



INDICE:

- I. Aspectos Generales de la Parroquia Santa Ana
- II. Antecedentes, descripción general del servicio, consumos, organización, tarifas, operación y mantenimiento.
- III. Recopilación de información, registros de calidad, aforos, prácticas operacionales, otros trabajos de evaluación
- IV. Levantamiento topográfico del sitio de emplazamiento de las unidades actuales que integran el sistema de tratamiento.
- V. Evaluación hidráulico - sanitaria de las captaciones y líneas de conducción.
- VI. Evaluación preliminar de las prácticas operacionales actuales, comprobación de instrumentos para medición de pH, turbiedad, color, cloro residual a cargo de los operadores. Estructuras de medición de caudales.
- VII. Caracterización del agua cruda mediante toma de muestras representativas, análisis físico químico, bacteriológico.
- VIII. Prueba de tratabilidad en una muestra de características representativas.
- IX. Evaluación del estado físico y estructural de todas las unidades existentes.
- X. Evaluación de accesorios y unidades complementarias.
- XI. Evaluación de los sistemas de dosificación de productos químicos, desinfección y control.
- XII. Evaluación hidráulica. Tiempos de retención y de parámetros principales mediante el uso de trazadores.
- XIII. Pruebas de eficiencia
- XIV. Toma de muestras y análisis granulométricos de los lechos filtrantes.
- XV. Evaluación de construcciones complementarias, espacios de circulación, cerramiento, ornamentales, almacenamiento y lavado de arena.
- XVI. Planos



RESUMEN

La Evaluación Hidráulico-Sanitaria de la Planta de Tratamiento Bella Unión inicia con la descripción general de la Planta, captaciones y líneas de conducción, continuando con la descripción del servicio, consumos, organización, tarifas, operación y mantenimiento.

Además se realizaron: el análisis de la calidad del agua cruda mediante muestreos continuos y determinación de parámetros; la evaluación preliminar de las prácticas operacionales actuales, comprobación de instrumentos para medición de turbiedad, color, cloro residual a cargo de los operadores, estructuras de medición de caudales, control del correcto uso de los sistemas de dosificación de productos químicos y desinfección; pruebas de tratabilidad en una muestra representativa. Lo anterior se complementa con la Evaluación hidráulica del sistema realizada a través de la medición de tiempos de retención mediante el uso de trazadores, los mismos que nos permitieron llevar a cabo los diferentes muestreos para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento existentes.

Todo el proceso de evaluación nos llevo a determinar las principales conclusiones y recomendaciones para futuras mejoras al Sistema de Tratamiento de Agua Potable.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN HIDRÁULICO-SANITARIA DE LA PLANTA
DE POTABILIZACIÓN “BELLA UNIÓN” QUE SIRVE AL
CENTRO PARROQUIAL DE SANTA ANA, CANTÓN
CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY.**

AUTORAS:

**VIVIANA MARÍA MORALES LEÓN
DIANA CATALINA ORTEGA ANDRADE**

DIRECTOR:

ING. GALO ORDÓÑEZ ESPINOZA

**TESIS PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

CUENCA- ECUADOR

JULIO 2007



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres en agradecimiento a toda su entrega, sacrificio, apoyo y cariño que nos han brindado durante toda la vida. Ellos han sido nuestro ejemplo de lucha, empeño y humildad, convirtiéndose en fortaleza y puntal para el logro de todos nuestros sueños y metas.



AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a:

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca en la persona de su actual sub-decano Ing. Galo Ordóñez E., gracias por habernos brindado la oportunidad de compartir su sabiduría y amistad.

La empresa ETAPA, de manera muy especial al Ing. Rafael Vélez por su invaluable ayuda, su generoso estímulo y apoyo.

La Doctora Guillermina Pauta C., por su colaboración desinteresada e incondicional en la realización de los ensayos, en la revisión del texto y por sus valiosas sugerencias.

Sr. Ángel Matute actual Operador de la Planta "Bella Unión" por la gran acogida que nos ha brindado, su dedicación y apoyo en todas las actividades de evaluación y aprovechamos la oportunidad para dejar reconocimiento de la gran labor que ha venido realizando en beneficio de toda la Comunidad



INDICE DE CONTENIDOS:

I ASPECTOS GENERALES DE LA PARROQUIA SANTA ANA

- I.1 UBICACIÓN
- I.2 TEMPERATURA
- I.3 ALTITUD
- I.4 GEOLOGIA
- I.5 INFRAESTRUCTURA VIAL
 - I.5.1 Densidad Vial
 - I.5.2 Isócronas
 - I.5.3 Índice de Accesibilidad
 - I.5.4 Índice de Conectabilidad
- I.6 AREA SUPERFICIAL
- I.7 INDICADORES SOCIALES
 - I.7.1 Población por comunidades
 - I.7.2 Densidad de la población por comunidades
 - I.7.3 Número de Viviendas
 - I.7.4 Número de Familias y Hacinamiento
 - I.7.5 Educación
 - I.7.5.1 Niveles Educativos
 - I.7.5.2 Nivel de analfabetismo
 - I.7.6 Salud
 - I.7.7 Infraestructuras Hidrotