAMARA ROPE-PRESION</b>			
<b><i>ID(Deposito)</i></b>	<b><i>COORDENADAS</i></b>		<b><i>ALTURA</i></b>
5	810790,62	9843346,77	1253
7	809133,24	9841533,23	1421
8	809473,59	9842304,92	1349

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.8.3 Comparación de resultados

En la siguiente tabla se muestra la comparación de resultados una vez realizado el análisis de los cálculos:

**Tabla N°3. 11:** Comparación de resultados, datos analíticos, EPANET y en campo

<b>LAS ESTANCIAS</b>				
<b>NODOS</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PRESION CALCULADA (m.c.a)</b>	<b>PRESION EPANET (m.c.a)</b>	<b>PRESION REAL (m.c.a)</b>
CAPT.	1598	0	0	0
CLOR.	1583	24,9	10	21,555
TANQ.	1582,8	2,0	10	1,857
1	1567	17,9	25,39	15,436
2	1558	29,1	33,93	25,163
3	1486	117,0	103,41	101,137
4	1478	109,0	110,91	85,929
5	1450	143,2	137,97	112,928
6	1421	174,8	166,24	137,832
7	1416	169,5	170,95	133,617
8	1389	200,2	197,81	157,822
9	1370	215,4	216,69	186,237
10	1362	225,1	224,69	194,609
11	1336	250,7	250,69	200,580
12	1321	269,3	265,69	215,465
TANQ.	1314	0	0	0
13	1287	39,7	37	31,795
14	1262	62,7	62	54,184
<b>PARAISO</b>				
15	1252	71,2	71,99	61,527
16	1244	83,5	79,99	55,472

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.9 Cálculo analítico del tramo La Martínez

Para las fórmulas de caudal, presión, velocidad y pérdidas se han ocupado las formulas descritas en el tramo de Las Estancias. Resolviéndose mediante Excel aplicando las formulas manifestadas se obtiene la siguiente tabla:

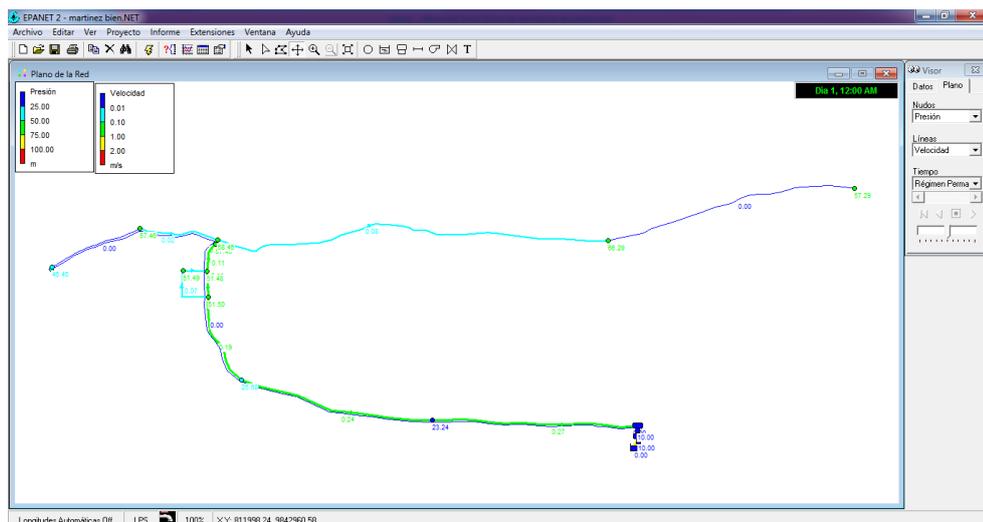
**Tabla N°3. 12:** Cálculo de caudal, velocidad y presión en La Martínez

LA MARTINEZ					
Nodos	Demanda base	Caudal (lts/seg)	Velocidad (m/seg)	Longitud (m)	Presión (m.c.a)
CAPT.	0	4,20	0	0	0
CLOR.	0	4,20	1,5362	23,40	22,2
TANQ.	0	4,20	1,5362	34,35	3,8
1	0,104695	4,10	1,4979	522,53	38,8
2	0,156447	3,94	1,4407	501,60	38,7
3	0,0326	3,91	1,4288	240,91	53,5
4	0,0285	3,88	1,4183	135,00	48,7
5	0,1945	3,68	1,3472	67,00	44,7
6	0,0163	3,67	1,3412	158,20	56,1
7	0,0571	3,61	1,3204	205,70	56,5
8	0,2597	3,35	1,2254	653,20	78,0

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.10 Calculo mediante software

Para los cálculos se utilizó de igual manera EPANET. Obteniéndose los siguientes valores: ver (Anexo 4) y (Anexo 5). A continuación se muestra el resultado grafico de la red de Las Estancias, mostrándose las líneas de velocidad y de presión:



**Figura N°3. 5:** Red Martínez-EPANET

**Fuente:** Vladimir Chafla

Al observar el gráfico observamos que toda la red de tubería se encuentra en óptimas condiciones, teniéndose presiones y velocidades favorables.

### 3.2.11 Medición de datos en el campo

La medición de datos en el campo se obtuvo solo presión, mediante un manómetro, el mismo se lo uso en los tubos de los medidores y en las válvulas de aire.

Obteniéndose la siguiente tabla:

**Tabla N°3. 13:** Verificación de presión en La Martínez

<b>COLONIA MARTINEZ</b>				
<b>NODOS</b>	<b>ALTURA</b>	<b>Tipo</b>	<b>Presión (PSI)</b>	<b>Presión (m.c.a)</b>
CAPT.	1282,5	Casa	0	0
CLOR.	1273	Casa	28,95	20,26
TANQ.	1271	Casa	4,65	3,26
1	1257	Casa	47,86	33,50
2	1254	Casa	47,79	33,45
3	1228	Casa	60,22	42,15
4	1228	Casa	54,90	38,43
5	1228	Casa	50,32	35,23
6	1221	Casa	63,16	44,21
7	1222	Casa	63,63	44,54
8	1213	Casa	96,36	67,45

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.2.12 Comparación de resultados

En la siguiente tabla se muestra la comparación de resultados una vez realizado el análisis de los cálculos:

**Tabla N°3. 14:** Comparación de resultados, datos analíticos, EPANET y en campo.

<b>LA MARTINEZ</b>				
<b>NODOS</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PRESION (CALCULADO) m.c.a</b>	<b>PRESION (EPANET) m.c.a</b>	<b>PRESION REAL (m.c.a)</b>
CAPT.	1282,5	0,0	0	0
CLOR.	1273	22,2	10	20,26
TANQ.	1271	3,8	10	3,26
1	1257	38,8	23,24	33,50
2	1254	38,7	25,68	33,45
3	1228	53,5	51,50	42,15
4	1228	48,7	51,49	38,43
5	1228	44,7	51,48	35,23
6	1221	56,1	58,46	44,21
7	1222	56,5	57,46	44,54

**Fuente:** Vladimir Chafla

Al observar el tramo del Caserío La Martínez, se observa que se encuentra en presiones permisibles existiendo en todos los casos presiones mayores a las mínimas de 10m.c.a, y menores de 100 m.c.a que es la máxima, verificándose analíticamente y experimentalmente, lo que se puede decir que el proyecto se encuentra con presiones adecuadas para la comodidad de los habitantes del sector de la Colonia Martínez.

### **3.2.13 DATOS DE PROYECTO EJECUTADO**

#### **3.2.13.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN**

La población actual se la determino en base al catastro de clientes de la Junta Administradora de Agua, se verifico el número de personas con la necesidad del servicio, obteniéndose una población de 320 habitantes el Sector La Martínez, 260 habitantes en Balnearios Las Estancias y 981 habitantes en Río Negro.

**Tabla N°3. 15:** Población actual

<b>POBLACION ACTUAL</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>N° DE HABITANTES</b>
La Martínez	320
Balneario las Estancias	260
Río Negro	981
<b>TOTAL</b>	<b>1561</b>

**Fuente:** Junta administradora de Agua

#### **3.2.13.2 POBLACIÓN DE DISEÑO PROYECTO EXISTENTE**

Para determinar la población de diseño se ha tomado el valor de población antes indicado, y el índice de crecimiento poblacional promedio anual para La Comunidad Las Estancias el mismo que alcanza al 4%, según el último censo de población realizado en el año 2001.

Sector La Martínez

$$Pf = 320 \text{ hab.} * (1 + 0,04)^{25}$$

$$Pf = 853,06 \text{ hab.}$$

Población de diseño.

$$Pf(Total) = \mathbf{854 \text{ hab.}}$$

Sector Balnearios Las Estancias

$$Pf = 260 \text{ hab.} * (1 + 0,04)^{25}$$

$$Pf = 693,11 \text{ hab.}$$

Población de diseño.

$$Pf(Total) = \mathbf{694 \text{ hab.}}$$

Sector Rio Negro

$$Pf = 981 \text{ hab.} * (1 + 0,04)^{25}$$

$$Pf = 2615,18 \text{ hab.}$$

Población de diseño.

$$Pf(Total) = \mathbf{2616 \text{ hab.}}$$

### **3.2.13.3 DOTACIONES**

Las dotaciones se han determinado en base a las normas de diseño siendo la media adoptada para el presente estudio es de 140 (l/hab.\*día). Por norma y de acuerdo a los análisis de valores de consumo

### **3.2.13.4 CAUDAL MEDIO FUTURO.**

Sector La Martínez

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{854 \text{ Hab.} * 140 \frac{l}{\text{Hab}} * \text{día}}{86400}$$

$$Qmd = 1,38 \frac{l}{s}$$

Sector Balnearios Las Estancias

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{694 Hab.* 140 \frac{l}{Hab} * día}{86400}$$

$$Qmd = 1,12 \frac{l}{s}$$

Sector Rio Negro

$$Qmd = \frac{Pf * Dot.}{86400}$$

$$Qmd = \frac{2616 Hab.* 140 \frac{l}{Hab} * día}{86400}$$

$$Qmd = 4,23 \frac{l}{s}$$

**3.2.13.5 VARIACIONES DE CONSUMO**

Para compensar las variaciones de consumo, durante los días de máximo consumo así como en las horas pico, se han adoptado valores de coeficientes de variación máximo diario ( $k_1$ ) y máximo horaria ( $k_2$ ), conforme a las normas de diseño vigentes y a prácticas comúnmente aceptadas en nuestro medio. Para nuestro caso tendremos: para el caudal máximo diario ( $k_1=1,25$ ), y para el caudal máximo horario ( $k_2=1,5$ ).

**3.2.13.6 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)**

Sector La Martínez

$$QMD. = K_1 * Qmf$$

$$QMD. = 1,25 * 1,38 \frac{l}{s}$$

$$QMD. = 1,725 \frac{l}{s}$$

Sector Balnearios Las Estancias

$$QMD. = K_1 * Qmf$$

$$QMD. = 1,25 * 1,12 \frac{l}{s}$$

$$QMD. = 1,4 \frac{l}{s}$$

Sector Rio Negro

$$QMD. = K_1 * Qmf$$

$$QMD. = 1,25 * 4,23 \frac{l}{s}$$

$$QMD. = 5,28 \frac{l}{s}$$

**3.2.13.7 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)**

Sector La Martínez

$$Q.M.H. = k_2 * Qmf$$

$$Q.M.H. = 1,50 * 1,38 \frac{l}{s}$$

$$Q.M.H. = 2,07 \frac{l}{s}$$

Sector Balnearios Las Estancias

$$Q.M.H. = k_2 * Qmf$$

$$Q.M.H. = 1,50 * 1,12 \frac{l}{s}$$

$$Q.M.H. = 1,68 \frac{l}{s}$$

### Sector Río Negro

$$Q.M.H. = k_2 * Qmf$$

$$Q.M.H. = 1,50 * 4,23 \frac{l}{s}$$

$$Q.M.H. = 6,34 \frac{l}{s}$$

### **3.3 PLANOS**

- 3.3.1 Plano N°0A : SIG del sistema de agua potable de la parroquia Río Negro
- 3.3.2 Plano N°1 : Sistema de Agua Potable sector Colonia Martínez
- 3.3.3 Plano N°2 : Sistema de Agua Potable sector Colonia Martínez
- 3.3.4 Plano N°3 : Sistema de Agua Potable sector Colonia Martínez
- 3.3.5 Plano N°4 : Sistema de Agua Potable sector Colonia Martínez
- 3.3.6 Plano N°5 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.7 Plano N°6 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.8 Plano N°7 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.9 Plano N°8 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.10 Plano N°9 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.11 Plano N°10 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.12 Plano N°11 : Sistema de Agua Potable sector Las Estancias
- 3.3.13 Plano N°12 : Captación sector Colonia Martínez
- 3.3.14 Plano N°13 : Caseta de Cloración sector Colonia Martínez
- 3.3.15 Plano N°14 : Tanque de reserva de 100 m<sup>3</sup> sector Las Estancias
- 3.3.16 Plano N°15 : Captación sector Las Estancias
- 3.3.17 Plano N°16 : Caseta de Cloración sector Las Estancias
- 3.3.18 Plano N°17 : Tanque de reserva de 30 m<sup>3</sup> sector Las Estancias
- 3.3.19 Plano N°18 : Tanque de reserva de 10 m<sup>3</sup> sector Las Estancias
- 3.3.20 Plano N°19 : Paso Elevado sector Las Martínez
- 3.3.21 Plano N°20: Paso Elevado sector Las Estancias.

## **3.4 MEDIDAS AMBIENTALES**

### **3.4.1 Introducción**

El proyecto de abastecimiento de Agua Potable para las comunidades de La Martínez y Balneario Las Estancias y Rio Negro, es sin lugar a dudas está siendo un impacto sumamente positivo en la salud y el bienestar de muchas personas, aunque la construcción de sus diversos componentes han generado impactos negativos sobre recursos como el agua, suelo, flora y fauna.

### **3.4.2 Objetivo general**

Elaborar el Estudio de Impacto de Ambiental para el Sistema de Agua Potable de los Sectores “La Martínez” y “Balneario Las Estancias” del Cantón Baños de Agua Santa.

### **3.4.3 Objetivos específicos**

- Caracterizar las condiciones actuales y definir estrategias en post del medio ambiente.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental (PMA), con las correspondientes medidas de prevención, control, mitigación, compensación, rehabilitación y contingencia para evitar, minimizar o mitigar los efectos sobre el ambiente.

### **3.4.4 Metodología**

La metodología utilizada toma en cuenta las características ambientales del área de influencia, la identificación de factores que puedan causar impactos, la identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos a causa de las actividades a desarrollarse, y la valorización y evaluación de los impactos ambientales.

La metodología utilizada para la identificación, valoración y evaluación de impactos ambientales, se basa en la Matriz de Leopold (1971); ésta matriz de causa-efecto es un método que puede ser ajustado a distintas fases del proyecto arrojando resultados cuali-cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre la acción dada y sus posibles efectos.

Para la valoración y evaluación de los impactos, siguiendo la metodología de identificación en la Matriz de causa-efecto elaborada, procedemos a dar valores de acuerdo a cuatro parámetros que se tomarán en cuenta para evaluar los posibles impactos socio-ambientales. Los parámetros a valorar y la calificación es la siguiente:

- **Magnitud (Ma):**

**Tabla N°3. 16:** Magnitud

1	Puntual (efectos que se producen en un área o sector en particular).
2	Parcial (efectos que no salen del área de influencia directa).
3	Extenso (efectos que sobre pasan el área de influencia directa e indirecta).

**Fuente:** Autor

- **Importancia (Im):**

**Tabla N°3. 17:** Importancia

1	Baja.- los cambios causados al medio ambiente son casi nulos.
2	Media.- los cambios causados al medio ambiente son poco significativos.
3	Alta.- los cambios causados al medio ambiente son altamente significativos.

**Fuente:** Autor

- **Persistencia o duración (D):**

**Tabla N°3. 18:** Persistencia

1	Temporal (los efectos causados por el impacto tienen durabilidad momentánea).
2	Periódica (los efectos causados por el impacto tienen durabilidad durante un tiempo determinado).
3	Permanente (los efectos causados por el impacto tienen una durabilidad de largo tiempo).

**Fuente:** Autor

- **Carácter (C):**

**Tabla N°3. 19:** Carácter

1	Positivo (causa efectos positivos al medio ambiente o sociedad)
-1	Negativo (causa efectos negativos al medio ambiente o sociedad)

**Fuente:** Autor

En cada cuadro de interacción entre la actividad y el componente que se haya identificado que puede haber un posible impacto, colocamos los valores de los parámetros (Ma, Im, D, C), acuerdo a los criterios de los evaluadores. En los cuadros de interacción que no hayan posibles impactos colocamos el valor de cero (0).

Luego realizamos la evaluación en cada uno cuadros de interacción, donde se hayan colocado los valores de los parámetros utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Evaluación} = \text{Im} * \text{C} * (0,7 * \text{Ma} + 0,3 * \text{D}) \text{ Ecuación IX}$$

Y finalmente realizamos las sumatoria ( $\Sigma$ ) de cada una de las filas y columnas respectivamente para obtener el valor total, el cual debe coincidir al sumar, los valores de la sumatoria de las filas y columnas.

Este valor total es el valor del impacto socio-ambiental que generaría el proyecto sea este negativo o positivo.

### **3.4.5 Identificación de parámetros que puedan causar impactos.**

#### **3.4.5.1 Actividades de construcción.**

Las actividades durante la fase de construcción del proyecto implicaron la ejecución de las siguientes acciones, las cuales se desarrollarán durante el proceso:

- Montaje de Instalaciones Temporales. Estas se refieren a la construcción de bodegas, adecuación de uno o varios sitios para el acopio de materiales y adecuación de patio para la disposición de maquinaria.
- Desbroce y retiro de vegetación, que implica un grado de afectación de zonas verdes.
- Demolición y rotura de pavimentos en espacio público. Esta acción conjuntamente con la anterior son simultaneas.
- Instalación de tuberías de PVC, y sus accesorios
- Relleno de zanja con material seleccionado
- Revegetación y restauración de zonas intervenidas

- Operación de las obras de agua potable

#### **3.4.5.2 Actividades de mantenimiento y operación**

Debido a que el presente proyecto se basa a la elaboración de un plan de operación del sistema de Agua potable se considerara las actividades de mantenimiento a realizar, sea este correctivo o preventivo. La operación de las obras diseñadas, implica el monitoreo de los parámetros físicos y químicos para garantizar la calidad de esta.

Mantenimiento de las obras, estas implican procesos de control ejercidos por la Municipalidad y apoyados por ordenanzas municipales, que converjan con campañas de concienciación ciudadana, para el buen uso de las obras y la optimización del sistema.

#### **3.4.5.3 Identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos a causa de las actividades a desarrollarse.**

- a) Agua: Al momento de construir el sistema de agua potable existe remoción de vegetación y/o de suelo, sea en la captación, colocación de tubería y construcción de tanques de almacenamiento o cloración, al realizar este tipo de actividades en lugares cercanos a cuerpos de agua se podría aumentar el contenido de sólidos al igual que el de minerales, posiblemente produciendo contaminación de las mismas.
- b) Aire: Incremento de niveles de presión sonora por equipo o maquinaria, y volatilización de productos químicos utilizado para la construcción o mantenimiento del sistema de agua potable.
- c) Fauna: Migración o pérdida de la fauna o micro fauna al realizar los desbroces de vegetación o excavaciones del mantenimiento de los sistemas de agua potable.
- d) Flora: Pérdida de especies debido a la deforestación al momento de realizar la construcción o mantenimiento de las redes de agua potable. Deforestación parcial del área de ubicación de la captación, colocación de tuberías, y ubicación de los tanques de almacenamiento y cloración.
- e) Paisaje: Afectación al paisaje por presencia de maquinaria pesada utilizada o por la mala ubicación de desechos debido a la construcción o mantenimiento de las redes de agua potable.

f) Suelo: Contaminación del suelo por derrames de productos químicos utilizados, mala disposición de residuos, el mantenimiento de las redes de agua potable.

#### 3.4.5.4 Identificación de impactos ambientales

**Tabla N°3. 20:** Identificación de impactos ambientales

Actividades Componentes	Montaje de instalaciones temporales.	Cambio de tuberías.	Operación del sistema	Mantenimiento de la red del sistema de agua potable.	Revegetación y recuperación de zonas intervenidas.
Suelo	X	X		X	X
Agua	X	X		X	X
Aire		X		X	X
Flora	X	X		X	X
Fauna	X	X		X	X
Paisaje	X	X		X	X
Salud	X	X	X	X	X
Cobertura de servicios		X	X	X	
Calidad de vida	X	X	X	X	X
Generación de empleo	X	X	X	X	X

**Fuente:** Autor

#### 3.4.5.5 Valoración y evaluación de impactos ambientales

Se valora los impactos ambientales de acuerdo a los parámetros establecidos en la metodología antes descrita: importancia, magnitud, duración y carácter, como se ve:

**Tabla N°3. 21:** Valoración de impactos ambientales

Actividades Componentes	Montaje de instalaciones temporales.	Cambio de tuberías.	Operación del sistema	Mantenimiento de la red del sistema de agua potable.	Revegetación y recuperación de zonas intervenidas.
Suelo	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Agua	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Aire	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=1 Im=1 D=3 C=1
Flora	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Fauna	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	Ma=1 Im=1 D=2 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Paisaje	Ma=2 Im=2 D=2 C=-1	Ma=2 Im=2 D=2 C=-1	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Salud	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=1 Im=1 D=1 C=-1	Ma=1 Im=1 D=1 C=1	Ma=1 Im=1 D=1 C=1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Cobertura de servicios básicos	0	Ma=1 Im=1 D=1 C=1	Ma=1 Im=1 D=1 C=1	Ma=1 Im=1 D=1 C=1	0
Calidad de vida	0	Ma=3 Im=2 D=3 C=1	Ma=3 Im=2 D=3 C=1	Ma=2 Im=2 D=1 C=1	Ma=2 Im=2 D=3 C=1
Generación de empleo	Ma=1 Im=2 D=1 C=1	Ma=1 Im=2 D=1 C=1	Ma=1 Im=2 D=1 C=1	Ma=1 Im=2 D=1 C=1	Ma=1 Im=2 D=1 C=1

### 3.4.5.6 Evaluación de impactos ambientales

**Tabla N°3. 22:** Evaluación de impactos ambientales

Actividades Componentes	Montaje de instalaciones temporales.	Cambio de tuberías.	Operación del sistema	Mantenimiento de la red del sistema de agua potable.	Revegetación y recuperación de zonas intervenidas.	Sumatoria
Suelo	-1,3	-1,3	0	-1,3	4,6	0,7
Agua	-1	-1	0	-1	4,6	1,6
Aire	-1	-1	0	-1	1,6	-1,4
Flora	-1,3	-1,3	0	-1	4,6	1
Fauna	-1,3	-1,3	0	-1	4,6	1
Paisaje	-4	-4	0	-1	4,6	-4,4
Salud	-1	-1	1	1	4,6	4,6
Cobertura de servicios básicos	0	1	1	1	0	3
Calidad de vida	0	6	6	3,4	4,6	20
Generación de empleo	2	2	2	2	2	10
<b>TOTAL</b>						36,1

**Fuente:** Autor

Este valor total obtenido de 36,1 es referencia del impacto socio-ambiental que generaría el plan de sistema y operación es positiva para los sectores.

### 3.4.5.7 Conclusiones

La actividad que mayor número de efectos negativos se generaron en la etapa de construcción del Sistema, siendo estos efectos a corto tiempo, como se ha podido observar la flora y fauna ha recuperado su espacio, ya que las áreas dañadas pueden ser recuperadas por reforestación o revegetación al poco tiempo después de construir los tanques o colocar la tubería de conducción necesaria.

## 3.5 PRESUPUESTO

Conforme este tema de proyecto de investigación, el presupuesto se lo realiza de acuerdo al plan de mantenimiento descrito en la sección (3,6), del cual se detalla un presupuesto anual para la correcta ejecución de todas las actividades.

Se han considerado los siguientes rubros:

- Costo de limpieza
- Costo de verificación
- Costo de mantenimiento

Los costos de mano de obra que se utilizaran en el mantenimiento se han tomado de la Cámara de Construcción de acuerdo al año actual. Se han obtenido los siguientes resultados:

- El costo de limpieza el cual corresponde a limpieza de equipos e instalaciones, teniéndose:

**Tabla N°3. 23: Costo de limpieza**

<b>PRESUPUESTO DE LIMPIEZA POR AÑO</b>						
<b>Personal</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>M.O</b>	<b>Horas hombre</b>	<b>Horas año</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Total</b>
Operador	2	1	2	4	\$ 3,48	\$ 13,92
Operador	4	1	4	24	\$ 3,48	\$ 83,52
Operador	24	1	24	96	\$ 3,48	\$ 334,08
Operador	1	1	1	48	\$ 3,48	\$ 167,04
Operador	1	1	1	365	\$ 3,48	\$ 1 270,20
Operador	3	1	3	36	\$ 3,48	\$ 125,28
Operador	3	1	3	18	\$ 3,48	\$ 62,64
Ayudante	12	2	24	144	\$ 3,30	\$ 475,20
Ayudante	6	1	6	72	\$ 3,30	\$ 237,60
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>68</b>	<b>807</b>	<b>\$ 30,96</b>	<b>\$ 2 769,48</b>

**Fuente:** Vladimir Chafila

- El costo de inspección el cual está encargado de niveles de tanques, cloración, verificación y demás instrumentos, teniéndose:

**Tabla N°3. 24:** Costo de verificación

<b>COSTO DE INSPECCION</b>						
<b>Personal</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>M.O</b>	<b>Horas hombre</b>	<b>Horas año</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Total</b>
Operador	4	1	4	20	3,48	69,60
Operador	1	1	1	365	3,48	1270,20
Operador	1	1	1	48	3,48	167,04
Operador	2	1	2	0	3,48	0
Operador	1	1	1	48	3,48	167,04
Operador	1	1	1	365	3,48	1270,20
Operador	1	1	1	365	3,48	1270,20
Operador	24	3	72	72	3,48	250,56
Operador	1	1	1	48	3,48	167,04
Operador	24	1	24	288	3,48	1002,24
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>108</b>	<b>1619</b>	<b>34,8</b>	<b>5634,12</b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

- El costo de mantenimiento el cual está encargado de arreglos en equipos e instalaciones de la red de agua potable, teniéndose:

**Tabla N°3. 25:** Costo de mantenimiento

<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>						
<b>Personal</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>M.O</b>	<b>Horas hombre</b>	<b>Horas año</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Total</b>
Operador	1	1	1	12	3,48	41,76
Operador	4	1	4	16	3,48	55,68
Operador	1	1	1	365	3,48	1270,20
Operador	1	1	1	365	3,48	1270,20
Operador	1	1	1	5	3,48	17,40
Operador	24	1	24	24	3,48	83,52
Pintores	48	2	96	96	3,48	334,08
Operador	24	2	48	48	3,48	167,04
Ayudante	6	1	6	12	3,30	39,60
Ayudante	6	1	6	12	3,30	39,60
<b>TOTAL</b>	<b>116</b>	<b>12</b>	<b>188</b>	<b>955</b>	<b>34,44</b>	<b>3319,08</b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

- El costo total del mantenimiento corresponde la suma de los demás mantenimiento, encontrándose:

**Tabla N°3. 26:** Costo total

<b>COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN</b>	
Costo de limpieza	2769,48
Costo de inspección	5634,12
Costo de mantenimiento	3319,08
<b>TOTAL</b>	<b>11722,68</b>

**Fuente:** Vladimir Chafla

### **3.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **3.6.1 MANUAL DE OPERACION Y MATENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO**

##### **3.6.1.1 Introducción**

El presente manual trata de lograr que la operación y mantenimiento de las distintas partes de este sistema sean operados y mantenidos adecuadamente si fuera posible hasta el final del periodo de diseño, por lo que es necesario realizar un plan de manejo y operación, en el cual abarquen actividades del correcto uso del sistema y planes de mantenimiento preventivo y correctivo que aseguren lo siguiente:

- Agua apta para el consumo humano;
- Proporcionar agua en forma continua al consumidor;
- Prolongar la vida útil de tanques, tuberías, válvulas y demás equipos;
- Disminuir los gastos de reparaciones; y
- Optimizar gastos de operación.

### 3.6.1.2 Glosario

- **Captación.-** Es el conjunto de obras que permiten recoger el agua en su estado natural, desde la fuente hacia la conducción.
- **Casetas de Cloración.-** Es el conjunto de procesos unitarios, que permiten alcanzar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua como apta para el consumo humano.
- **Líneas de Conducción a Gravedad.-** Es el conjunto de elementos que permiten transportar el agua desde la captación hacia el tratamiento .Pueden ser de diferente diámetro, todo depende del caudal que se quiera transportar y hacia donde se requiera transportar.
- **Mantenimiento.-** El mantenimiento es el conjunto de actividades que evitan un pronto deterioro de las estructuras y equipos del sistema de agua potable, así como también ayudan a preservar las fuentes, tanto en la calidad como en la cantidad de sus aguas, logrando de esta manera prolongar la vida útil del proyecto.
- **Mantenimiento Preventivo.-** Es el que se efectúa con la finalidad de evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas.
- **Mantenimiento Correctivo.-** Es el que se efectúa para reparar daños causados por acciones imprevistas, o deterioros normales del uso.
- **Operación:** La operación es el conjunto de acciones destinadas a lograr que las instalaciones y equipos del sistema de agua potable estén en perfecto estado de funcionamiento.
- **Tanques de reserva.-** Tiene como finalidad almacenar agua en horas de menor consumo, como el fin de compensar en horas de mayor demanda.

### 3.6.1.3 Objetivo

Este manual ha sido elaborado para ayudar al Municipio de Baños de Agua Santa institución encargada de suministrar el agua potable, quien coordinará con el operador

que asumirá una relación directa o indirecta con la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento agua potable de la parroquia Rio Negro, es decir, es una guía que deberá complementarse con el conocimiento y criterio de los operadores, quienes deberán conocer las instrucciones de este manual.

#### **3.6.1.4 Alcance**

El presente manual trata de lograr que la operación y mantenimiento de las distintas partes de este sistema sean operados y mantenidos adecuadamente si fuera posible hasta el final del periodo de diseño.

Este manual cubre la operación y mantenimiento de los siguientes elementos:

- a. Dos captaciones que son.
  - La Colonia Martínez.
  - Las Estancias.
- b. Líneas de Conducción a gravedad existen dos ramales:
  - En el sector la Martínez tubería PVC de 63mm y 75mm.
  - En el sector Las Estancias tubería PVC de 63mm.
- c. Dos Casetas de Cloración
  - La Colonia Martínez.
  - Las Estancias.
- d. Tres Tanques de Reserva.
  - Tanque circular de  $100m^3$ (Colonia Martínez).
  - Tanque cuadrado de  $10m^3$ (Las Estancias).
  - Tanque cuadrado de  $30m^3$ (Las Estancias).
- e. Dos Pasos Elevados.
  - La Colonia Martínez.
  - Las Estancias.

Es importante que el personal encargado de estas actividades, tenga un completo conocimiento de todo lo relacionado a este proyecto, esto incluye los planos, especificaciones de materiales y equipos, tal y como se encuentran construidos y en funcionamiento.

### **3.6.1.5 Descripción general del sistema**

El sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Parroquia Rio Negro, está constituido por las siguientes estructuras y unidades:

- Fuentes de abastecimiento de agua cruda, constituidas por los afloramientos de vertientes en los sectores de La Martínez y las Estancias.
- Sistema de captación, cajones y tanques recolectores tipo manantial para el sector de La Martínez y las Estancias.
- Dos líneas de conducción a gravedad, definidas en base a la topografía y la ubicación de las fuentes y la población.
- Reserva conformada por tres tanques de almacenamiento distribuidos en sitios estratégicos, como consta en los planos.
- Dos casetas de cloración ubicadas entre cada una de sus captaciones y los tanques de reserva.
- Dos pasos elevados ubicados uno en cada línea de conducción.
- Conexiones domiciliarias en el sector del caserío Colonia Martínez y sector Las Estancias como complemento de las conexiones domiciliarias existentes en el centro parroquial.
- Doce válvulas de desagüe y veinte y tres válvulas de aire distribuidas a lo largo de las redes de distribución, en sitios necesarios conforme consta en los planos.

### Captaciones La Martínez y Las Estancias



**Figura N°3. 6:** Captaciones

**Fuente:** Autor

### Casetas de cloración La Martínez y Las Estancias



**Figura N°3. 7:** casetas de Cloraciones.



**Figura N°3. 6:** Tanques cloradores y clorador

**Fuente:** Autor

## Tanques de reserva



**Figura N°3. 8:** Tanques

**Fuente:** Autor

### 3.6.2 Captaciones

#### 3.6.2.1 Descripción

Las captaciones se encuentran construidas de Hormigón Armado tipo cajón de  $1m^3$  interno, las mismas que nos permite recolectar el agua del manantial que sale del subsuelo en forma vertical, la captación consta de tres (3) partes: la primera, corresponde a una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; la segunda, un tanque recolector para recoger el agua de las cámaras húmedas y la tercera, por una malla como protección para impedir el ingreso de basuras o animales de dicho sector que puedan contaminar el agua y provocar taponamientos en las tuberías del sistema. La captación del proyecto se encuentra en las coordenadas (808292,86; 9839437,34).

#### 3.6.2.2 Operación

Es necesario que el operador verifique las válvulas de salida y desagüe de la captación si se encuentran correctamente manipuladas, si es así el caudal de salida debe ser el esperado que es:

Colonia Martínez: 4 lt/seg

Las Estancias: 3,5 lt/seg

En caso que exista disminución del caudal mencionado anteriormente, será necesario

realizar una adecuada revisión de la captación para proceder a las acciones que correspondan.

En función de lo anterior, el operador debe realizar las actividades indicadas en el cuadro siguiente:

**Tabla N°3. 27: Operación**

<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo Estimado</b>	<b>Actividad</b>
Diario	1 h.	Determinación y Control del caudal que llega a la Caseta de Cloración. De notar disminución, inspeccionar las obras de captación a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.

**Fuente:** Vladimir Chafla

<b>Válvulas</b>				
<b>Capt. (m3)</b>	<b>Ubicación de tanque</b>	<b>Función de la válvula</b>	<b>Regulación (# de vueltas)</b>	<b>Observaciones</b>
1	La Martínez	Salida (110mm)	10	abierto completo
		Desagüe(110mm)	0	Cerrado completo
2	Las Estancias	Salida (75mm)	10	abierto completo
		Desagüe(75mm)	0	Cerrado completo

**Fuente:** Vladimir Chafla

### **3.6.2.3 Mantenimiento**

El operador en sus revisiones realizadas, especialmente después de crecidas y sequias debe controlar la presencia de problemas, para proceder a su corrección inmediata.

En las actividades de Mantenimiento, se deben efectuar labores de limpieza, para lo cual el operador procederá el día anterior a efectuar las siguientes acciones:

- Informar a la población de la interrupción que existirá en el servicio.
- Convocar a la comunidad, con el fin de disponer del personal adicional necesario.
- Obtener el equipo de trabajo necesario.

Las actividades que el operador realizara al momento de la limpieza serán las siguientes:

- Suspender el servicio en horas de menor consumo de la población.
- Cerrar la válvula de salida.
- Abrir la válvula de desagüe.

Las actividades de mantenimiento se detallan a continuación en la Tabla N°3.3.

**Tabla N°3. 28:** Tabla de actividades

<b>FRECUENCIA</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Ocasional (crecientes y/o sequias)	4 horas	Operador	Inspección de la zona de captación, para limpieza de material extraño presente
Semestral	2 horas	Operador	Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Martínez.
Bimestral	4 horas	Operador	Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Estancias.
Trimestral	1 día	Operador	Desbroce y Limpieza de maleza del interior de los cerramientos de las captaciones.

**Fuente:** Vladimir Chafla

#### **3.6.2.4 Herramientas requeridas**

- Palas
- Picos
- Cepillo metálico
- Bomba de fumigar
- Escobas
- Machetes

#### **3.6.2.5 Materiales Requeridos**

- Cloro

- Detergente
- Mata maleza

### 3.6.3 Casetas de cloración (desinfección)

#### 3.6.3.1 Descripción

En el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Parroquia Río Negro, se ha dispuesto de dos casetas de cloración que se encuentran ubicadas seguidamente de la captación de la Colonia Martínez y Las Estancias respectivamente. La caseta de cloración de Las Estancias está ubicada en el punto (808581,78; 9839403,91) y la caseta de cloración de La Martínez se ubica en (812037,66; 9842978,62).

Estas casetas de cloración, contienen en la parte civil: plintos, cadenas y columnas de hormigón armado, mampostería de bloque, cubierta de eternit, puertas y ventanas de estructura metálica y malla con fines de ventilación. Cada caseta de cloración cuenta con un tanque de (1mx1mx1m) 1m<sup>3</sup> donde se realizará el mezclado del cloro-gas con el agua, misma que a continuación se almacena en los tanques de reserva. Estas casetas están equipadas con un dosificador de cloro-gas y tres cilindros de 68kg.

La caseta de cloración contiene un dispositivo de cloración mediante el cual añade una concentración de cloro residual con el fin de obtener agua de consumo humano. Para garantizar que la caseta de cloración cumpla con requerimientos impuestos por normativa se han realizado estudios de agua encontrándose los siguientes resultados:

**Tabla N°3. 29:** Análisis resultados

<b>SECTOR LAS ESTANCIAS</b>					
<b>LUGAR DE LA MUESTRA</b>	<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METODO UTILIZADO</b>	<b>NORMA INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS</b>	<b>RESULT.</b>
T. Reserva 30m <sup>3</sup>	Cloro L. Residual	mg/l	HACH-8021	0,3-1,5	1,15
A. Domiciliaria	Cloro L. Residual	mg/l	HACH-8021	0,3-1,5	1,04
<b>SECTOR COLONIA MARTINEZ</b>					
T. Reserva 100m <sup>3</sup>	Cloro L. Residual	mg/l	HACH-8021	0,3-1,5	0,78
A. Domiciliaria	Cloro L. Residual	mg/l	HACH-8021	0,3-1,5	0,75

**Fuente:** EMAPA

Como se muestra en la tabla los resultados actuales del agua se encuentran en los lineamientos exigidos, garantizándose que los habitantes del sector reciben agua de calidad. Los resultados totales se pueden observar en los (Anexos 9, 10,11 y 12).

También se han realizados análisis Físico-Químicos del agua cruda tanto en la red de la Colonia Martínez como en las Estancias las muestras tomadas se lo han realizado en su respectiva captación los análisis se los puede observar el los (Anexos 13 y 14)

Para garantizar el trabajo de los elementos que componen el sistema de cloración se realizará análisis fisicoquímicos del agua anualmente, tomando muestras en puntos críticos como son tanques reservorios, salida del tanque de cloración y otros elegidos al azar de las acometidas domiciliarias. Esto se lo hace para comprobar el correcto funcionamiento de los elementos puesto que por las condiciones ambientales estos pueden sufrir daños internos que interfieran en su funcionamiento.

### **3.6.3.2 Operación**

Una vez realizado el montaje y calibración del dosificador de cloro-gas, el fabricante recomienda no manipular este equipo, por lo que el operador deberá realizar solo una inspección visual del mismo, verificando que se encuentra funcionando en perfectas condiciones.

Así también el operador deberá controlar que no se termine el cloro-gas del cilindro en funcionamiento, y cuando este se termine deberá realizar el cambio con otro

La manipulación de cilindros de cloro-gas debe realizarse con precaución, evitando caídas y golpes entre ellos.

El Operador verificará que el almacenamiento de los cilindros se realice en forma adecuada, cuidando que se coloquen verticalmente; deberá además evitar que se produzcan cambios bruscos de temperatura en dicho ambiente o que se almacenen otros productos. Evitará así mismo el que se almacenen en los alrededores materiales inflamables, o de tuberías que conducen vapores a altas temperaturas.

El Operador deberá tomar en cuenta las siguientes recomendaciones sobre el manejo de cilindros de cloro-gas:

- Evitar golpes o caídas de cilindros de cloro-gas.
- Almacenar los cilindros de cloro a temperaturas moderadas.
- Mantener las cápsulas protectoras sobre los cilindros, excepto cuando éstos estén en servicio. Volver a colocar sobre los cilindros cuando éstos estén vacíos.
- Nunca usar un cilindro para ningún otro propósito que no sea el de almacenar cloro-gas.

Recomendaciones a tomarse en cuenta como medidas de emergencia en caso de entrarse en contacto con concentraciones nocivas de cloro

- Mantenga en alto la cabeza. La concentración de cloro es mayor cerca del piso.
- Mantener la boca cerrada.
- Evite la respiración profunda.
- Aléjese del cuarto de cloración.

### **3.6.3.3 Operación de Equipos Cloradores**

La norma esencial que debe observarse al iniciarse la operación de un aparato clorador de solución es abrir la válvula de agua, y luego la válvula de cloro. Al finalizar la operación debe seguirse el orden inverso.

En la mayoría de los cloradores puede emplearse las siguientes medidas recomendadas para su adecuada operación:

- d) Asegurar que la manguera, hasta el punto de aplicación de la solución de cloro, no esté obstruida.
- e) Abrir la válvula de admisión del agua al inyector y de las otras conexiones de agua. Ajustar las presiones en los manómetros.
- f) Abrir la válvula del cilindro de cloro media vuelta y luego abrir vuelta y media la válvula auxiliar del gas.
- g) Regular la válvula que contiene el cloro lentamente, hasta que la admisión de cloro deseada sea indicada en el medidor.

Para cortar la cloración deben seguirse los pasos contrarios a los indicados anteriormente:

- h) Cerrar la válvula del cilindro y la válvula auxiliar del tanque.
- i) Cerrar las válvulas de admisión de agua, cuando el medidor de cloro indique cero y el cloro haya sido enteramente extraído por la válvula de aire.
- j) Remover el tubo con el cual se aplica la solución de cloro, si la aplicación se hace en una tubería principal, cerrar la válvula corporation antes de retirar el tubo.

El punto de aplicación propiamente dicho es el tanque de contacto de cloro.

Esta actividad en cada turno, será atendida por el operador quien dispondrá de protección conformado por mascarillas, guantes, botas, casco.

Las actividades de operación se indican en la tabla siguiente:

**Tabla N°3. 30:** Tabla de actividades cloradores

<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>
Diario	1 h.	Control y registro de cloro residual.
Semanal	2 h.	Preparación de la solución y dosificación.

**Fuente:** Vladimir Chafla

**Tabla N°3. 28:** Tabla de actividades cambio de tanques cloradores (68 kg)

<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>
Cada 4 meses	2 h.	Cambio de tanques cloradores.

**Fuente:** Vladimir Chafla

<b>Válvulas</b>				
<b>Clorac. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ubicación de tanque</b>	<b>Función de la válvula</b>	<b>Regulación (# de vueltas)</b>	<b>Observaciones</b>
1	La Martínez	Salida (110mm)	10	abierto completo
		Desagüe(110mm)	0	Cerrado completo
2	Las Estancias	Salida (63mm)	10	abierto completo
		Desagüe(110mm)	0	Cerrado completo

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.6.3.4 Mantenimiento

Las labores de mantenimiento a los diferentes niveles se indican en el cuadro siguiente:

**Tabla N°3. 29:** Tabla de mantenimiento cloradores

Ubicación	Frecuencia	Tiempo	Ejecutante	Actividad
COLONIA MARTÍNEZ	Semanal	1h	Operador	Revisión de Dosificadores
	Trimestral	2 h	Operador	Inspección de Operación
LAS ESTANCIAS	Semanal	1 h	Operador	Revisión de Dosificadores
	Trimestral	2 h	Operador	Inspección de Operación y Mantenimiento

**Fuente:** Autor

### 3.6.3.5 Materiales requeridos

- Empaque
- Pintura
- Brocha
- Cloro
- Cemento
- Lubricante

### 3.6.3.6 Herramientas requeridas

- Palas
- Balde
- Escoba

## 3.6.4 Líneas de conducción a gravedad

### 3.6.4.1 Descripción

Las líneas de conducción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Rio Negro constan de tuberías de PVC las mismas que se encuentran distribuidas en dos redes:

- **Red Las Estancias**

Esta red se encuentra construida por una tubería de 75mm desde la captación hasta el paso elevado que consta de unos 500m aproximadamente, a continuación de una tubería de 63mm que encabeza desde el tanque de reserva de 10m<sup>3</sup> hasta llegar al tanque de reserva de 30 m<sup>3</sup> la misma que sirve de conducción y distribución de agua, seguidamente parten dos tuberías de 63mm la una sirve de distribución y la otra de conducción las mismas que se encuentran enterradas a una profundidad de 1,5m a 2m dependiendo del material que se encuentre en el lugar.

- **Red La Martínez.**

Esta red se encuentra construida con una tubería de 110mm desde su captación hasta llegar al tanque de reserva de 100m<sup>3</sup>, a continuación parten dos tuberías la una es de 75mm que sirve como conducción y la otra que es de 63mm y sirve como distribución las mismas que se encuentran enterradas juntas a una profundidad de 1,5m a 2m dependiendo del material que se encuentre en el lugar.

Estas tuberías interconectan los tanques de reserva también a la vez sirven para mantener abastecidos a los mismos. Las tuberías estarán enterradas a mayor profundidad de manera que se dificulte la realización de conexiones domiciliarias clandestinas.

### 3.6.4.2 Operación

Las actividades de operación se indican en la siguiente tabla:

**Tabla N°3.30:** Tabla de operación de líneas de conducción

<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo Estimado</b>	<b>Actividad</b>
Diario	1 h.	Determinación y Control del caudal que ingrese al tanque de reserva. De notar disminución, inspeccionar las líneas de conducción a fin de detectar alguna rotura en las mismas.
Eventual	N/A	Manipuleo de válvulas

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.6.4.3 Mantenimiento

Se deben ejecutar las siguientes acciones:

- Limpiar el área cercana a la línea de conducción quitando la maleza, ramas, hojas, árboles de gran tamaño, etc., para facilitar la inspección.
- Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de tierra que puedan afectar la línea, y revisar detenidamente cualquier área húmeda anormal sobre la tubería enterrada.

En el cuadro se resumen las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en las líneas de conducción y la frecuencia o periodicidad de su ejecución.

**Tabla N°3.31:** Actividades y frecuencia a desarrollarse en las líneas de conducción.

<b>Componente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Ejecutor</b>	<b>Actividad</b>
<b>Línea de gravedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diario</li> <li>- Diario</li> <li>- Diario</li> </ul>	1 hora	Operador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorrido línea</li> <li>- Identificar humedad o roturas</li> <li>- Limpieza de área de línea</li> </ul>

**Fuente:** Autor

#### **3.6.4.4 Materiales requeridos**

- Empaque
- Cemento
- Lubricantes

#### **3.6.4.5 Herramientas requeridas**

- Palas
- Balde
- Escoba
- Juego de llaves

#### **3.6.5 Pasos elevados**

El Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Río Negro consta de dos pasos elevados, uno se encuentra en Las Estancias teniendo como coordenadas el pórtico inicial (808411,26; 9839434,64) y el pórtico final (808580,27; 9839412,36) y el otro en

La Colonia Martínez teniendo como coordenadas el pórtico inicial (811262,69; 9843074.77) y el pórtico final (811179,12; 9843113,12).

El sistema de abastecimiento de agua potable consta de dos estructuras encargadas de dar estabilidad a la tubería de captación, estas están construidas de hierro galvanizado con un diámetro de 200 mm con un espesor de 6mm.

Las estructuras están formadas por dos pórticos soldadas con electrodo E7018, los cuales se encuentran en los extremos de las laderas, las mismas se encuentran cimentadas con una profundidad de 2m. Los pórticos se encuentran conectados mediante un cable de acero de 25mm de diámetro, el mismo que da la estabilidad al tubo mediante unos tirantes verticales de acero de 12mm de diámetro, unidos mediante mordazas de acero. La configura de cada pórtico se lo detalla en el Anexo de planos en el plano N 20 y 21.

Por encontrarse el proyecto en un clima húmedo, a pesar de que el material es un acero galvanizado se ha optado por darle una capa de fondo anticorrosivo, seguido con tres manos de pintura para clima húmedo que ayude a evitar la corrosión.

### 3.6.5.1 Operación

Las actividades de operación se indican en la siguiente tabla:

**Tabla N 3. 34:** Tabla de operación de pasos elevados

<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo Estimado</b>	<b>Actividad</b>
Semanal	1 h.	Verificación de posibles ‘‘pitting’’ (inicios pequeños de corrosión). Verificación de torque de los pernos en abrazaderas de sujeción de cable. Verificación del estado del cable (desilachamientos).
Mensual	6 h	Verificación de limpieza y engrasado de cables
Semestral	6 h	Dar una mano de pintura a toda la estructura eliminando todo posible brote de oxidación.

**Fuente:** Autor

### 3.6.5.2 Mantenimiento

Se deben ejecutar las siguientes acciones:

- Limpiar el área cercana a la estructuras, quitando la maleza, ramas, hojas, para facilitar la inspección.
- Observar si hay inicios de oxidación o desilachamientos en el cable, o aflojamiento de pernos de sujeción.

En el cuadro se resumen las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en las estructuras y la frecuencia o periodicidad de su ejecución.

**Tabla N°3. 35:** Actividades y frecuencia a desarrollarse en los pasos elevados

Componente	Frecuencia	Tiempo	Ejecutor	Actividad
Pasos elevados	Semanal	1 hora	Operador	Verificación de estructura Identificación de “pitting” Limpieza de maleza
	Mensual	1 día	Operador	Verificar estado de cables de acero

**Fuente:** Autor

### 3.6.5.3 Materiales requeridos

- Machete
- Guapie
- Antioxidante

### 3.6.5.4 Herramientas requeridas

- Compresor
- Soldadora
- Torquimetro

## 3.6.6 Tanques de reserva

### 3.6.6.1 Descripción

En el sistema de abastecimiento de agua potable existen tres tanques de reserva que se encuentran ubicados de acuerdo al proyecto que se detalla a continuación:

- Tanque Redondo de reserva de  $100m^3$  en el sector La Martínez.
- Tanque Cuadrado de reserva de  $10m^3$  en el sector Las Estancias.
- Tanque Cuadrado de reserva de  $30m^3$  en el sector Las Estancias.

Estos tanques reservorios o de almacenamiento se encuentran contruidos de hormigón armado, cada uno de ellos cuenta con una caja de válvulas para su operación adecuada.

### 3.6.6.2 Operación

Las actividades frecuentes previstas para la operación de los tanques de reserva consisten en:

- Control del nivel de agua en los tanques.
- Control de apertura de válvulas.

Las labores del operador en cuanto al manejo de válvulas de compuerta de los tanques de reserva en condiciones normales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla N°3.32:** Operación de tanques de reserva.

Tanque (m3)	Ubicación de tanque	Función de la válvula	Regulación (# de vueltas)	Observaciones
100	Colonia Martínez	Entrada	10	Abierto completo
		Salida (63mm)	10	abierto completo (caserío Martínez)
		Salida (75mm)	10	abierto completo (Centro de la Parroquia)
		Desagüe(110mm)	0	Cerrado completo
10	Las Estancias	Entrada 1 (63mm)	3	Parcialmente abierta
		Entrada 2 (63mm)	7	Parcialmente abierta
		Salida (63mm)	10	Abierto completo
		Desagüe	0	Cerrado completo
30	Las Estancias	Entrada (63mm)	8	Parcialmente abierta
		Salida (63mm)	3	Parcialmente abierta (barrio Paraíso)
		Salida (63mm)	3	Parcialmente abierta (Centro de la parroquia)
		Desagüe	0	Cerrado completo

**Fuente:** Vladimir Chafla

### 3.6.6.3 Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento se indican en la siguiente tabla:

**Tabla N°3.33: Mantenimiento de tanques de reserva.**

Tanque (m3)	Ubicación	Frecuencia	Tiempo estimado	Personal	Actividad
100	Colonia Martínez	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 horas	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.
			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos.
		semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.
100	Colonia Martínez	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 horas	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.
			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos.
		semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.
100	Colonia Martínez	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 horas	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.

			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos.
		semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.

**Fuente:** Autor

Como mantenimiento preventivo se realizara las actividades que se indican a continuación:

- Cuando se observen grietas pequeñas o fugas en las paredes del tanque de reserva proceder a curarlas con el procedimiento descrito más adelante.
- Si el tanque de reserva presenta daños mayores en su estructura, comunicar a las autoridades competentes para que disponga su revisión y reparación por personal especializado.
- En general, se debe desinfectar los tanques de reserva cada vez que se repare, posteriormente de haber sido limpiados, o cuando han sido contaminados por sustancias extrañas.

Para realizar la limpieza y/o desinfección de los tanques de reserva realizar de la siguiente manera:

- Cerrar completamente la válvula de entrada.
- Dejar en el tanque una cierta cantidad de agua (1/4 de la altura) aproximadamente; luego limpiar paredes interiores y el piso, utilizando para esto escobas y cepillos, o cualquier otro accesorio que permita desprender la suciedad o tierra que se haya acumulado con el tiempo, eliminando luego el agua sucia a través del desagüe respectivo.
- Preparar una solución concentrada de cloro mezclándola con agua.
- Llenar el tanque con la solución concentrada, manteniéndola no menos de 1 hora.
- Eliminar el agua retenida a través de la tubería de desagüe, cargando luego el tanque con agua tratada, posteriormente se la elimina con el objeto de garantizar que el

agua de suministro no contenga coloro en exceso que pudiera causar problema a los usuarios.

- En esta tarea, es recomendable que la solución no esté en contacto directo con la piel, para lo cual se debe usar zapatos y guantes de caucho, los que deberán limpiarse y lavarse cuidadosamente antes de ingresar al reservorio.
- Tapar la boca de visita, cerrar la válvula de desagüe y poner en servicio el tanque de reserva, abriendo las válvulas de entrada y salida de agua a la tubería de distribución.
- Aprovechar del momento en que se hace la desinfección de un tanque para inspeccionar las paredes y el fondo, localizando las posibles fugas o filtraciones que pudiera existir. Si las hubiera, se las corregirá picando y formando surcos de 2 mm. De ancho por 2 mm. de profundidad, los mismos que se limpiaran los residuos de polvo y se aplicara un aditivo para adherir hormigón fresco con hormigón existente (por ejemplo Sika Dur 32 o similar) para inmediatamente ser rellenado con mortero 1:1 y cualquier acelerante de fraguado (por ejemplo Sika No. 2), que permita usar el tanque inmediatamente.
- Las válvulas, tapas, escaleras y rejillas, deben mantenerse en buen estado para garantizar su correcta operación.

#### **3.6.6.4 Herramientas requeridas**

- Palas
- Baldes
- Escobas
- Escalera
- Rodillos
- Brocha

#### **3.6.6.5 Materiales requeridos**

- Pintura
- Cloro
- Cemento y Aditivos

### 3.6.7 Resumen de las actividades a realizarse de todos los componentes del sistema

**Tabla N°3. 36:** Resumen general de operación de componentes

Componente	Frecuencia	Tiempo Estimado	Actividad		
<b>Captación</b>	Diario	1 h.	Determinación y Control del caudal que llega a la Caseta de Cloración. De notar disminución, inspeccionar las obras de captación a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.		
<b>Caseta de cloración</b>	Diario	1 h.	Control y registro de cloro residual.		
	Semanal	2 h.	Preparación de la solución y dosificación.		
<b>Líneas de conducción por gravedad</b>	Diario	1 h.	Determinación y Control del caudal que ingrese al tanque de reserva. De notar disminución, inspeccionar las líneas de conducción a fin de detectar alguna rotura en las mismas.		
	Eventual	N/A	Manipuleo de válvulas		
<b>Tanques</b>	100	Colonia Martínez	<b>Válvula</b>	<b>Vueltas</b>	<b>Observación</b>
			Entrada	10	Abierto completo
			Salida (63mm)	10	abierto completo (caserío Martínez)
			Salida (75mm)	10	abierto completo (Centro de la Parroquia)
			Desagüe(110mm)	0	Cerrado completo
	10	Las Estancias	Entrada 1 (63mm)	3	Parcialmente abierta
			Entrada 2 (63mm)	7	Parcialmente abierta
			Salida (63mm)	10	Abierto completo
			Desagüe	0	Cerrado completo
	30	Las Estancias	Entrada (63mm)	8	Parcialmente abierta
			Salida (63mm)	3	Parcialmente abierta (barrio Paraíso)
			Salida (63mm)	3	Parcialmente abierta (Centro de la parroquia)
			Desagüe	0	Cerrado completo
<b>Paso elevado</b>	Semanal	1 h.	Verificación de posibles “pitting” (inicios pequeños de corrosión). Verificación de torque de los pernos en abrazaderas de sujeción de cable. Verificación del estado del cable (desilachamientos).		
	Mensual	6 h	Verificación de limpieza y engrasado de cables		
	Semestral	6 h	Dar una mano de pintura a toda la estructura eliminando todo posible brote de oxidación.		

**Fuente:** Autor

### 3.6.8 Resumen de las actividades a realizarse de todos los componentes del sistema

**Tabla N°3. 37:** Resumen general de mantenimiento de los componentes

Elemento	Frecuencia	Tiempo	Responsable		Actividad
<b>Captación</b>	Ocasional (crecientes y/o sequías)	4 horas	Operador		Inspección de la zona de captación, para limpieza de material extraño presente
	Semestral	2 horas	Operador		Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Martínez.
	Bimestral	4 horas	Operador		Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Estancias.
	Trimestral	1 día	Operador		Desbroce y Limpieza de maleza del interior de los cerramientos de las captaciones.
<b>Caseta de cloración</b>	COLONIA MARTÍNEZ	Semanal	1h	Operador	Revisión de Dosificadores
		Trimestral	2 h	Operador	Inspección de Operación
	LAS ESTANCIAS	Semanal	1 h	Operador	Revisión de Dosificadores
		Trimestral	2 h	Operador	Inspección de Operación y Mantenimiento
<b>Líneas de Gravedad</b>	Diario	1 hora	Operador		Recorrido línea Identificar humedad o roturas Limpieza de área de línea
<b>Estructura</b>	Semanal	1 hora	Operador		Verificación de estructura Identificación de "pitting" Limpieza de maleza
	Mensual	1 día	Operador		Verificar estado de cables de acero
<b>Tanques</b>	Colonia Martínez 100m <sup>3</sup>	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 hora	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.
			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos.
		Semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.

	Colonia Martínez	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 horas	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.
			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos. Desinfección de tanque
		semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.
	Colonia Las Estancias	Mensual	1 hora	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.
		Semestral	4 horas	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.
				2 ayudantes	Limpieza de paredes interiores. Desinfección del tanque.
		Anual	1 día	Operador	Revisión de válvulas.
			2 días	2 Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.
			1 día	2 ayudantes	Reparación de cerramientos.
		semestral	1 día.	Jefe	Inspección de mantenimiento.

**Fuente:** Autor

Hasta el momento se realizado una elaboración cualitativa de mantenimiento, para tener una referencia más técnica se procederá a realizar un mantenimiento utilizando una matriz de criticidad (29) que permite trabajar en rangos de fallas, utilizando criterios y una calificación cuantitativa, la cual podemos ver en el Anexo 1.

Teniendo las siguientes ecuaciones:

$$Criticidad = Frecuencia * Consecuencia$$

*Consecuencia*

$$= Impacto Operacional * Flexibilidad Operacional + Costos + Impacto SAH$$

Con los valores del anexo 1 empezamos a cuantificar a cada parámetro y posteriormente aplicamos las formulas descritas anteriormente, teniendo la siguiente ficha:

**Tabla N°3. 38:** Ficha de criticidad

<b>MANTENIMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE "RIO VERDE"</b>							
<b>MATRIZ DE CRITICIDAD</b>							
<b>ELEMENTO</b>	<b>FFF</b>	<b>SHA</b>	<b>IP</b>	<b>FO</b>	<b>CM</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
Captación	3	2	10	2	2	16	72
Caseta de cloración	2	8	2	2	2	10	28
Líneas de gravedad	2	1	2	2	1	6	12
Tanques	2	2	6	2	2	16	32
Estructura	1	4	10	2	2	26	26

**Fuente:** Autor

Donde;

- FFF= Frecuencia de Fallos (rango de fallos en un tiempo determinado)
- SHA= Factor de impacto de seguridad, higiene y ambiental.
- IP= Impacto Operacional
- FO= Factor de flexibilidad operacional
- CM= Costo de mantenimiento

Con estos valores se procede a llenar la matriz de criticidad que se observa en el gráfico N° 3.1

**Tabla N°3. 39:** Matriz de criticidad

<b>FRECUENCIA</b>	4					
	3			Captación		
	2	Caseta de cloración				
	1	Líneas de gravedad		Estructura	Tanques	
		10	20	30	40	50
		<b>CONSECUENCIA</b>				

Donde;  
Verde= No critico  
Amarillo=Semi-critico  
Tomate=Critico  
Rojo= Muy critico

**Fuente:** Autor

Al observarse en la matriz de criticidad vemos que varios componentes se tienen un nivel medio de criticidad por lo que contar con un plan de mantenimiento de los mismos es esencial.

Por lo que procedemos a realizar las matrices de limpieza, inspección y mantenimiento que acompañan a la matriz de criticidad, teniéndose lo siguiente:

**Tabla N°3. 40:** Matriz de limpieza

<b>Elemento</b>	<b>Criticidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Personal</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>M.O</b>	<b>Horas hombre</b>	<b>Horas año</b>
Captación	Critico	Acumulación de desechos vegetales, sólidos y animales	Semestral	Operador	Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Martínez.	2	1	2	4
			Bimestral	Operador	Limpieza y lavado de tanque recolector de la captación Estancias.	4	1	4	24
			Trimestral	Operador	Desbroce y Limpieza de maleza del interior de los cerramientos de las captaciones.	24	1	24	96
Caseta de cloración	No critico	Acumulación de polvos en tanques de cloro	Semanal	Operador	Desbroce y Limpieza de maleza del interior de la caseta de cloración	1	1	1	48
Línea de gravedad	No critico	Acumulación de lodos en válvulas de verificación	Diario	Operador	Limpieza de área de línea	1	1	1	365
Tanques	Critico	Acumulación de polvos, lodos y sedimentos en el interior	Mensual	Operador	Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque.	3	1	3	36
			Semestral	Operador	Limpieza "con ingreso al interior" de sedimentos del tanque.	3	1	3	18
			Semestral	Ayudante	Limpieza de paredes interiores./ Desinfección	12	2	24	144
Estructura	Semicritico	Acumulación de maleza	Mensual	Ayudante	Limpieza de maleza y polvos	6	1	6	72

**Fuente:** Autor

**Tabla N°3. 41:** Matriz de inspección

<b>Elemento</b>	<b>Criticidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Personal</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>M.O</b>	<b>Horas hombre</b>	<b>Horas año</b>
Captación	Critico	Posibles obstrucción o desperfectos	Ocasional	Operador	Inspección de la zona de captación, para limpieza de material extraño presente	4	1	4	20
		Posibles deficiencias	Diario	Operador	Inspeccionar las obras de captación a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.	1	1	1	365
Caseta de cloración	No critico	Posibles deficiencias	Semanal	Operador	Revisión de Dosificadores	1	1	1	48
			Trimestral	Operador	Inspección de Operación	2	1	2	0
			Semanal	Operador	Revisión de Dosificadores	1	1	1	48
			Diario	Operador	Control y registro de cloro residual.	1	1	1	365
Línea de gravedad	No critico	Revisar posibles fugas	Diario	Operador	Recorrido línea	1	1	1	365
Tanques	Critico	Posible mal funcionamiento de válvulas	Anual	Operador	Revisión de válvulas.	24	3	72	72
Estructura	Semicritico	Desperfectos en estructura	Semanal	Operador	Identificación de “pitting”	1	1	1	48
			Mensual	Operador	Verificar estado de cables de acero	24	1	24	288

**Fuente:** Autor

**Tabla N°3. 42:** Matriz de mantenimiento

Elemento	Criticidad	Impacto	Frecuencia	Personal	Operación	Tiempo (Horas)	M.O	Horas hombre	Horas año
Captación	Critico	Falta o exceso de caudal en los tanques	Mensual	Operario	Determinación y Control del caudal que llega a la Caseta de Cloración. De notar disminución, inspeccionar las obras de captación a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.	1	1	1	12
Caseta de cloración	No critico	Fallos en la cloración.	Trimestral	Operario	Inspección de Operación y Mantenimiento	4	1	4	16
		Control exacto de nivel de cloro	Diario	Operario	Preparación de la solución y dosificación.	1	1	1	365
Línea de conducción	No critico	Operación incorrecta del sistema en suministro de cada casa	Diario	Operario	Determinación y Control del caudal que ingrese al tanque de reserva. De notar disminución, inspeccionar las líneas de conducción a fin de detectar alguna rotura en las mismas.	1	1	1	365
			Eventual	Operario	Manipuleo de válvulas	1	1	1	5
Tanques	Critico	Insalubridad de agua potable	Anual	Operador	Revisión de válvulas.	24	1	24	24
				Pintores	Adecuaciones y pintura general del tanque.	48	2	96	96
				Ayudantes	Reparación de cerramientos.	24	2	48	48
Estructura	Semicritico	deterioro de la estructura	Semestral	Operador	Dar una mano de pintura a toda la estructura	6	1	6	12
				Operador	Reparación de partes oxidadas	6	1	6	12

**Fuente:** Autor



### **3.6.9 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADO (SIG)**

Para una mejor ubicación que facilite el mantenimiento y operación del mismo se realizó un sistema geo referenciado de la red para manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas de planificación y de gestión que puedan ocurrir en el funcionamiento de la red. (Ver plano 0A)

#### **3.6.9.1 Introducción**

El presente SIG trata de lograr que la operación y mantenimiento de las distintas partes de este sistema sean localizados y detallados con mayor exactitud, describiéndose tipo de material, profundidades, dimensiones y coordenadas para asegurar el correcto cumplimiento del plan de operación y mantenimiento.

#### **3.6.9.2 Utilidad**

El SIG nos permite hacer un análisis íntegro del territorio. está diseñado para trabajar con datos referenciados con respecto a coordenadas espaciales o geográficas así como trabajar con distintas bases de datos de manera integrada, permitiendo así generar información gráfica (mapas) .

#### **3.6.9.3 Objetivo**

Este SIG para ayudar al cumplimiento de los manuales de operación y mantenimiento de la red de agua potable de Rio Negro el mismo será entregado a un operador que será el encargado de la operación del mismo, es decir, es una guía que deberá complementarse con el conocimiento y criterio de los operadores, quienes deberán conocer las datos de este SIG.

#### **3.6.9.4 Alcance**

El presente SIG trata de ayudar a la localización y tipos de componentes del sistema, para que facilite a la operación y mantenimiento de la red de agua potable.

### 3.6.9.5 Procedimiento de un sistema SIG

Para la elaboración de este SIG vamos a realizar con la ayuda del programa GIS 9.3 para lo cual se realizara los siguientes pasos.

- Debemos tener las coordenadas del proyecto en Auto-Cad
- Guardar el archivo en formato DWG
- Abrimos el programa GIS 9.3.
- Importamos el archivo DWG
- Crearemos *shapefile* en un Data Base (base de datos) para facilitar con el programa a la entidad beneficiaria.
- Mediante la aplicación Arc\_map creamos en la carpeta Data Base los *Future class* para cada uno de los accesorios a utilizar en el sistema como son:
  - En Tanques de Reserva, Cloraciones y Captaciones se utilizó (*polygon*) las mismas que se identifican por colores de acuerdo a su tipo:
    -  Tanques de almacenamiento
    -  Captaciones
    -  Casetas de cloración
  - Para Tuberías se utilizó (*polyline*) las mismas que se clasifican por colores de acuerdo a su material.
    -  Tubería de HG
    -  Tubería de PVC
  - Para válvulas de Aire, Desagüe y Compuerta se utilizó (*point*) y se diferencia de acuerdo a su tipo por colores.
    -  Válvula de Aire
    -  Válvula de Compuerta
    -  Válvula de Desagüe
- En cada uno de los Future class se creara (*attribute table*) que contendrá información de cada uno de los elementos y accesorios del sistema de agua potable como se detalla a continuación:

- En Tanques de Reserva, Cloraciones y Captaciones contendrá la siguiente información:

<b>FIELD</b>	<b>VALUE</b>
SHAPE	POLYGON
CONTRATISTA	?
MATERIAL	?
VOL.	?
TIPO	?
COORD_X	?
COORD_Y	?

- Para Tuberías contendrá la siguiente información:

<b>FIELD</b>	<b>VALUE</b>
SHAPE	POLYLINE
CONTRATISTA	?
MATERIAL	?
DIAM_mm	?
PRESION (Mpa)	?
PROF (m)	?

- Para válvulas de Aire, Desagüe y Compuerta contendrá la siguiente información:

<b>FIELD</b>	<b>VALUE</b>
SHAPE	POINT
CONTRATISTA	?
MATERIAL	?
DIAM_plg	?
PROF.	?
NUM_VUELT	?
TIP_VALV	?
COORD_X	?
COORD_Y	?

- Para el momento de imprimir se proporcionará su respectiva escala en la cual deberá ser lo más visible posible

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Se generó un manual de operación sencillo y eficiente para el mantenimiento de la red de abastecimiento de agua potable de la Parroquia Río Negro, el cual será ejercido de acuerdo a quien designen las autoridades correspondientes.
- Se obtuvo un sistema geo referenciado del proyecto, el que nos brinda la ubicación exacta de cada componente mediante coordenadas, a la vez se cuenta con datos como profundidad en el caso de que este enterrado, material del que está compuesto el elemento y responsable de construcción, datos que son de necesarios para el mantenimiento del mismo.
- Se obtuvieron datos reales como caudal y presión aplicando métodos de muestreo, estos datos permitieron tener un correcto diagnóstico de cómo funciona actualmente la red de distribución y conducción, mediante el uso de Software y métodos analíticos se comprobaron los datos mencionados, y que se encontraron sobrepresiones basadas por la Normativa.
- El modelamiento del sistema bajo cargas estáticas, arrojó datos positivos en sus velocidades, teniéndose que la red de abastecimiento de agua potable de la Parroquia Río Negro funciona correctamente, a excepción del tramo que inicia en la conexión 5 de coordenadas (808780,87; 9840130,00) hasta la conexión 14 de coordenadas (810002,00; 9842776,44), en el cual se encontró sobrepresión, para lo cual se modelaron 2 tanques rompe presiones en el tramo mencionado eliminándose la sobrepresión manifestada los cuales se indican en el inciso anterior.
- Una vez verificada la red de abastecimiento de agua potable de la Parroquia Río Negro, se creó una matriz de procedimientos y mantenimientos para la

operación de los componentes del sistema, para lo cual nos debe garantizar reducir el riesgo de posibles fallos mismo.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Capacitar a los operadores sobre el correcto uso y aplicación del manual de mantenimiento y operación del sistema.
- Utilizar el plano del Sistema de Información Geo referenciada de la red de distribución y conducción de agua potable, el que va a facilitar a los operadores y técnicos para la identificación de los componentes del mismo para el mantenimiento y operación del sistema.
- De existir ampliaciones o actualizaciones realizarlas planos y en cálculos con sus respectivas indicaciones y que se encuentren basadas en normas.
- Se recomienda construir las cámaras rompe presiones en las partes mencionadas que se diseñaron para que el sistema funcionen con normalidad, para garantizar el correcto uso de las tuberías.
- Cumplir a cabalidad la matriz de procedimientos de operación y mantenimiento del mismo para garantizar el correcto funcionamiento del mismo y reducir paro por fallas de componentes, agilizando la toma de decisiones. El concientizar a la ciudadanía sobre el ahorro y empleo adecuado del líquido vital, es una labor que debe ser acompañada de la correcta operación de la infraestructura de abastecimiento del líquido vital.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Sanabria, A.** *Operación y mantenimiento de Sistemas de abastecimiento de agua. Gestión del agua en cuencas transfronteriza.* México : s.n., 2002.
2. **J., Hernández.** *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de Huajibamba-Cuenca.* s.l. : Universidad de Cuenca, 2013.
3. **N., Zambrano.** *Solución básica para abastecimiento de agua potable para los sectores rurales, caso de Limones, provincia de Esmeraldas.* s.l. : Universidad Estatal Simón Bolívar, 2001.
4. **C., Bohorquez.** *Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los barrios: Anita Lucía y Novilleros de la Parroquia de Aloasí, Cantón Mejía.* s.l. : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.
5. **C., Calero.** *Criterios Y Lineamientos Técnicos Para Factibilidades: Sistemas De Agua Potable.* 2009.
6. **Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).** *Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes .* 1997.
7. **Comisión Nacional del Agua.** *Manual De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento,.* s.l. : México, 2007.
8. *Estadísticas del Agua en México.* México : s.n., 2012.
9. **J., Orellana.** *Tratamiento de las Aguas.* s.l. : Universidad Tecnológica Nacional, 2010.
10. **Comisión para América Latina y el Caribe.** *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador.* CEPAL : s.n., 2014.
11. **A., Cama.** *Desinfección del agua para el consumo.* Tarragona : Comité Oscar Romero, 2010.
12. **R., Connor.** *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas.* s.l. : UNESCO, 2015.
13. **M., Guevara.** *Hidráulica.* Bogota : s.n., 2013.
14. **J., Jimenez.** *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.* s.l. : Universidad Veracruzana, 2014.

15. **INEN.** *Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, CPE INEN 5.*, s.l. : Parte 9.2:1997, 1997.
16. **Mott, Robert L.** *Mecanica de Fluidos aplicada.* [En línea] 1996. [https://books.google.com.ec/books?id=LbMTKJ4eK4QC&printsec=frontcover&dq=libro+de+robert+mott&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiG\\_8jvndjOAhVBHx4KHeq3BwwQ6AEIGjAA#v=onepage&q=libro%20de%20robert%20mott&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=LbMTKJ4eK4QC&printsec=frontcover&dq=libro+de+robert+mott&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiG_8jvndjOAhVBHx4KHeq3BwwQ6AEIGjAA#v=onepage&q=libro%20de%20robert%20mott&f=false).
17. **R., Molia.** *Redes de distribución: Abastecimiento y saneamiento, EOI: Escuela de Negocios.* México : s.n., 2001.
18. **EMASESA.** *Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento.* Madrid : s.n., 2002.
19. **Celi, Byron Alcivar y Pesantez, Fabián Esteban.** *Cálculo y Diseño del Sistema de Alcantarillado y Agua Potable para la Lotización Finca Municipal, en el Cantón del Chaco, Provincia de Napo.* Sangolqui : s.n., 2012. pág. 178.
20. **Ruiz, Edison Patricio.** *Estudio y Diseño de la Red de Agua Potable para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes: La Florida Baja, Zona Alta de Jesús de Gran Poder y Reina de Tránsito del Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.* Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2012. pág. 99, Trabajo Fin de Carrera.
21. **P., Alvarado.** *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá.* s.l. : Universidad Particular de Loja, 2013.
22. **A., Copaja.** *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potables rurales por gravedad.* Bolivia : UNICEF, 2008.
23. **J., Ordoñez.** *Operación y mantenimiento de sistemas de agua.* Guatemala : Cruz Roja, 2009.
24. **Instituto Nicaragüense De Acueductos Y Alcantarillados Ente Regulador.** *Manual De Operacion Y Mantenimiento De Sistemas De Suministro De Agua En El Medio Rural.* 2009.
25. **Normalizacion, Instituto Ecuatoriano de.** *Agua Potable. Requisitos.* 2011.
26. **Ayala, Carlos.** Univo. [En línea] 2010. [http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/014198/014198\\_Cap3.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/014198/014198_Cap3.pdf). 29.
27. **SISTEMAS, CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE.** CPE INEN 5. [En línea] 2013. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>.

28. **J., Hank.** Principios de Lineas de conduccion. [aut. libro] Hank j. *Principios de Lineas de conduccion*. Mexico : s.n., 2005.
29. **C., Parra.** *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. España : s.n., 2012.
30. **Gimbo.** *Evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala*. s.l. : Universidad Particular de Loja, 2011.
31. **Lenntech.** *Calidad del agua*. Holanda : s.n., 2006.
32. **M., Medina.** *Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los barrios: Santa Clara, Cantón Mejía*. s.l. : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.
33. **RODRÍGUEZ, PEDRO.** Información Básica del proyecto. *Abastecimiento de Agua*. Oaxaca : s.n., 2001, págs. 34 - 35.
34. **Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN.** Captación y Conducción para Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable. *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito : s.n., 1992, págs. 33 - 80.
35. **Pensantez, Fabian.** Repositorio ESPE. [En línea] 2012. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5606>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de valores de Presión y Demanda Base (Red Las Estancias)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	1584	0	0.00	1598.00	14.00
Conexión n3	1567	0.202692569	0.20	1592.39	25.39
Conexión n15	1287	0.012225643	0.01	1324.00	37.00
Conexión n16	1262	0.012225643	0.01	1324.00	62.00
Conexión n20	1255	0	0.00	1324.00	69.00
Conexión n22	1237	0	0.00	1323.99	86.99
Conexión n18	1244	0.016300858	0.02	1323.99	79.99
Conexión n4	1558	0.008150429	0.01	1591.93	33.93
Conexión n5	1486	0.206767783	0.21	1589.41	103.41
Conexión n6	1478	0.19454214	0.19	1588.91	110.91
Conexión n7	1450	0.202692569	0.20	1587.97	137.97
Conexión n8	1421	0.008150429	0.01	1587.24	166.24
Conexión n9	1416	0.38908428	0.39	1586.95	170.95
Conexión n10	1389	0.004075214	0.00	1586.81	197.81
Conexión n11	1370	0.38908428	0.39	1586.69	216.69
Conexión n12	1362	0.020376072	0.02	1586.69	224.69
Conexión n13	1336	0.008150429	0.01	1586.69	250.69
Conexión n14	1321	0.008150429	0.01	1586.69	265.69
Conexión n19	1235	0	0.00	1324.00	89.00
Conexión n17	1252	0.020376072	0.02	1323.99	71.99
Conexión n21	1254	0	0.00	1323.99	69.99
Conexión n2	1584	0	0.00	1598.00	14.00
Embalse 1	1598	No Disponible	0.00	1598.00	0.00
Depósito 2	1583	No Disponible	-4.88	1593.00	10.00

Longitudes Automáticas Off    LPS    100%    X,Y: 806444.79, 9843903.72

### Anexo 2. Tabla de valores de Caudal y Velocidad (Red Las Estancias)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería p4	5.438	63	150	4.88	1.57	36.80	0.019	Abierto
Tubería p1	198	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p5	84.14	63	150	1.64	0.53	4.89	0.022	Abierto
Tubería p18	418.9	63	150	0.02	0.01	0.00	0.043	Abierto
Tubería p19	361.4	63	150	0.01	0.00	0.00	0.033	Abierto
Tubería p21	1080	63	150	0.04	0.01	0.00	0.038	Abierto
Tubería p24	57.08	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p6	120.7	63	150	1.44	0.46	3.83	0.022	Abierto
Tubería p7	664.6	63	150	1.43	0.46	3.79	0.022	Abierto
Tubería p8	175.4	63	150	1.22	0.39	2.84	0.023	Abierto
Tubería p10	531	63	150	0.83	0.27	1.37	0.024	Abierto
Tubería p11	216.7	63	150	0.82	0.26	1.35	0.024	Abierto
Tubería p12	345.5	63	150	0.43	0.14	0.41	0.027	Abierto
Tubería p13	285.4	63	150	0.43	0.14	0.40	0.027	Abierto
Tubería p14	333.8	63	150	0.04	0.01	0.00	0.039	Abierto
Tubería p15	305	63	150	0.02	0.01	0.00	0.043	Abierto
Tubería p16	590.7	63	150	0.01	0.00	0.00	0.043	Abierto
Tubería p17	72.56	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Cerrado
Tubería p20	374	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p22	30.13	63	150	-0.04	0.01	0.00	0.044	Abierto
Tubería p23	140.2	63	150	-0.02	0.01	0.00	0.048	Abierto
Tubería p3	10.67	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Cerrado
Tubería p2	164.2	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p9	455.1	63	150	1.03	0.33	2.06	0.023	Abierto

Longitudes Automáticas Off    LPS    100%    X,Y: 806882.19, 9843732.27

### Anexo 3- Presión en los Medidores



### Anexo 4. Tabla de valores de Presión y Demanda Base (Red La Martínez)

EPANET 2 - martinez bien.NET - [Tabla de Red - Nudos]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n2	1254	0.156447443	0.16	1279.68	25.68
Conexión n3a	1228	0.032601715	0.03	1279.50	51.50
Conexión n9b	1233	0	0.00	1281.00	48.00
Conexión n1	1257	0.104694621	0.10	1280.24	23.24
Conexión n3b	1228	0.19454214	0.19	1279.48	51.48
Conexión n3c	1228	0.028526501	0.03	1279.49	51.49
Conexión n4	1222	0	0.00	1279.46	57.46
Conexión n7	1221	0.016300858	0.02	1279.46	58.46
Conexión n6	1213	0.25974557	0.26	1279.29	66.29
Conexión n5	1222	0	0.00	1279.29	57.29
Conexión n8	1222	0.057053001	0.06	1279.46	57.46
Conexión n9a	1233	0	0.00	1279.46	46.46
Embalse 4	1282.5	No Disponible	9.31	1282.50	0.00
Depósito 2	1273	No Disponible	-9.31	1283.00	10.00
Depósito 3	1271	No Disponible	-0.85	1281.00	10.00

## Anexo 5. Tabla de valores de Presión y Demanda Base (Red La Martínez)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería p2	240.9	63	150	0.59	0.19	0.73	0.025	Abierto
Tubería p3	1875	75	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p5	522.5	63	150	0.85	0.27	1.45	0.024	Abierto
Tubería p6	501.6	63	150	0.75	0.24	1.13	0.024	Abierto
Tubería p7	67	63	150	-0.15	0.05	0.06	0.032	Abierto
Tubería p8	13.84	63	150	0.33	0.11	0.25	0.027	Abierto
Tubería p9	1018	63	150	0.26	0.08	0.16	0.029	Abierto
Tubería p10	653.2	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p11	205.7	63	150	-0.06	0.02	0.01	0.037	Abierto
Tubería p12	246.7	63	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p13	34.35	90	150	0.00	0.00	0.00	0.000	Cerrado
Tubería p15	23.35	90	150	9.31	1.46	21.41	0.018	Abierto
Tubería p16	76.88	63	150	0.33	0.11	0.26	0.028	Abierto
Tubería 1	1000	63	150	0.03	0.01	0.00	0.040	Abierto
Tubería 2	67	63	150	-0.35	0.11	0.28	0.028	Abierto
Tubería 3	135	63	150	0.21	0.07	0.11	0.029	Abierto

## Anexo 6. Ponderación del Análisis de Criticidad



### Análisis de Criticidad

Evaluación de criterios y factores ponderados para el establecimiento de la criticidad de los componentes de la extrusora. Basado en el método de Parra y Crespo (2012).

	Factores Ponderados				
	4	3	2	1	
Frecuencia de Fallos (FF)	frecuente: mayor a 2 eventos al año	promedio: 1 y 2 eventos al año	bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año	excelente: menos de 0,5 eventos al año	
Impacto Operacional (IO)	10 pérdidas de producción superiores al 75%	7 pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	5 pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	3 pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	1 pérdidas de producción menor al 10%
criterios	4	2	1		
	Flexibilidad Operacional (FO)	no se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costes de Mantenimiento (CM)	2 costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 1.500.000,00	1 costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 1.500.000,00			
Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	8	6	3	1	
	riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	riesgo medio de pérdida de vida, daños importante a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración	riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	no existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	

**Anexo 7. Tabla de valores de Presiones incrementado cámara rompe-presión  
(Red Las Estancias)**

ID Nudo	Altura m	Presión m	Calidad
Conexión n1	1598.00	14.00	0.00
Conexión n3	1587.60	20.60	0.00
Conexión n15	1324.00	37.00	0.00
Conexión n16	1324.00	62.00	0.00
Conexión n20	1302.61	47.61	0.00
Conexión n22	1263.00	26.00	0.00
Conexión n18	1263.00	19.00	0.00
Conexión n4	1580.57	22.57	0.00
Conexión n5	1541.96	55.96	0.00
Conexión n6	1532.39	54.39	0.00
Conexión n7	1509.00	59.00	0.00
Conexión n8	1483.45	62.45	0.00
Conexión n9	1473.05	57.05	0.00
Conexión n10	1400.97	11.97	0.00
Conexión n11	1392.41	22.41	0.00
Conexión n12	1383.99	21.99	0.00
Conexión n13	1359.00	23.00	0.00
Conexión n14	1359.00	38.00	0.00
Conexión n19	1324.00	89.00	0.00
Conexión n17	1263.00	11.00	0.00
Conexión n21	1282.81	28.81	0.00
Conexión n2	1598.00	14.00	0.00
Embalse 1	1598.00	0.00	0.00

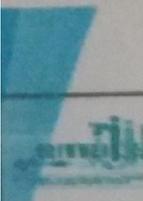
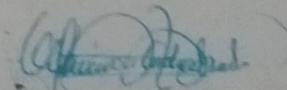
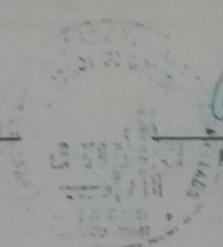
Longitudes Automáticas Off    LPS    100%    X,Y: 808438.54, 9843739.95

**Anexo 8. Tabla de valores de velocidad incrementado cámara rompe-presión  
(Red Las Estancias)**

ID Línea	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería p4	1.57	36.80	0.019	Abierto
Tubería p1	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p5	2.07	61.78	0.018	Abierto
Tubería p18	0.01	0.00	0.043	Abierto
Tubería p19	0.00	0.00	0.033	Abierto
Tubería p21	1.12	19.81	0.019	Abierto
Tubería p24	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p6	2.01	58.24	0.018	Abierto
Tubería p7	2.00	58.10	0.018	Abierto
Tubería p8	1.94	54.59	0.018	Abierto
Tubería p10	1.81	48.13	0.018	Abierto
Tubería p11	1.81	48.00	0.018	Abierto
Tubería p13	1.40	29.98	0.019	Abierto
Tubería p14	1.28	25.23	0.019	Abierto
Tubería p16	0.00	0.00	0.045	Abierto
Tubería p17	0.00	0.00	0.000	Cerrado
Tubería p20	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p23	0.01	0.00	0.047	Abierto
Tubería p3	0.00	0.00	0.000	Cerrado
Tubería p2	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería p9	1.88	51.38	0.018	Abierto
Tubería 1	1.12	19.81	0.019	Abierto
Tubería 4	1.68	42.05	0.018	Abierto

Longitudes Automáticas Off    LPS    100%    X,Y: 808130.55, 9843739.95

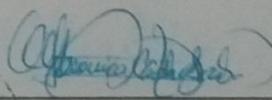
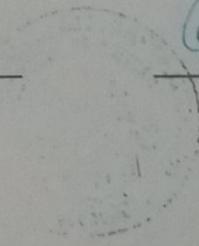
**Anexo 9. ANALISIS DEL AGUA EN ACOMETIDA DOMICILIARIA (Red COLONIA MARTINEZ)**

	<b>INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b> 17025-RG-CC-71-01			
Página 1 de 1		EP-EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANALADO DE AMBATO		
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>DATOS GENERALES</b>		
CLIENTE: Ing. Alejandra Flor DIRECCIÓN: Av. Amazonas y Comercio Real PERSONA DE CONTACTO: Ing. Alejandra Flor TELÉFONO DE CONTACTO: 0982709116 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Colonia Martinez LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Acometida domiciliar Colonia Martinez RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 12/07/2014 10:00 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 1607408 TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 12/07/2014 13:45 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 12/07/2014 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 14/07/2014 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 39 Temperatura (°C): 18.4			
<b>ANÁLISIS REALIZADOS</b>				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NORMA INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS	RESULTADOS
CLORO L RESIDUAL	mg/l	HACH-8021	0,3 a 1,5	0,78
*Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*				
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Cloro residual	0,25 - 2,0 mg/l	20%	EQ-006	17025-PR-CC-17-XX / Método de referencia: HACH 8021 Standard Methods Ed. 21, 2012 4500 Cl G
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP-EMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Gabriela Morales LABORATORISTA QUÍMICO		 Ing. Verónica Cashabamba RESPONSABLE TÉCNICO		
				
Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A. Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Tel. 2585991				

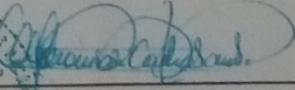
**Anexo 10. ANALISIS DEL AGUA EN TANQUE DE RESERVA (Red COLONIA MARTINEZ)**

	<b>INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b> <b>17025-RG-CC-71-01</b>	 Acreditación Ecuador S.A.		
 EP-EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO				
Página 1 de 1				
<b>DATOS DEL CUENTE</b>		<b>DATOS GENERALES</b>		
CUENTE: Ing. Alejandra Flor DIRECCIÓN: Av. Amazonas y Camino Real PERSONA DE CONTACTO: Ing. Alejandra Flor TELÉFONO DE CONTACTO: 0982706916 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Colonia Martínez LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Tanque reservorio 100m <sup>3</sup> Colonia Martínez RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 12/07/2016; 10H15 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: <b>1607407</b> TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 12/07/2016; 13H45 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 12/07/2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 14/07/2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 39 Temperatura (°C): 18,4			
<b>ANÁLISIS REALIZADOS</b>				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NORMA INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS	RESULTADOS
CLORO L. RESIDUAL	mg/l	HACH-8021	0,3 a 1,5	<b>0,78</b>
*Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*				
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Cloro residual	0,25 - 2,0 mg/l	23%	EQ-006	17025-PR-CC-17-XX / Método de referencia: HACH 8021 Standard Methods Ed. 22, 2012 4500 Cl G
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EPEMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CUENTE.				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Gabriela Morales LABORATORISTA QUÍMICO		 Ing. Verónica Coshabamba RESPONSABLE TÉCNICO		
Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato      Tel. 2585991				

**Anexo 11. ANALISIS DEL AGUA EN ACOMETIDA DOMICILIARIA (Red LAS ESTANCIAS)**

	<b>INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b> 17025-RG-CC-71-01			
Página 1 de 1				
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>DATOS GENERALES</b>		
CLIENTE:	Ing. Alejandra Flor	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1607405	
DIRECCIÓN:	Av. Amazonas y Camino Real	TIPO DE MUESTRA:	Agua de consumo	
PERSONA DE CONTACTO:	Ing. Alejandra Flor	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Ing. Alejandra Flor	
TELÉFONO DE CONTACTO:	0982706916	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	12/07/2016: 13H41	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Las Estancias	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	12/07/2016	
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Acometida domiciliaria Las Estancias	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	14/07/2016	
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Ing. Alejandra Flor	CONDICIONES AMBIENTALES:		
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	12/07/2016: 11H00	Humedad (%):	39	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	18,4	
<b>ANÁLISIS REALIZADOS</b>				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NORMA INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS	RESULTADOS
CLORO L. RESIDUAL	mg/l	HACH-8021	0,3 a 1,5	1,04
*Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*				
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACION	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Cloro residual	0,25 - 2,0 mg/l	23%	EQ-006	17025-PR-CC-17-XX / Método de referencia: HACH 8021 Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500 Cl G
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EPEMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Gabriela Morales LABORATORISTA QUÍMICO		 Ing. Verónica Cashabamba RESPONSABLE TÉCNICO		
				
Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato    Tel. 2585991				

## Anexo 12. ANALISIS DEL AGUA EN TANQUE DE RESERVA (Red LAS ESTANCIAS)

	<b>INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b> 17025-RG-CC-71-01	 Acreditación <small>RECONOCIMIENTO DE CALIDAD Y VERACIDAD LABORATORIO MICROBIOLÓGICO</small>	 EP - EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO	
Página 1 de 1				
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>DATOS GENERALES</b>		
CLIENTE: Ing. Alejandra Flor DIRECCIÓN: Av. Amazonas y Camino Real PERSONA DE CONTACTO: Ing. Alejandra Flor TELÉFONO DE CONTACTO: 0982708916 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Las Estancias LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: Tanque Reservorio 30m <sup>3</sup> Las Estancias RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 12/07/2016: 10:45 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: <b>1607406</b> TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Ing. Alejandra Flor FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 12/07/2016: 13:41 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 12/07/2016 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 14/07/2016 CONDICIONES AMBIENTALES: Humedad (%): 39 Temperatura (°C): 18,4			
<b>ANÁLISIS REALIZADOS</b>				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	NORMA INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS	RESULTADOS
COLORES RESIDUAL	mg/l	HACH-8021	0,3 a 1,5	<b>1,15</b>
Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*				
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Cloro residual	0,25 - 2,0 mg/l	23%	EQ-006	17025-PR-CC-17-XX / Método de referencia: HACH 8021 Standard Methods Ed. 22. 2012 4500 Cl G
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP MAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.				
PROFESIONALES RESPONSABLES:				
 Ing. Gabriela Morales <b>LABORATORISTA QUÍMICO</b>		 Ing. Verónica Cashabamba <b>RESPONSABLE TÉCNICO</b>		
Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPAA - A. Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Tel. 2565991				

**Anexo 13. Resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua de la comunidad “La Martínez”.**

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites	
			Deseable	Permisible
<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO</b>				
pH		8,06	7-8,5	5,5-9,5
Color aparente	Pt-Co	2,5	5	30
Turbiedad	NTU	0,13	5	-
Índice de Langeller	I.L	-0,76	+/-0,5	-
Índice de Agresividad	I.A	10,71	>12	-
Índice de Ryznar	I.R	9,58	7-8,5	-
Conductividad Eléctrica	uS/m	46,2	-	-
Sólidos totales	mg/l	28	-	-
Sólidos disueltos	mg/l	22	< 500	< 1000
Sólidos en suspensión	mg/l	6	-	-
Alcalinidad Total	mg/l	32	< 250	-
Hidróxidos	mg/l	0	-	-
Carbonatos	mg/l	0	-	-
Bicarbonatos	mg/l	39	-	-
Anhídrido Carbónico	mg/l	0,56	-	-
Dureza Total	mg/l	14	120	300
Dureza Carbonatada	mg/l	14	-	-
Calcio	mg/l	5,6	30	70
Magnesio	mg/l	0,2	12	30
Hierro Total	mg/l	0	0,2	0,8
Sodio	mg/l	10,4	-	-

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites	
			Deseable	Permisible
Potasio	mg/l	7,1	-	-
Cloruros	mg/l	8	50	250
Sulfatos	mg/l	3,2	50	200
Nitritos	mg/l	0,012	0	0
Nitratos	mg/l	1,6	10	40
Cloro libre residual	mg/l	0	0,5	0,3-1
RAS		1,18	-	-
RIVERSIDE		C1S1	C1S1	C2S2

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites según Norma 1108:2006	
			Deseable	Permisible
ANÁLISIS FÍSICO-BACTEREOLÓGICO				
pH		8,06		
Color aparente	Pt-Co	2,5		
Olor		Sin olor		
Turbiedad	NTU	0,13		
ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO				
Aerobios Mesófilos	ufc/100 ml	Incontables		
Colibacilos Totales	ufc/100 ml	➤ 2420		
Colibacilos Fecales	ufc/100 ml	0		

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Parámetro	Unidades	T-incubación	Límites		
			Deseable	Permisible	Tolerable
Aerobios Mesófilos	ufc/100ml	30°C	0	10	30
Colibacilos Totales	ufc/100ml	35°C	0	2	10
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	44°C	0	0	0

**Anexo 14. Resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua de la comunidad “Las Estancias”.**

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites según Norma 1108:2006	
			Deseable	Permisible
<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO</b>				
pH		7,53	7-8,5	5,5-9,5
Color aparente	Pt-Co	10	5	30
Turbiedad	NTU	0,85	5	-
Índice de Langeller	I.L	-1,7	+/-0,5	-
Índice de Agresividad	I.A	9,71	>12	-
Índice de Ryznar	I.R	10,93	7-8,5	-
Conductividad Eléctrica	uS/m	31,9	-	-
Sólidos totales	mg/l	25	-	-
Sólidos disueltos	mg/l	15	<500	<1000
Sólidos en suspensión	mg/l	10	-	-
Alcalinidad Total	mg/l	32	<250	-
Hidróxidos	mg/l	0	-	-
Carbonatos	mg/l	0	-	-
Bicarbonatos	mg/l	39	-	-
Anhídrido Carbónico	mg/l	1,9	-	-
Dureza Total	mg/l	12	120	300

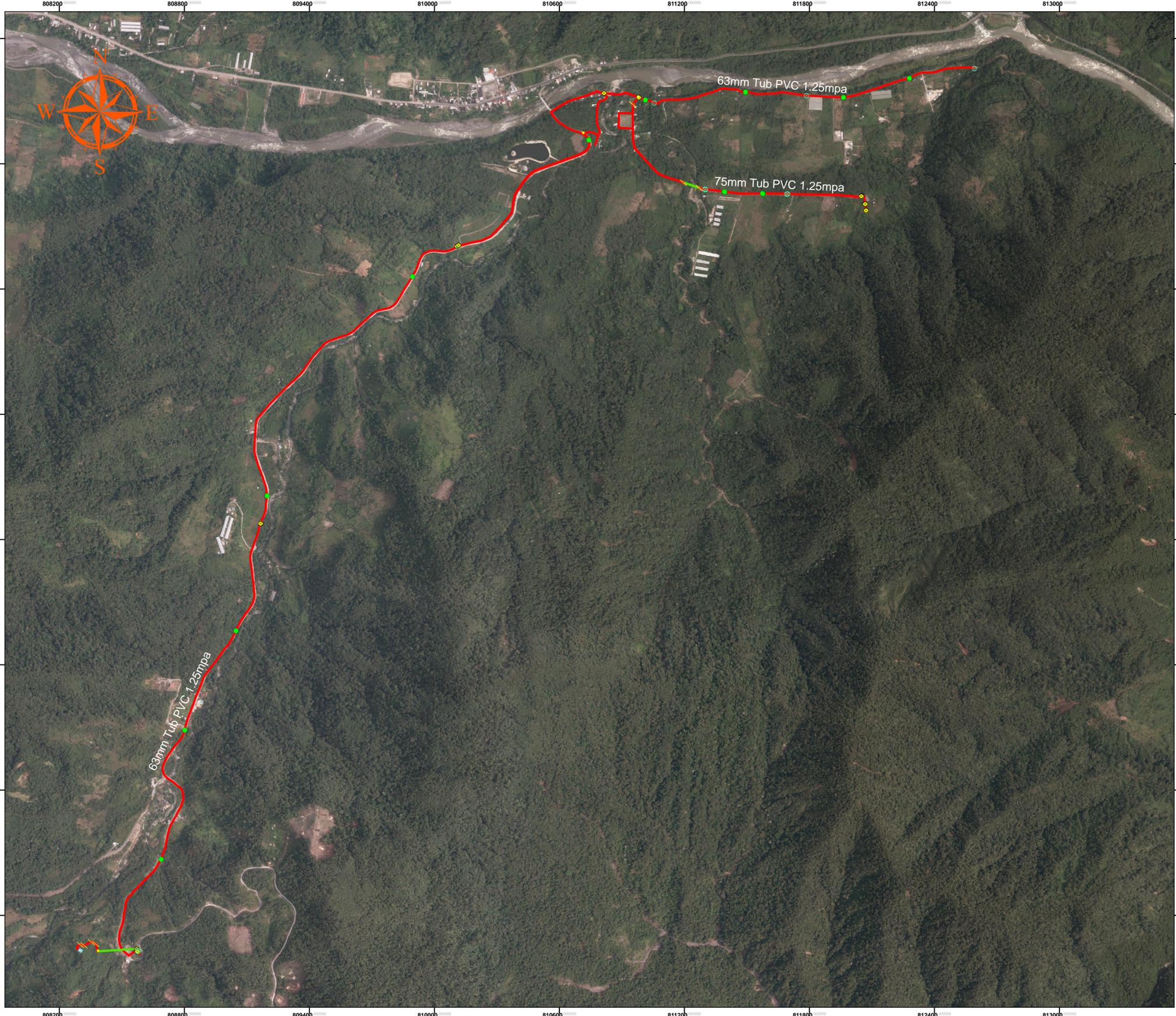
Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites según Norma 1108:2006	
			Deseable	Permisible
Dureza Carbonatada	mg/l	12	-	-
Calcio	mg/l	4,8	30	70
Magnesio	mg/l	0,2	12	30
Hierro Total	mg/l	0,01	0,2	0,8
Sodio	mg/l	11,3	-	-
Potasio	mg/l	7,7	-	-
Cloruros	mg/l	10	50	250
Sulfatos	mg/l	1	50	200
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	1,1	10	40
Cloro libre residual	mg/l	0	0,5	0,3-1
RAS		1,37		
RIVERSIDE		C1S1	C1S1	C1S1

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites según Norma 1108:2006	
			Deseable	Permisible
<b>ANÁLISIS FÍSICO-BACTEREOLÓGICO</b>				
pH		7,53		
Color aparente	Pt-Co	10		
Olor		Sin olor		
Turbiedad	NTU	0,85		
<b>ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO</b>				
Aerobios Mesófilos	ufc/100 ml	incontables		
Colibacilos Totales	ufc/100 ml	>2420		

Parámetro	Unidades	Muestra analizada	Límites según Norma 1108:2006	
			Deseable	Permisible
Colibacilos Fecales	ufc/100 ml	>2420		

### ■ INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Parámetro	Unidades	T-incubación	Límites		
			Deseable	Permisible	Tolerable
Aerobios Mesófilos	ufc/100ml	30°C	0	10	30
Colibacilos Totales	ufc/100ml	35°C	0	2	10
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	44°C	0	0	0



**LEYENDA**

**ACCESORIOS**

**TIPO**

- CODO\_45
- CODO\_90

**VAL**

**TIP\_VALV**

- AIRE
- COMPUERTA
- DESAG

**TANQUE**

**TIPO**

- ALMACENAMIENTO
- CAPTACION
- CLORACION

**TUB**

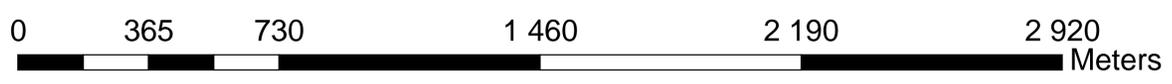
**MATERIAL**

- HG
- PVC
- CONSTRUCCIONES

**PLANO DE UBICACIÓN**

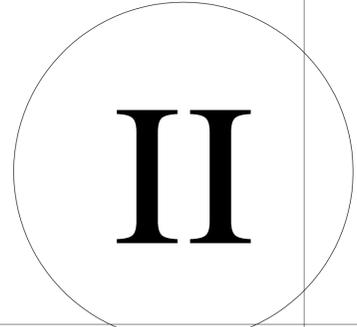
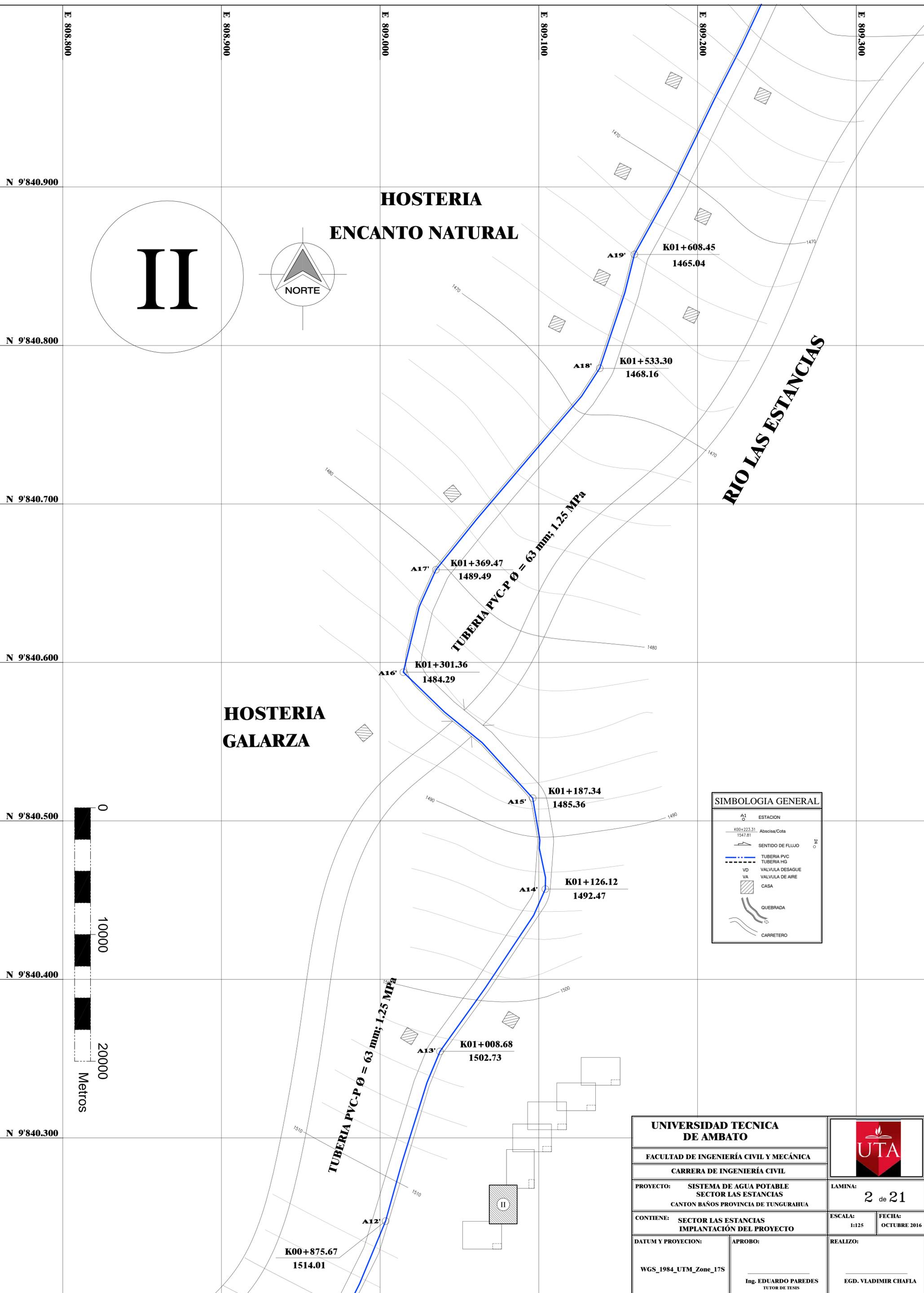


Carta topográfica: BAÑOS  
 CODIGO: CT - NIV - D2 - 3989 - IV  
 Escala 1:50.000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
<b>PROYECTO:</b> OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
<b>CONTIENE:</b> S.I.G DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE RÍO NEGRO.				
<b>ESCALA:</b> 1:9 871	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2016	<b>DATUM:</b> WGS84 ZONA 17 S	<b>LÁMINA N°.</b> OA de 21	
<b>REALIZÓ:</b>  ÁNGEL VLADIMIR CHAFLA B. EGRESADO		<b>APROBÓ:</b>  ING. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS		

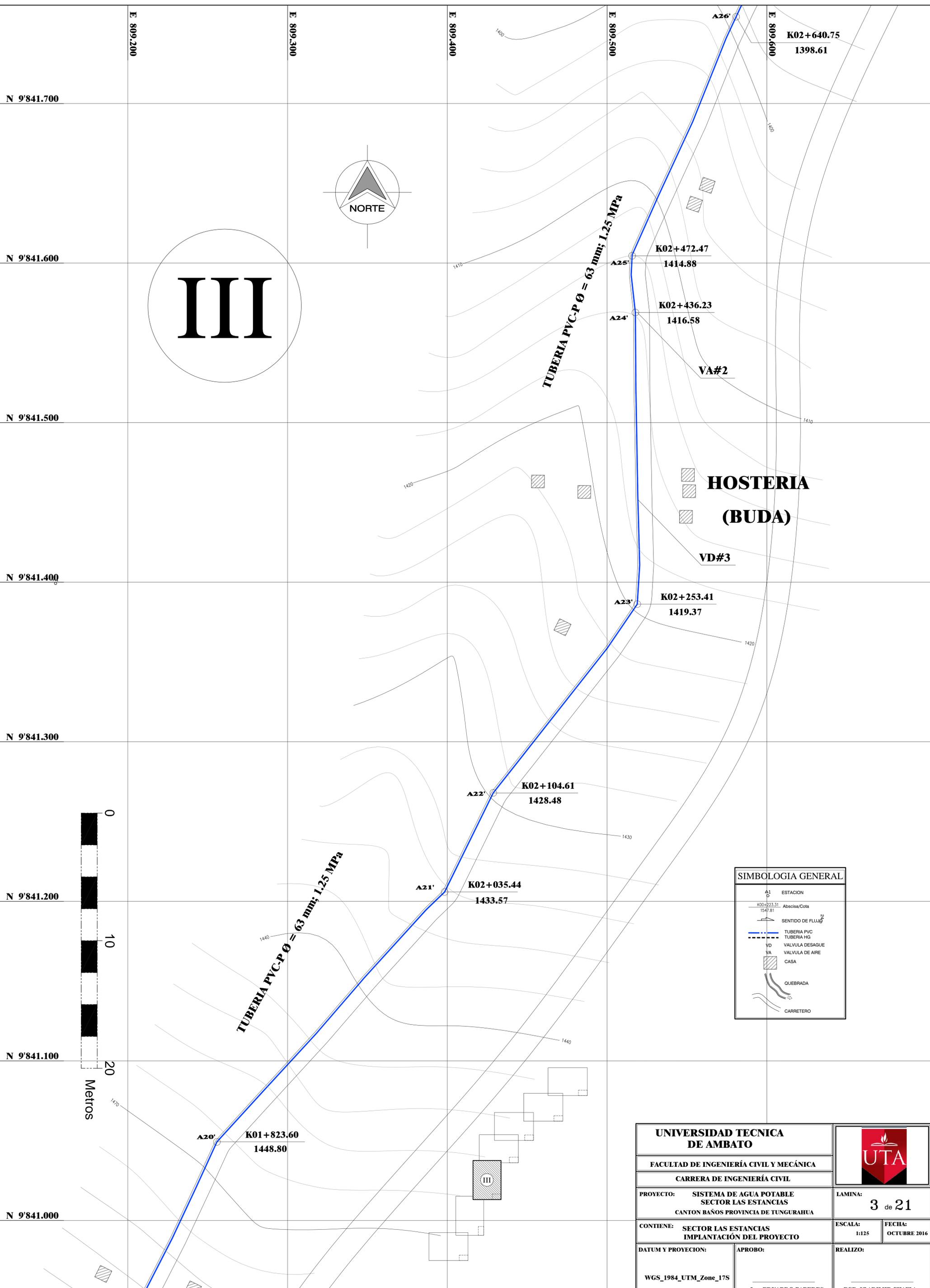
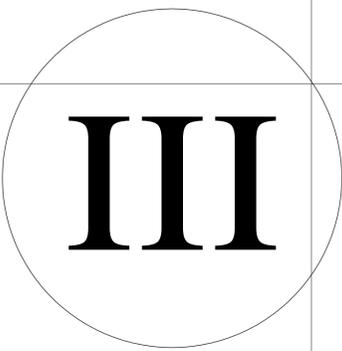




SIMBOLOGIA GENERAL	
A1	ESTACION
K00+223.31 1547.81	Abscisa/Cota
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	TUBERIA HG
	VALVULA DESAGUE
	VALVULA DE AIRE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRETERO

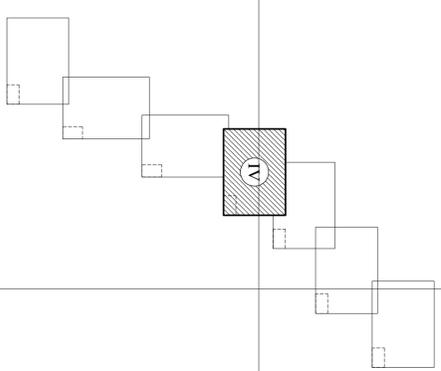
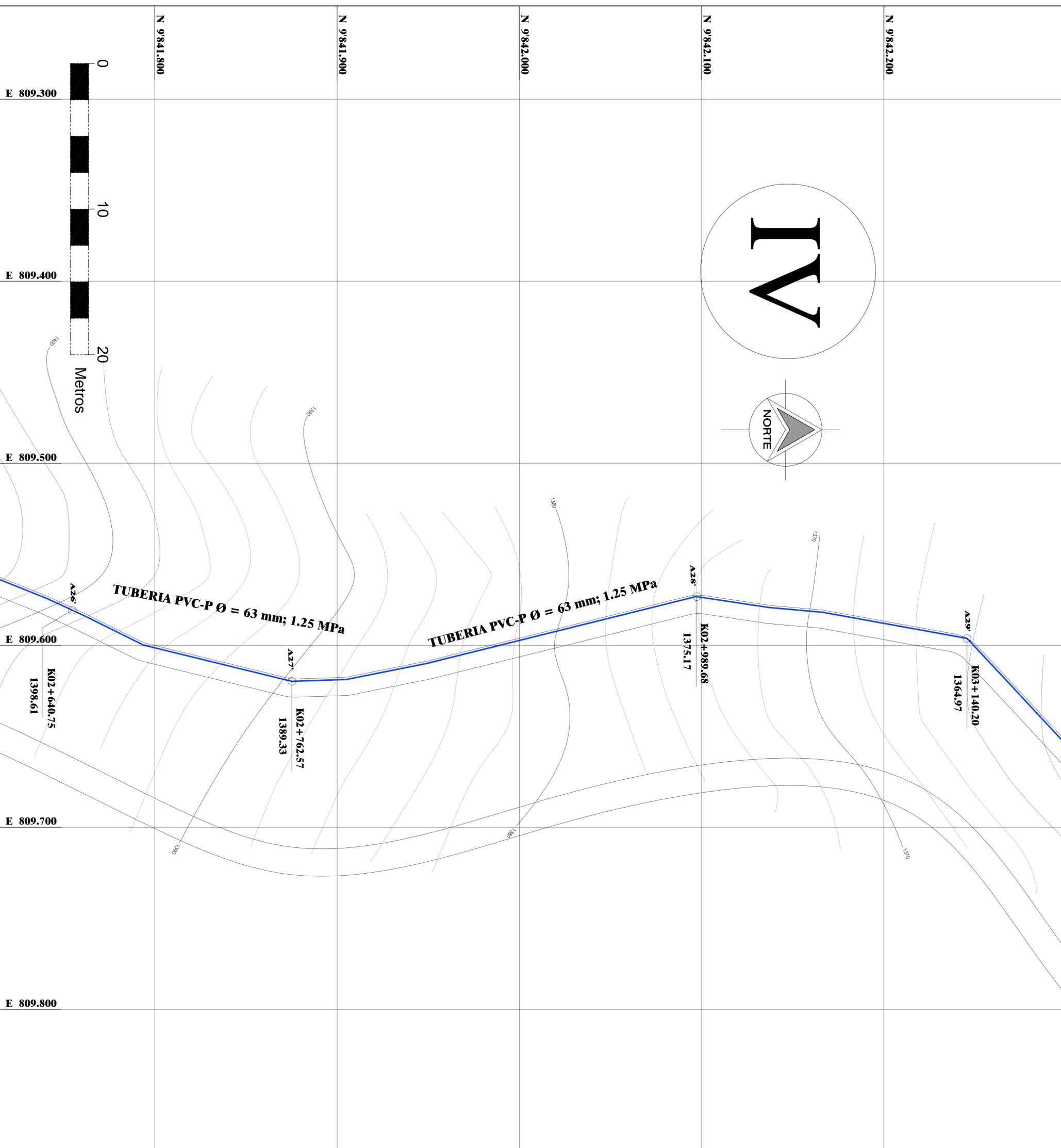
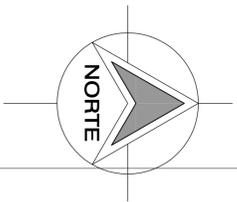
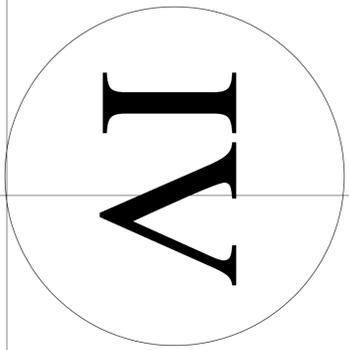


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		LAMINA: <b>2 de 21</b>	
CONTIENE: SECTOR LAS ESTANCIAS IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO		ESCALA: 1:125	FECHA: OCTUBRE 2016
DATUM Y PROYECCION:  WGS_1984_UTM_Zone_17S	APROBO:  Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	REALIZO:  EGD. VLADIMIR CHAFLA	



SIMBOLOGIA GENERAL	
	ESTACION
	Abscisa/Cota
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	TUBERIA HG
	VALVULA DESAGUE
	VALVULA DE AIRE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRRETERO

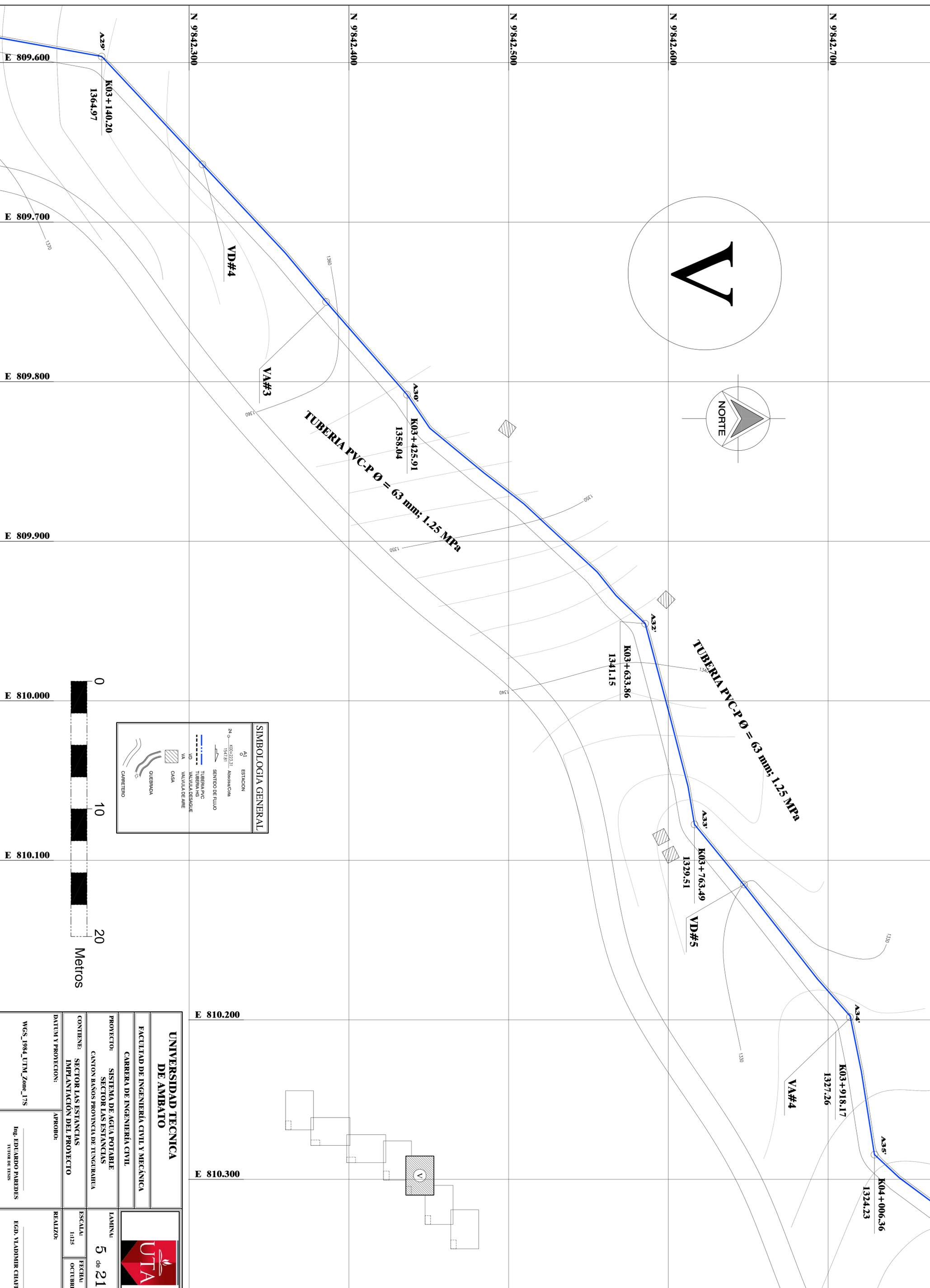
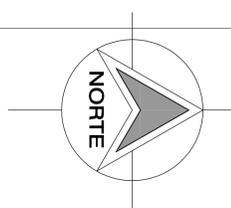
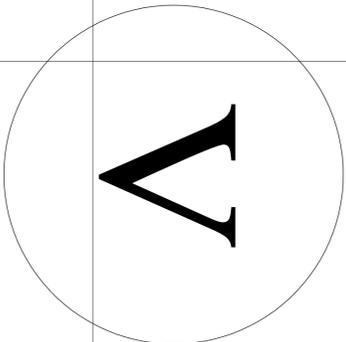
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LAMINA: <b>3 de 21</b>
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE: SECTOR LAS ESTANCIAS IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO		ESCALA: 1:125
DATUM Y PROYECCION: WGS_1984_UTM_Zone_17S		FECHA: OCTUBRE 2016
APROBO: Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS		REALIZO: EGD. VLADIMIR CHAFLA



SIMBOLOGIA GENERAL	
	A1 ESTACION
	24 - K02+223.31 Asfaltado/Ciada
	SENIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	VA VALVULA DESAGUE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRERINO

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
CONTIENE: SECTOR LAS ESTANCIAS IMPLANTACION DEL PROYECTO	
DATUM Y PROYECCION:	APROBADO:
WGS_1984_UTM_Zone_17S	Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS
<b>LAMINA: 4 de 21</b>	
ESCALA:	FECHA:
1:125	OCTUBRE 2016
REALIZADO:	
EGD. VIADIMIR CHAFIA	

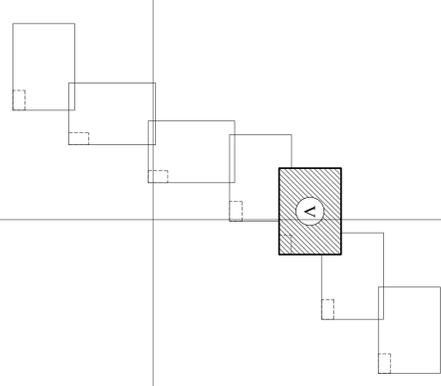


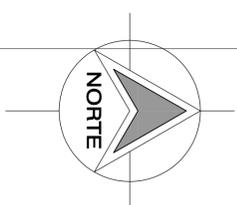
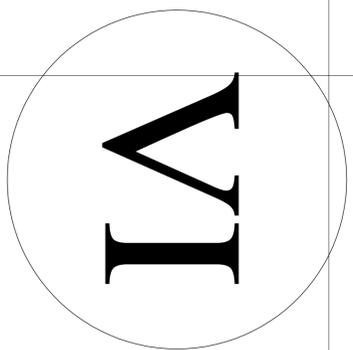


SIMBOLOGIA GENERAL	
A1	ESTACION
24	K03+223.31 Anseñacoa
1547.81	
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	TUBERIA HD
VA	VALVULA DE ABRE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRERITO



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE
	SECTOR LAS ESTANCIAS
	CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA
CONTIENE:	SECTOR LAS ESTANCIAS
	IMPLANTACION DEL PROYECTO
DATUM Y PROYECCION:	WGS_1984_UTM_Zone_17S
APROBO:	Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS
REALIZO:	EGD. VIADIMIR CHARFA
LAMINA:	5 de 21
ESCALA:	1:125
FECHA:	OCTUBRE 2016



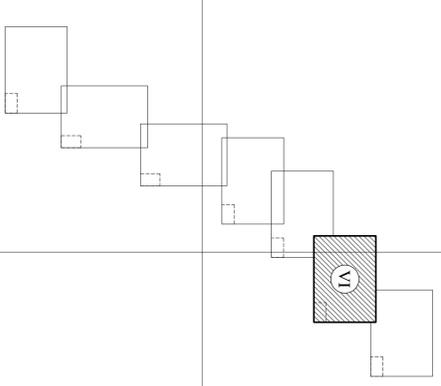
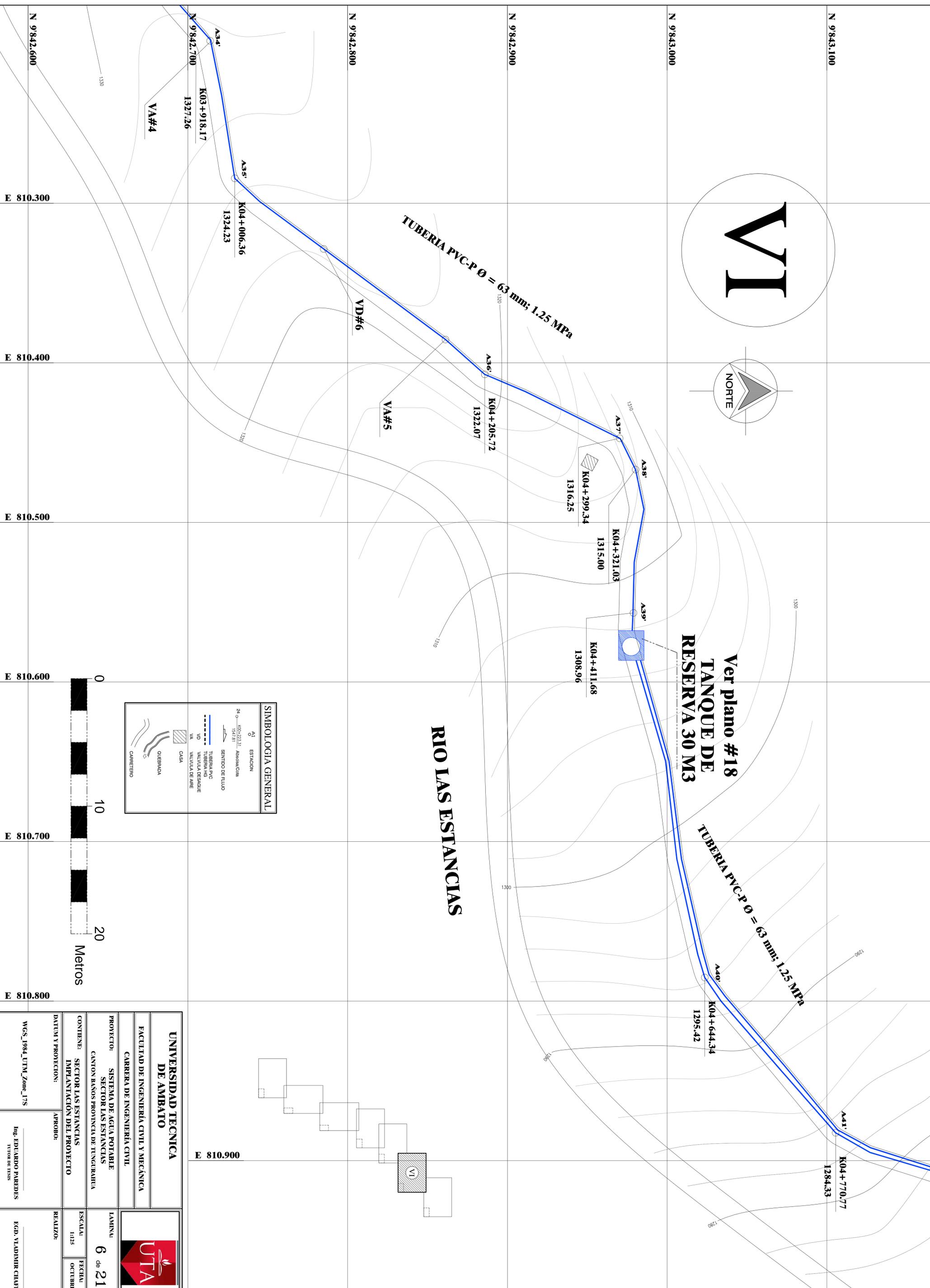


**Ver plano #18  
TANQUE DE  
RESERVA 30 M3**

**RIO LAS ESTANCIAS**

TUBERIA PVC-P Ø = 63 mm; 1.25 MPa

TUBERIA PVC-P Ø = 63 mm; 1.25 MPa

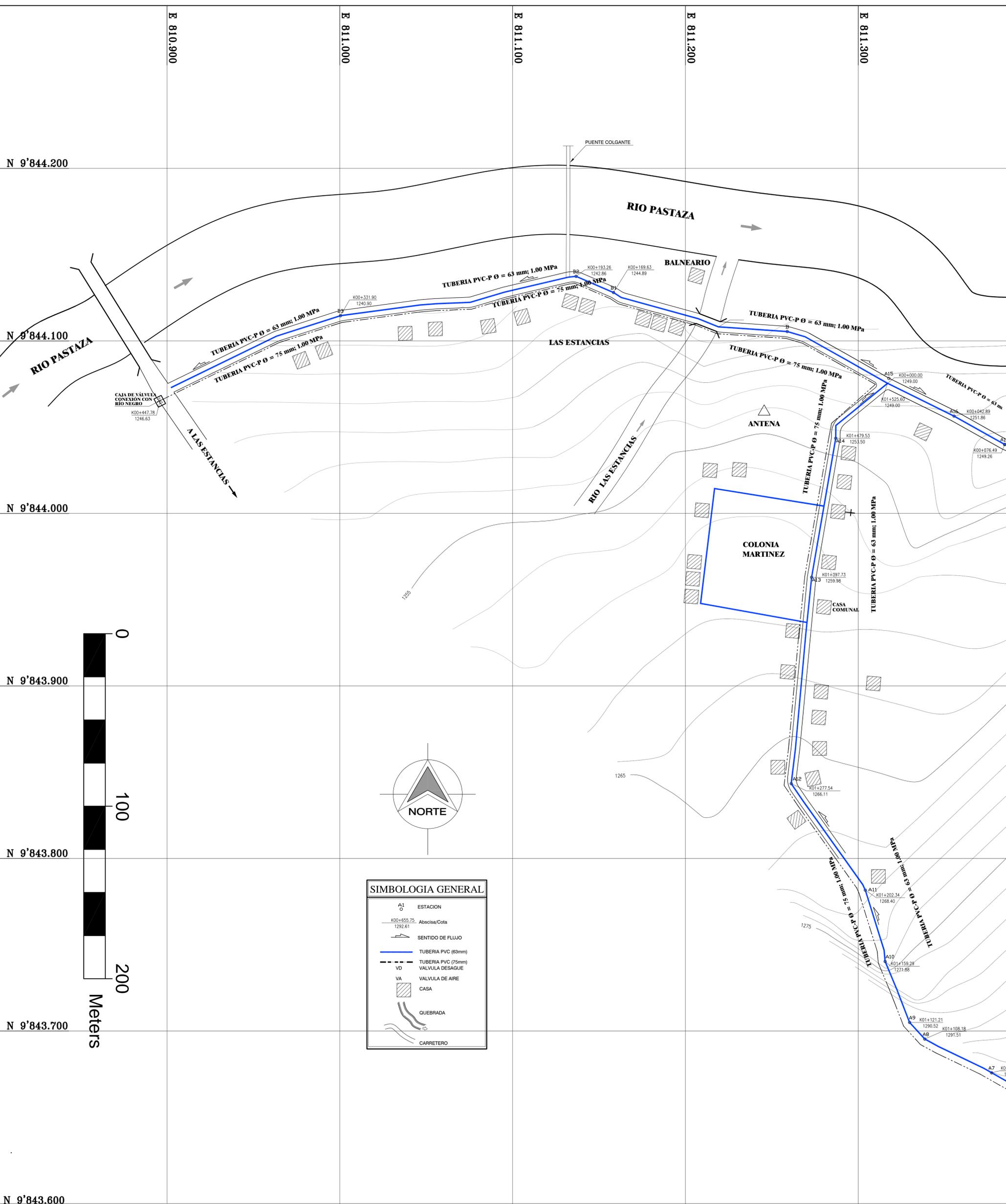


SIMBOLOGIA GENERAL	
	ESTACION
	Abselecima 1347.81
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	TUBERIA HD
	VALVULA DE AIRE
	CASA
	QUERBADA
	CARRETERO

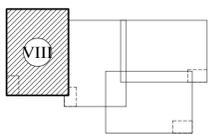


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA
CONTIENE:	SECTOR LAS ESTANCIAS IMPLANTACION DEL PROYECTO
DATUM Y PROYECCION:	APROBADO:
WGS_1984_UTM_Zone_17S	Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS
LAMINA:	6 de 21
ESCALA:	1:125
FECHA:	OCTUBRE 2016
REALIZO:	EGD. VIADIMIR CHAFLA



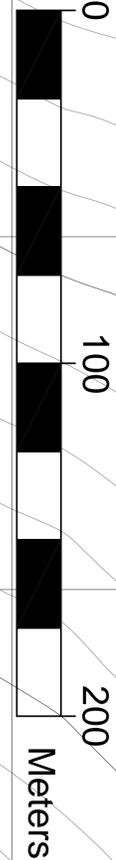
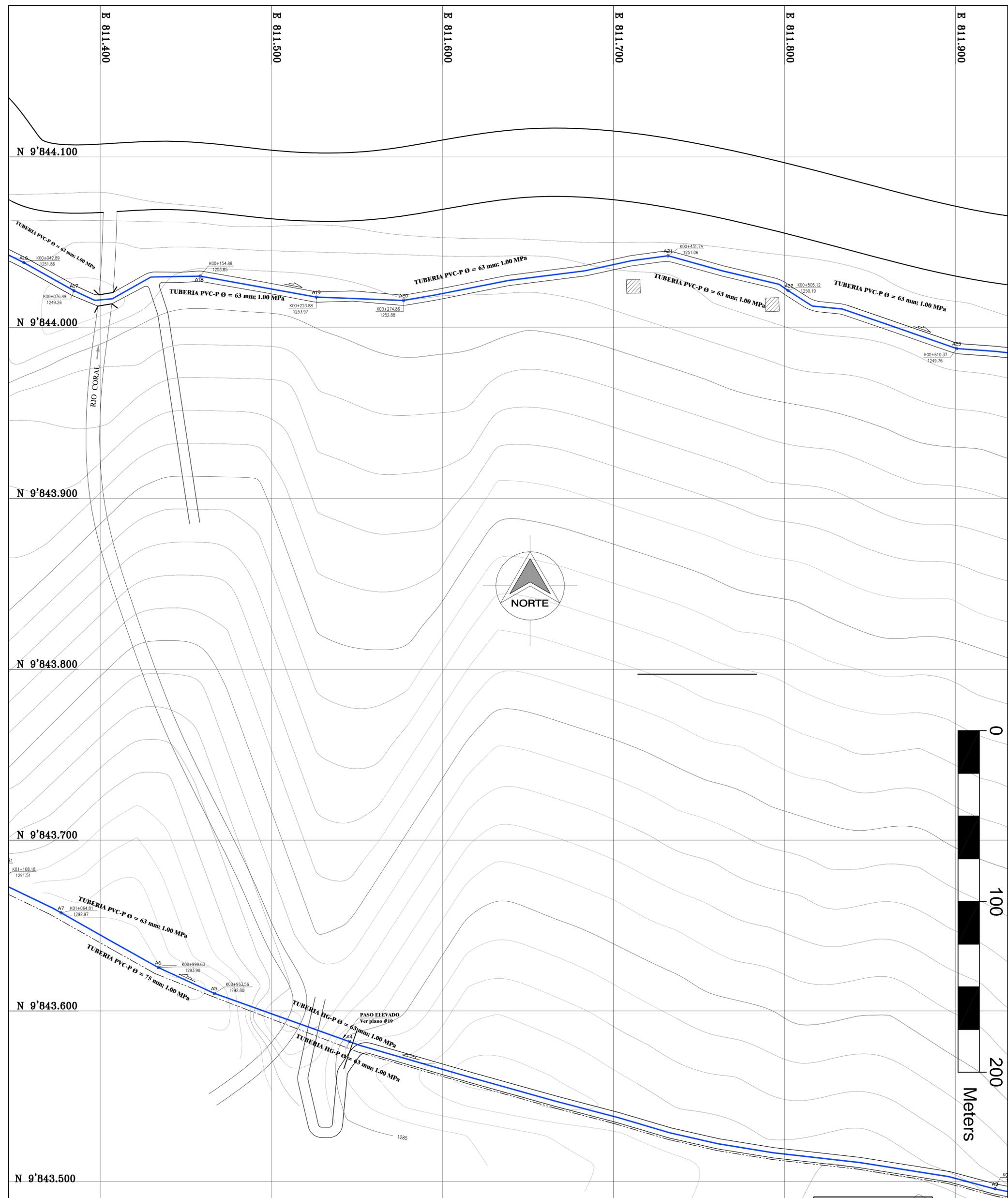


SIMBOLOGIA GENERAL	
A1	ESTACION
K00+655.75 1292.61	Abscisa/Cota
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC (63mm)
	TUBERIA PVC (75mm)
VD	VALVULA DESAGUE
VA	VALVULA DE AIRE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRETERO

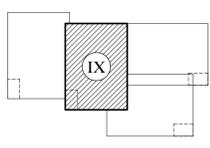


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		LAMINA: <b>8 de 21</b>
CONTIENE: SECTOR COLONIA MARTINEZ IMPLANTACION GENERAL DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000
DATUM Y PROYECCION		FECHA: OCTUBRE 2016
WGS_1984_UTM_Zone_17S	APROBO:  Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	REALIZO:  EGD. VLADIMIR CHAFLA

N 9'843.500



SIMBOLOGIA GENERAL	
A1	ESTACION
K00+655.75 1292.61	Abscisa/Cota
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC (63mm)
	TUBERIA PVC (75mm)
VD	VALVULA DESAGUE
VA	VALVULA DE AIRE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRTERO



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		LAMINA: <b>9 de 21</b>
CONTIENE: SECTOR COLONIA MARTINEZ IMPLANTACION GENERAL DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000
FECHA: OCTUBRE 2016		REALIZO: EGD. VLADIMIR CHAFLA
DATUM Y PROYECCION WGS_1984_UTM_Zone_17S	APROBO: Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	

N 9'843.400

N 9'844.100

N 9'844.000

N 9'843.900

N 9'843.800

N 9'843.700

E 812.000

E 812.100

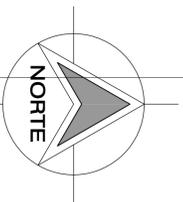
E 812.200

E 812.300

E 812.400

E 812.500

E 812.600



SIMBOLOGIA GENERAL	
	A1 ESTACION
	K01855.25 Arroyo Chua
	1292.81 SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC (63mm)
	TUBERIA PVC (75mm)
	VALVULA DESAGUJE VALVULA DE AIRE
	CAJON
	QUEBRADA
	CARRETERO

RIO PASTAZA



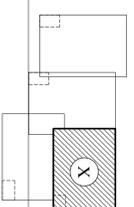
TUBERIA PVC-P Ø = 63 mm; 1.00 MPa

TUBERIA PVC-P Ø = 63 mm; 1.00 MPa

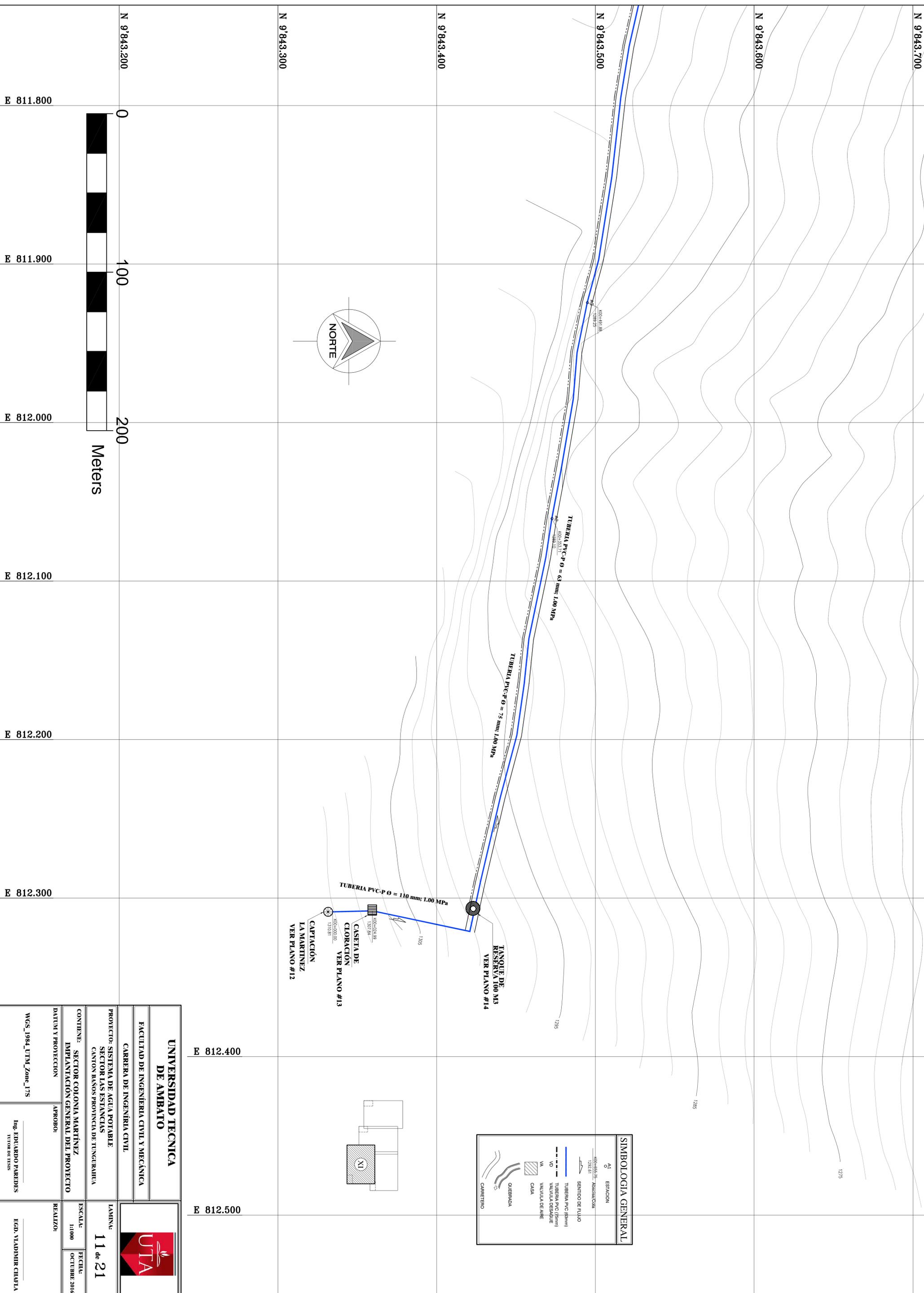
TUBERIA PVC-P Ø = 63 mm; 1.00 MPa

DON DIEGO

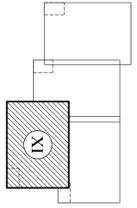
LA DOLOROSA



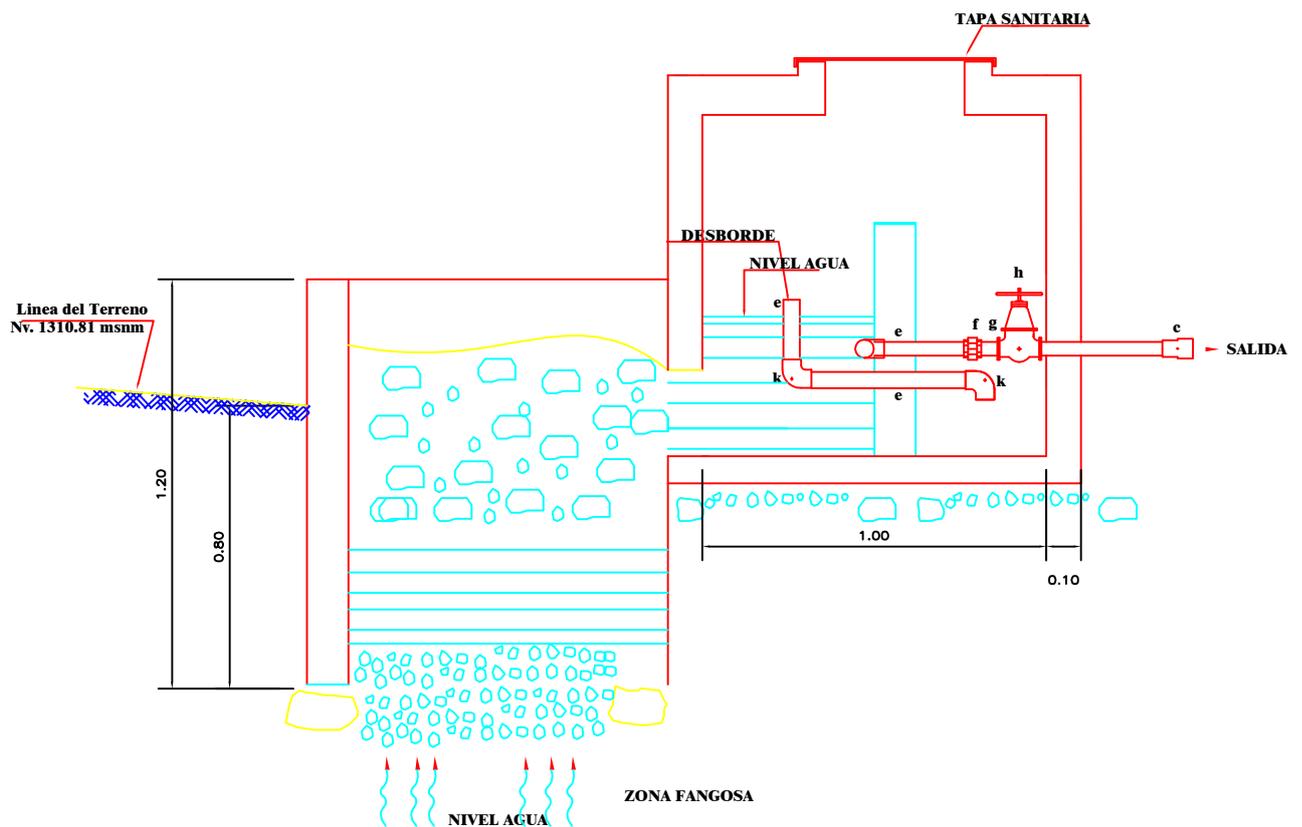
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		<b>LAMINA: 10 de 21</b>
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BANOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE: SECTOR COLONIA MARTINEZ IMPLANTACION GENERAL DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000
DATUM Y PROYECCION		FECHA: OCTUBRE 2016
APROBO:		REALIZO:
WGS_1984_UTM_Zone_17S		EGD. VIADIVIR CHAFIA
Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TSS		



SIMBOLOGIA GENERAL	
	ESTACION
	ALCANTARILLA
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA PVC (63mm)
	TUBERIA PVC (75mm)
	VALVULA DE ANE
	CASA
	QUEBRADA
	CARRETERO



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE SECTOR LAS ESTANCIAS CANTON BANOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
CONTIENE: SECTOR COLONIA MARTINEZ IMPLANTACION GENERAL DEL PROYECTO	
DATUM Y PROYECCION	WGS_1984_UTM_Zone_17S
APROBO:	Ing. EDUARDO PAREDES TUOR DE TSS
REALIZO:	EGD. VIADIVIR CHAFIA
ESCALA: 1:1000	FECHA: OCTUBRE 2016
LAMINA: <b>11 de 21</b>	

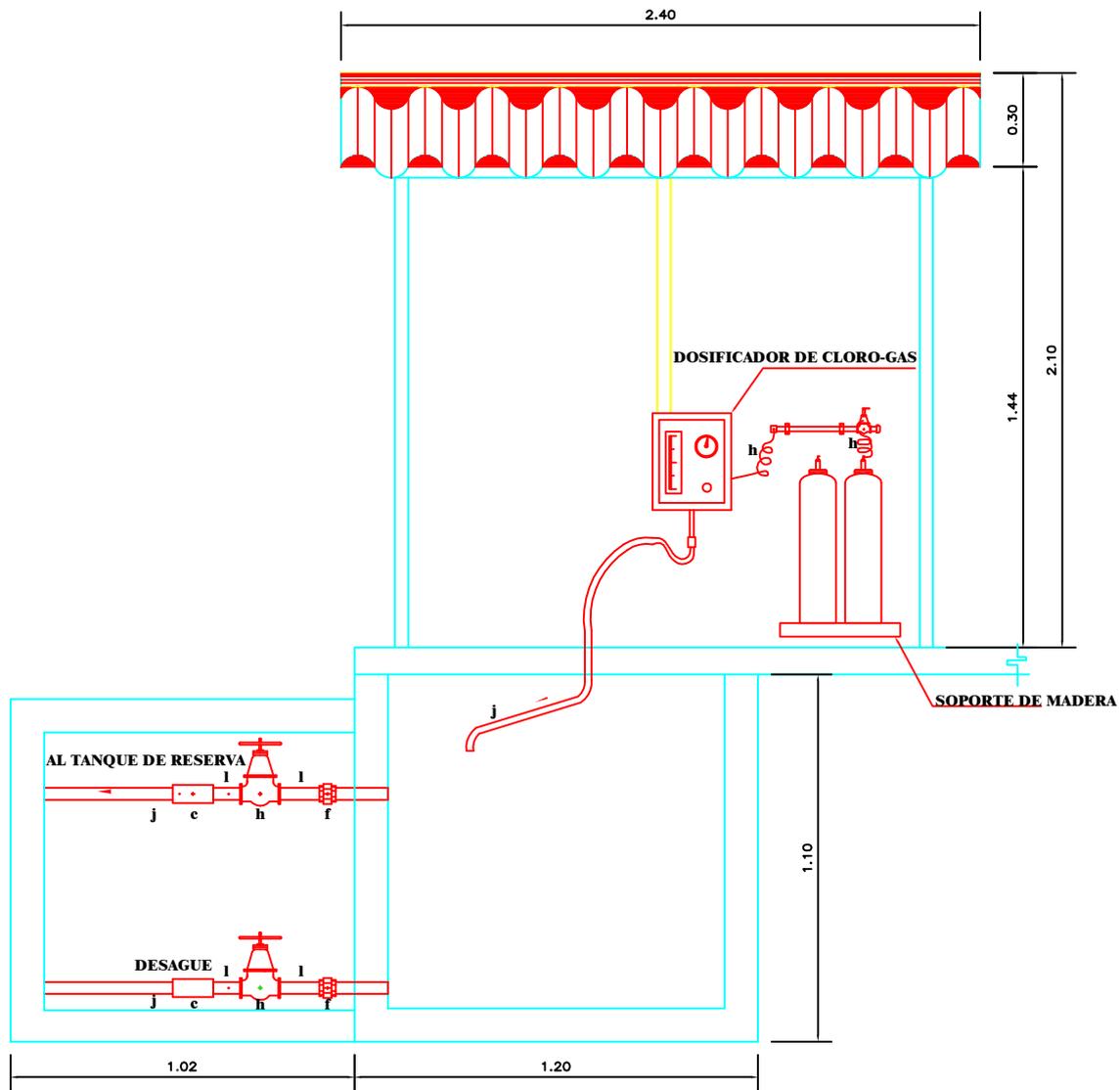


**LISTA DE ACCESORIOS**

SIGNO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
<b>SALIDA FILTRO</b>				
a	3"	1		CERNIDERA DE ALUMINIO
e	3"	2		ADAPTADOR HEMBRA HG-PVC
e	3"	2	0.40	TRAMO CORTO DE HG
f	3"	1		UNIVERSAL
g	3"	1	0.10	TRAMO CORTO DE HG
h	3"	1		VALVULA DE COMPUERTA
i	3"	1	1.70	TRAMO CORTO PVC
j	3"	1	VARIA.	TUBO PVC
k	3"	1		CODO 90° PVC-D



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		<b>LAMINA:</b> 12 de 21
<b>CONTIENE:</b> CAPTACION SECTOR COLONIA MARTINEZ		<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016
<b>ESCALA:</b> 1:25	<b>APROBO:</b>  ING. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	<b>REALIZO:</b>  EGD. VLADIMIR CHAFLA
<b>DATUM Y PROYECCION:</b> WGS_1984_UTM_Zone_17S		



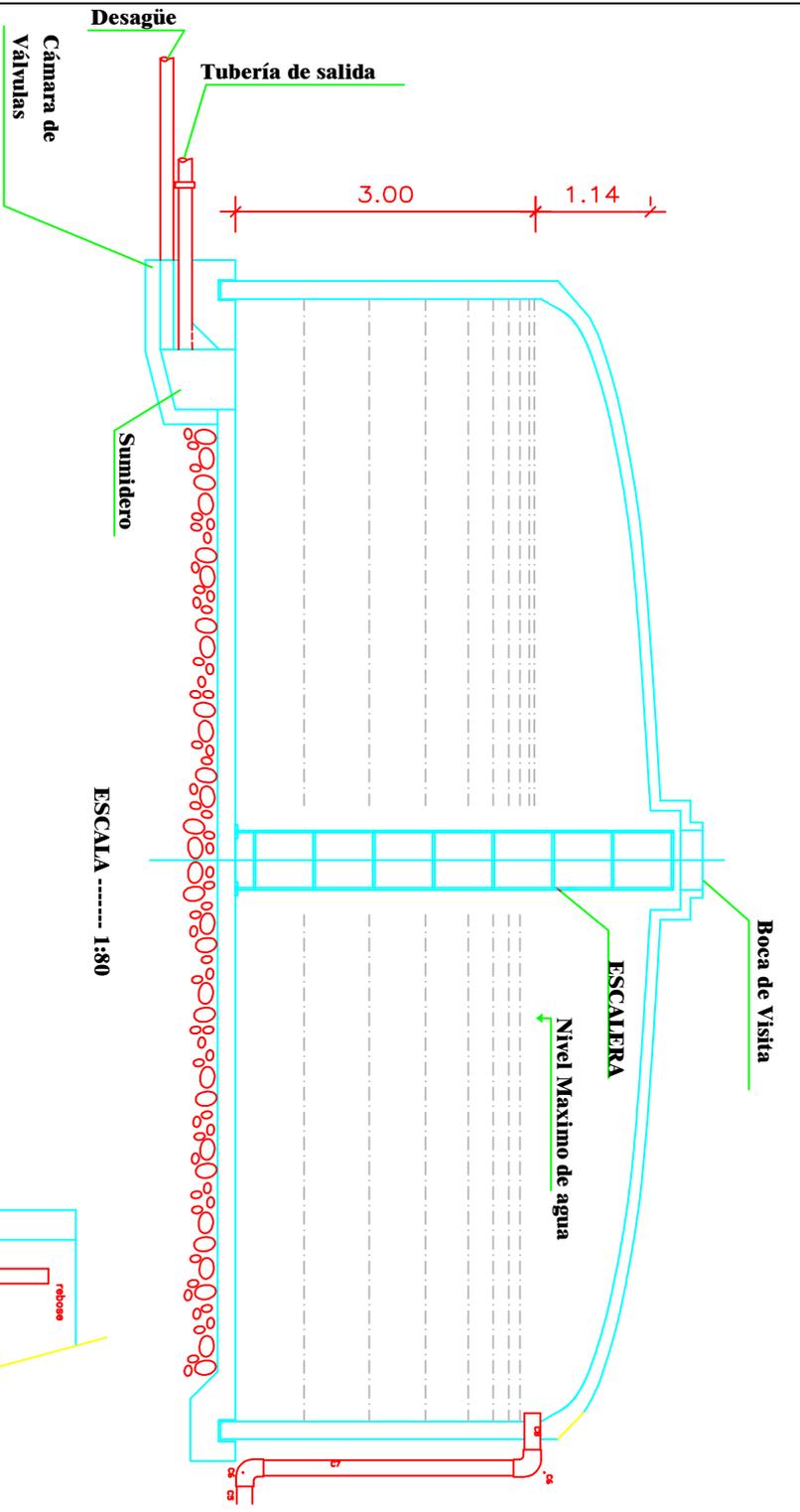
**CORTE A - A**  
ESC: 1:25

**LISTA DE ACCESORIOS**

SIGNO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
c	3"	2		ADAPTADOR HEMBRA HG-PVC
i	3"	6	VARIA.	TRAMO CORTO DE HG
f	3"	2		UNIVERSAL
h	3"	2		VALVULA DE COMPUERTA
j	3"	2	VARIA.	TUBO PVC

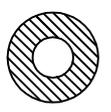
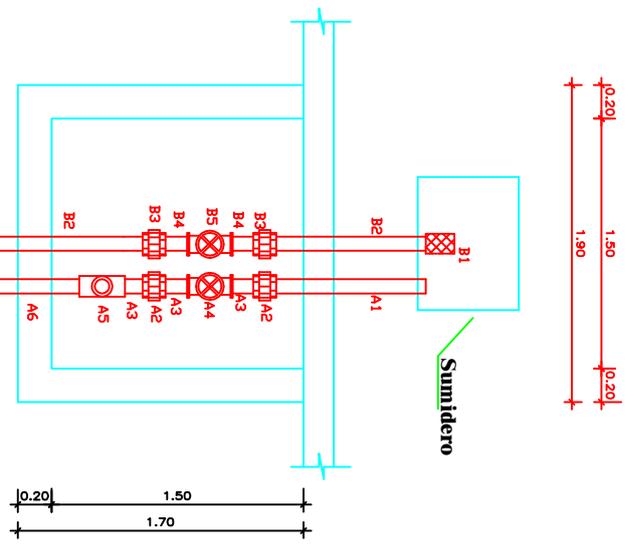
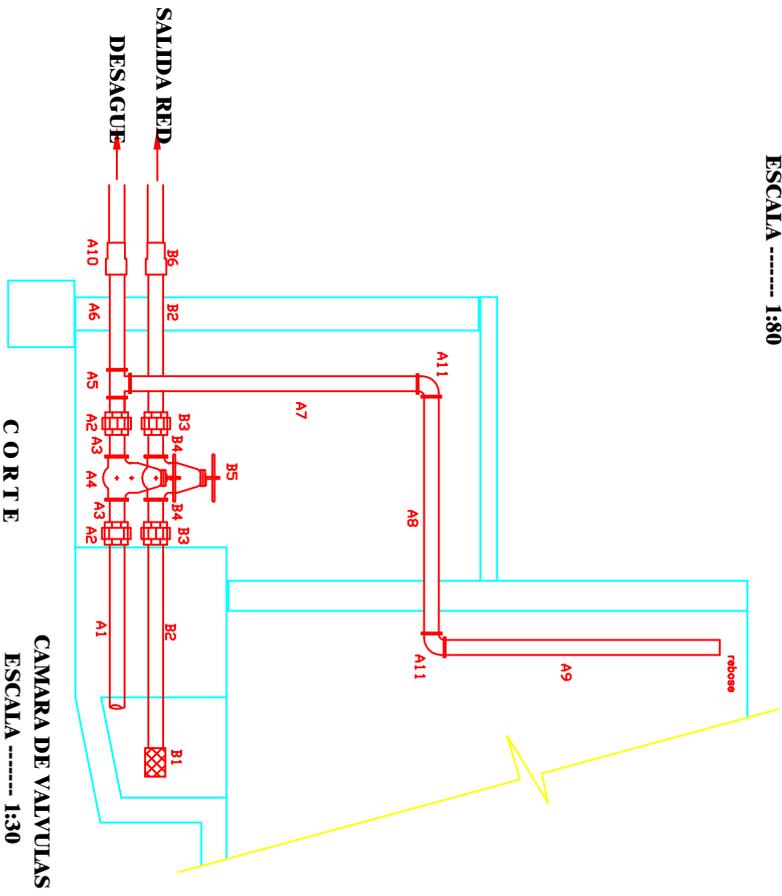


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		<b>LAMINA:</b> <b>13 de 21</b>
<b>CONTIENE:</b> CLORACION SECTOR COLONIA MARTINEZ		<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016
<b>ESCALA:</b> 1:25	<b>APROBO:</b>  ING. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	<b>REALIZO:</b>  EGD. VLADIMIR CHAFLA
<b>DATUM Y PROYECCION:</b> WGS_1984_UTM_Zone_17S		



**LISTA DE ACCESORIOS**

SEÑO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
DESAGUE Y DESBORDE				
A1	50	1	0.60	TRAMO CORTO HG.-RL.
A2	50	2		INVERSAL HG.
A3	50	3	0.10	NEPLO HG.
A4	50	1		VALVULA COMPLETA
A5	50	1		TIE HG.
A6	50	1	1.00	TRAMO CORTO HG.
A7	50	1	1.30	TRAMO CORTO HG.
A8	50	1	1.70	TRAMO CORTO HG.
A9	50	1	1.90	TRAMO CORTO HG.
A10	63	1		ADAPTADOR HEMB. HG.-PVC.
A11	50	2		CODO DE 90 HG.
SALIDA				
B1	50	1		CENEDERA DE ALUMINIO
B2	50	2	0.60	TRAMO CORTO HG.-RL.
B3	50	2		INVERSAL HG.
B4	50	2	0.10	NEPLO HG.
B5	50	1		VALVULA COMPLETA
B6	63	1		ADAPTADOR HEMB. HG.-PVC.
ENTRADA				
C5	50	1	.25	NEPLO HG.
C6	50	2		CODO DE 90 HG.
C7	50	1	2.50	TRAMO CORTO HG.
C8	50	1	.50	NEPLO HG.



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON MANABO PROVINCIA DE TINGUIBAMBA

CONTIENE TANQUE DE RESERVA DE 100m<sup>3</sup>

FECHA: OCTUBRE 2016

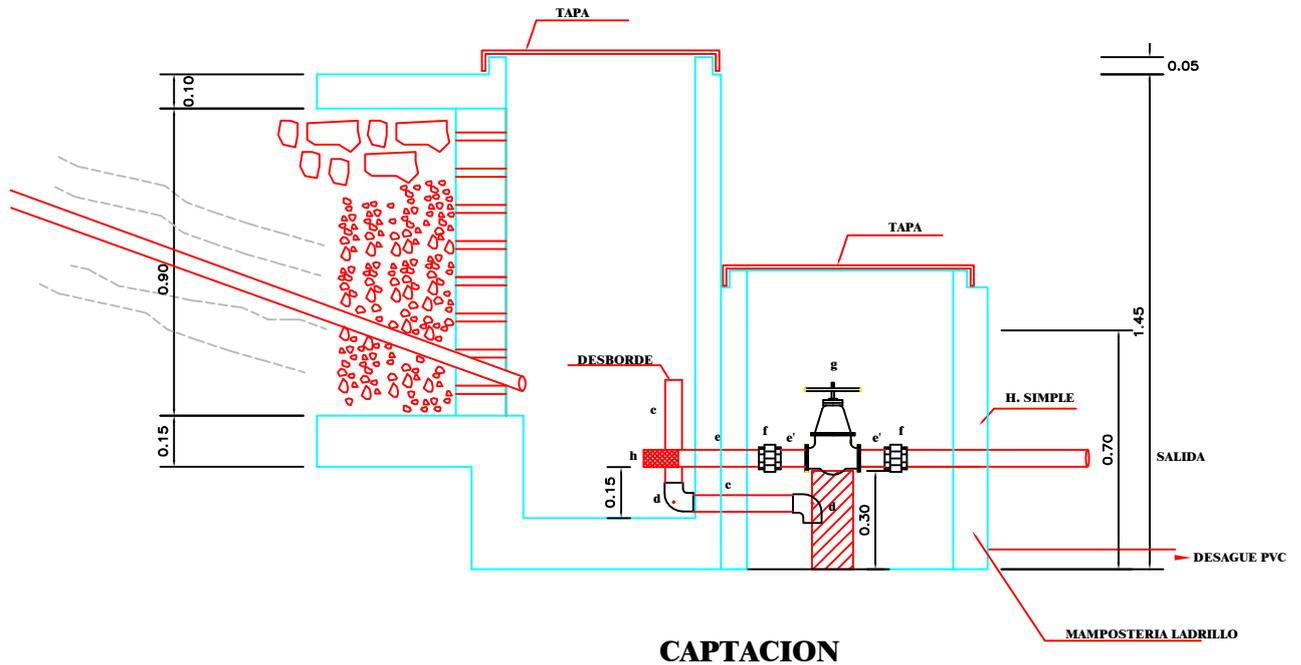
LAMINA: 14 de 21

ECONOMIA: EGA VAMAMBOCANTA

INDICADAS: AMBATO

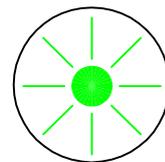
DISEÑADO POR: ING. EN INGENIERIA CIVIL Y MECANICA TUDOR DE HENRI

AUTORIZADO POR: ING. EN INGENIERIA CIVIL Y MECANICA TUDOR DE HENRI

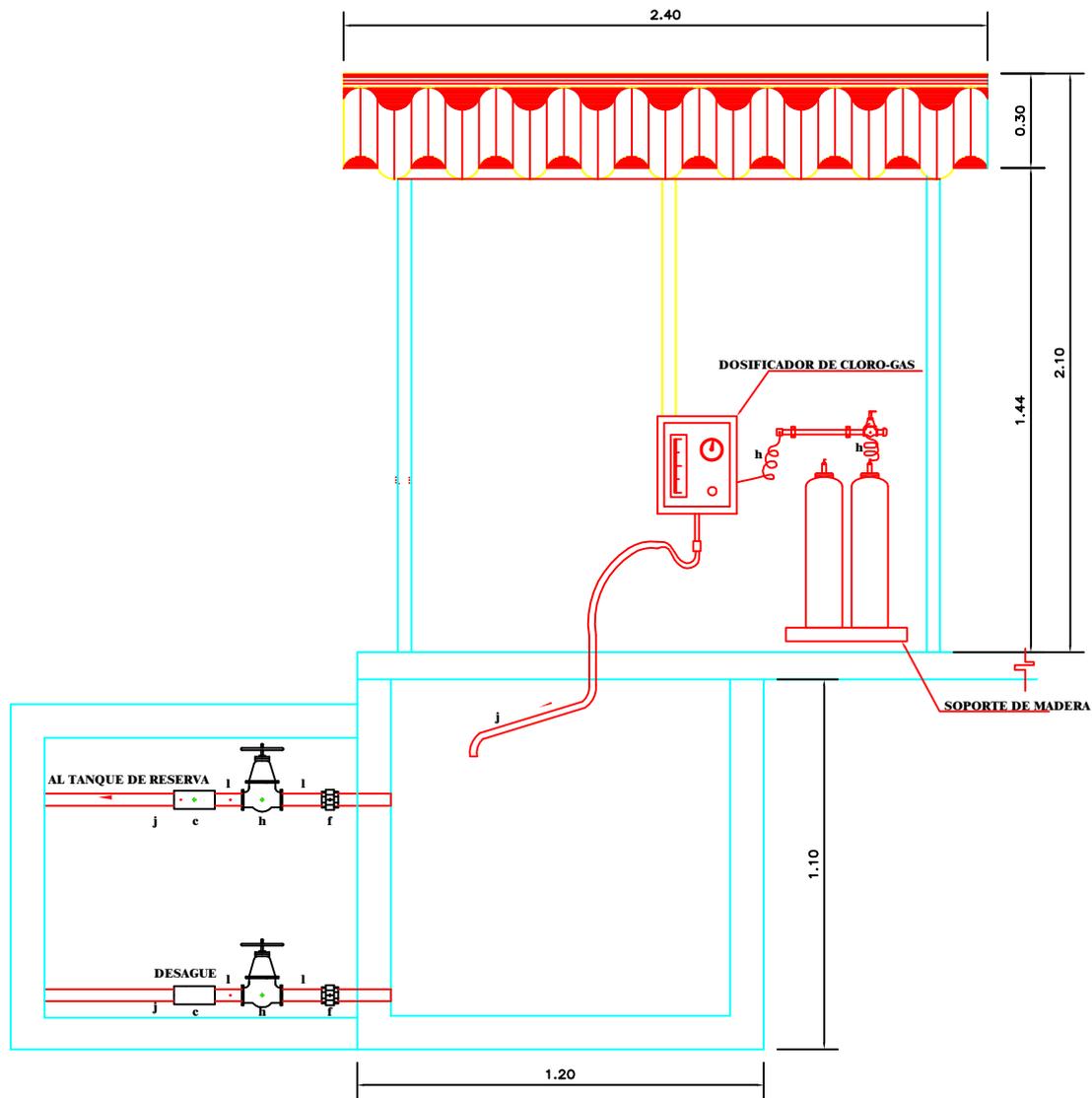


### LISTA DE ACCESORIOS

SIGNO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
<b>SALIDA FILTRO</b>				
a	63mm	1	0.50	TRAMO CORTO HG
b	63mm	1		TAPON MACHO HG
c	63mm	2	0.70	TRAMO CORTO PVC-D
d	63mm	1		CODO 90° PVC-D
e	63mm	2	0.30	TRAMO CORTO HG
f	63mm	2		UNIVERSAL
g	63mm	1		VALVULA COMPUERTA
h	63mm	1		CERNIDERA DE ALUMINIO
j	63mm	1		TUBERIA PVC
e'	63mm	2	0.15	TRAMO CORTO HG

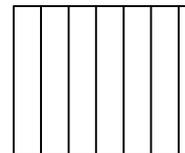


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		<b>LAMINA:</b> 15 de 21
<b>CONTIENE:</b> CAPTACIÓN SECTOR LAS ESTANCIAS		<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016
<b>ESCALA:</b> 1:20	<b>APROBO:</b> Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	<b>REALIZO:</b> EGD. VLADIMIR CHAFLA
<b>DATUM Y PROYECCIÓN:</b> WGS_1984_UTM_Zone_17S		

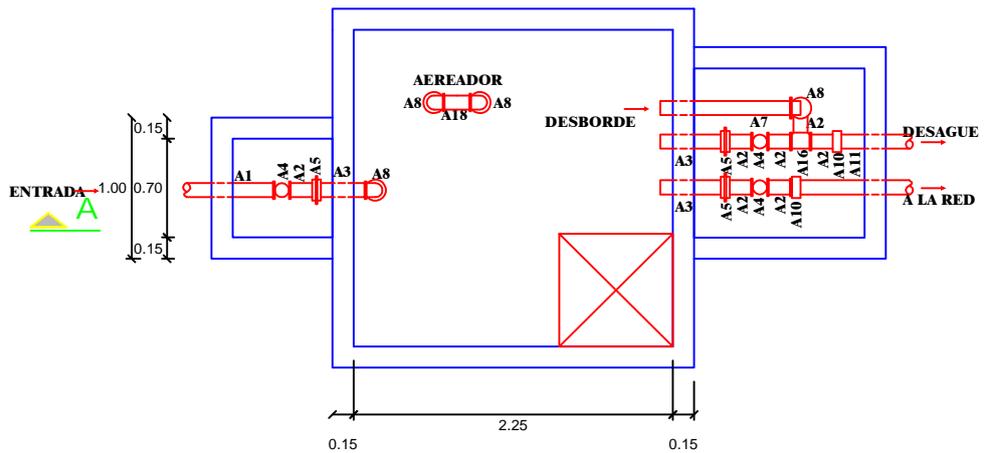
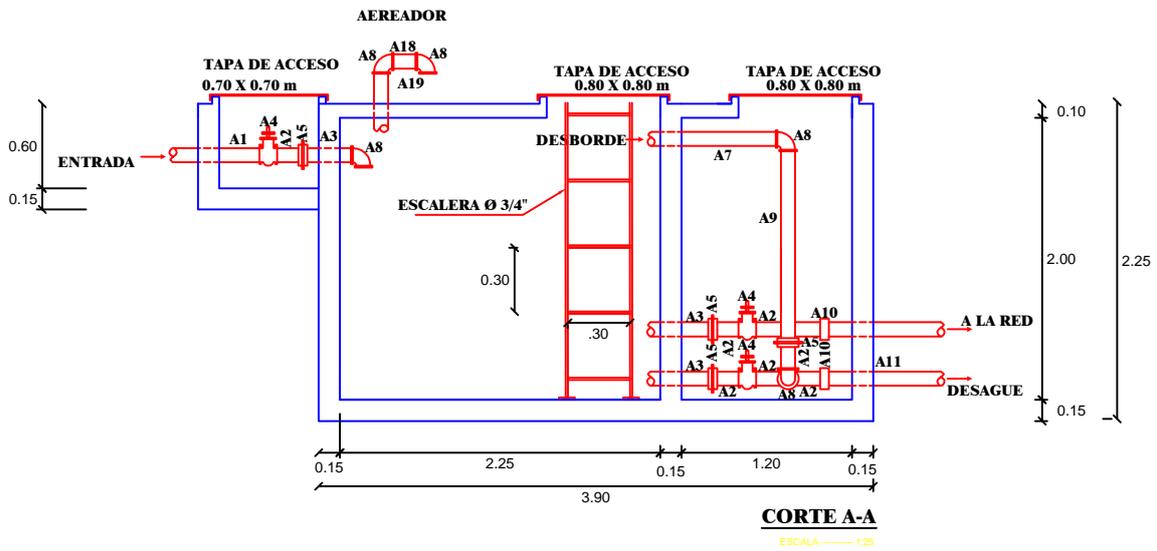


### LISTA DE ACCESORIOS

SIGNO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
c	63mm	2		ADAPTADOR HEMBRA HG-PVC
i	63mm	6		TRAMO CORTO DE HG
f	63mm	2		UNIVERSAL
h	63mm	2		VALVULA DE COMPUERTA
j	63mm	2		TUBO PVC



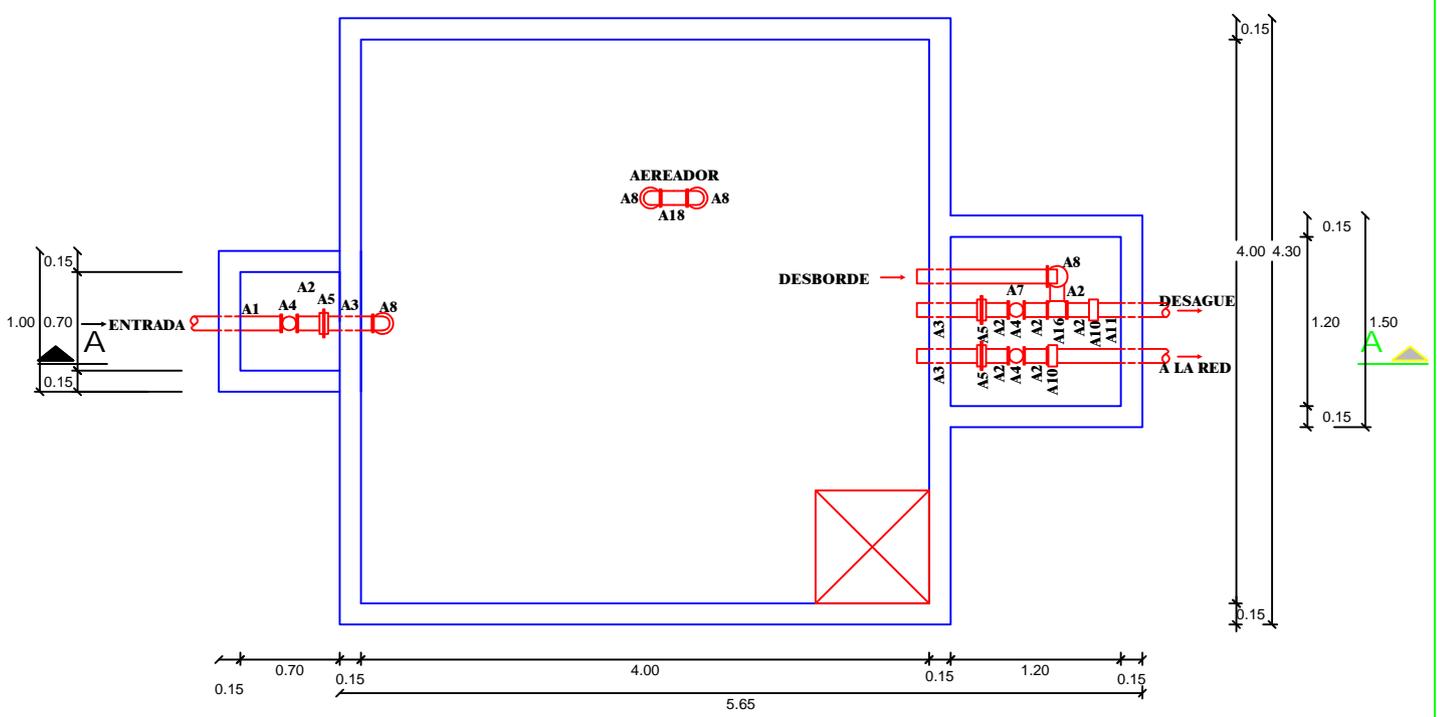
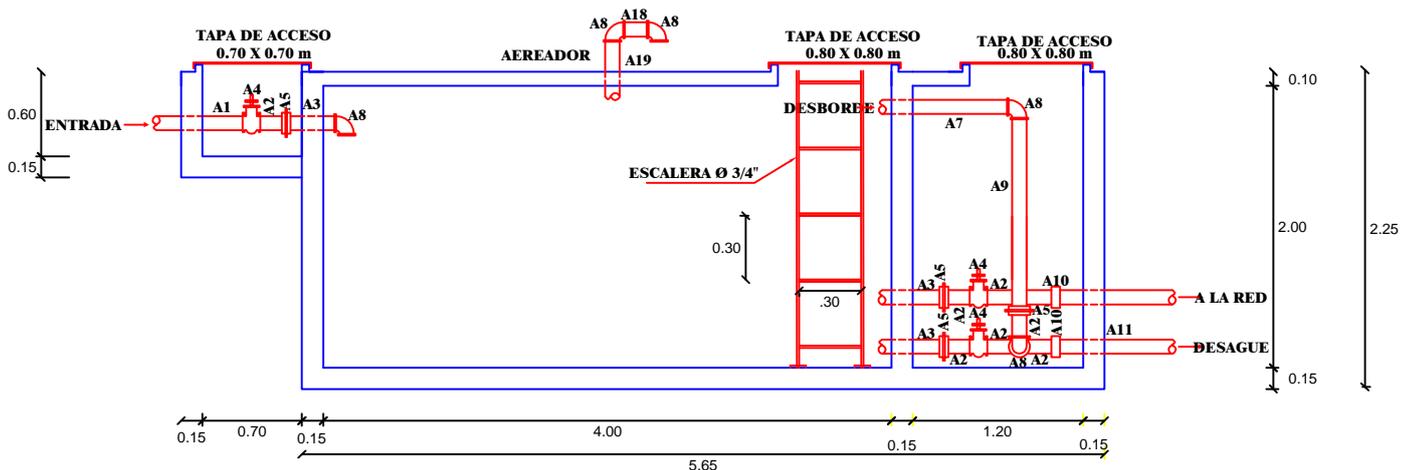
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		<b>LAMINA:</b> 16 de 21
<b>CONTIENE:</b> CLORACIÓN SECTOR LAS ESTANCIAS		<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016
<b>ESCALA:</b> 1:20	<b>APROBO:</b> Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	<b>REALIZO:</b> EGD. VLADIMIR CHAFLA
<b>DATUM Y PROYECCIÓN:</b> WGS_1984_UTM_Zone_17S		



LISTA DE ACCESORIOS				
SIGNO	Ø	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
TANQUE DE RESERVA 30.00 m <sup>3</sup>				
A2	2"	8	0.15	Tramo Corto HG
A3	2"	3	0.40	Tramo Corto HG
A4	2"	3		Válvula de Compuerta y cuadro
A5	2"	4		Universal HG
A7	2"	1	1.00	Tramo Corto HG
A8	2"	6		Codo 90° HG
A9	2"	1	1.35	Tramo Corto HG
A10	50 mm	2		Adaptador PVC - HG
A11	50 mm	1	3.00	Tramo PVC para desague
A16	2"	1		Tee HG
A17		3		Tapa Sanitaria de tool 0.80x0.80
A18	2"	1	0.10	Tramo Corto HG
A19	2"	1	0.30	Tramo Corto HG



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LAMINA: <b>17 de 21</b>
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE: TANQUE DE RESERVA DE 10 M3 SECTOR LAS ESTANCIAS		FECHA: OCTUBRE 2016
ESCALA: 1:25	APROBO:	REALIZO:
DATUM Y PROYECCIÓN: WGS_1984_UTM_Zone_17S	ING. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	EGD. VLADIMIR CHAFLA

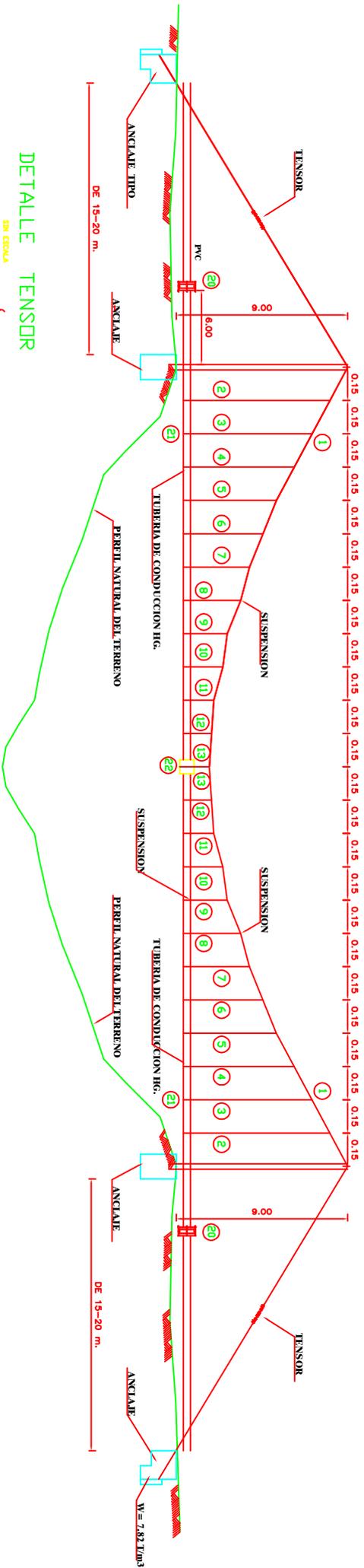


LISTA DE ACCESORIOS				
SIGNO	Ø	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
TANQUE DE RESERVA 30.00 m <sup>3</sup>				
A2	2"	8	0.15	Tramo Corto HG
A3	2"	3	0.40	Tramo Corto HG
A4	2"	3		Válvula de Compuerta y cuadro
A5	2"	4		Universal HG
A7	2"	1	1.00	Tramo Corto HG
A8	2"	6		Codo 90° HG
A9	2"	1	1.35	Tramo Corto HG
A10	50 mm	2		Adaptador PVC - HG
A11	50 mm	1	3.00	Tramo PVC para desague
A16	2"	1		Tee HG
A17		3		Tapa Sanitaria de tool 0.80x0.80
A18	2"	1	0.10	Tramo Corto HG
A19	2"	1	0.30	Tramo Corto HG

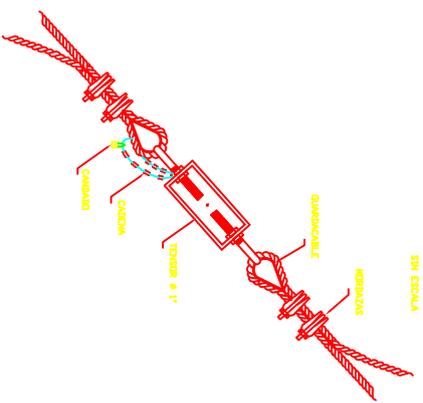


<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÁMINA: <b>18 de 21</b>
<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
<b>CONTIENE:</b> TANQUE DE RESERVA DE 30 M3 SECTOR LAS ESTANCIAS		<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016
<b>ESCALA:</b> 1:25	<b>APROBO:</b>	<b>REALIZO:</b>
<b>DATUM Y PROYECCIÓN:</b> WGS_1984_UTM_Zone_17S	<b>ING. EDUARDO PAREDES</b> TUTOR DE TESIS	<b>EGD. VLADIMIR CHAFLA</b>

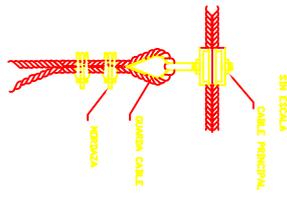
# PUNTE COLGANTE, LUZ 90 m.



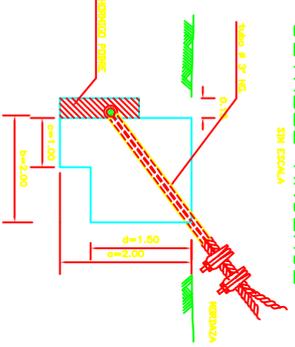
DETALLE TENSOR  
SIN ESCALA



DETALLE SUSPENSION  
SIN ESCALA

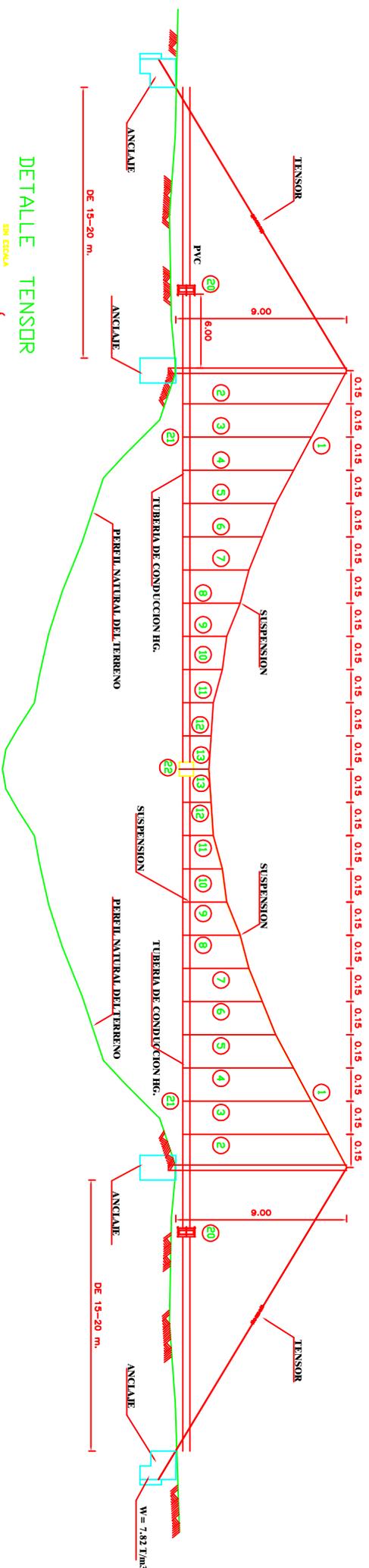


DETALLE ANCLAJE  
SIN ESCALA



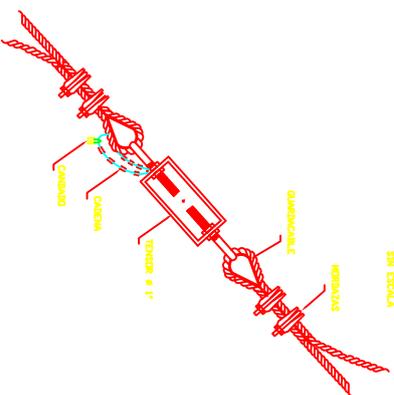
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE: PASO ELEVADO SECTOR LA MARTINEZ		FECHA: OCTUBRE 2016
ESCALA: H= 1:500 V= 1:250	APROBADO:	REALIZO:
DATUM Y PROYECCION: WGS_1984_UTM_Zone_17S	Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	EOD. YIADHIR GARCIA

# PUENTE COLGANTE, LUZ 160 m.



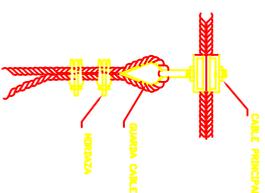
## DETALLE TENSOR

SIN ESCALA



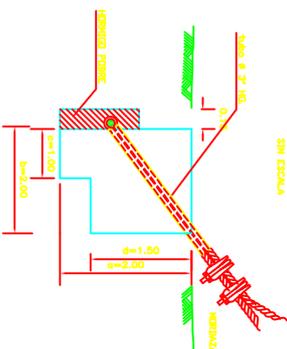
## DETALLE SUSPENSION

SIN ESCALA



## DETALLE ANCLAJE

SIN ESCALA



<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA RIO NEGRO CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE PASO ELEVADO SECTOR LAS ESTANCIAS		FECHA: OCTUBRE 2016
ESCALA: H: 1:500 V: 1:250	APROBADO:	REALIZADO:
DATUM Y PROYECCION: WGS_1984_UTM_Zona_17S	Ing. EDUARDO PAREDES TUTOR DE TESIS	
		EOD. YIADHIR GARCIA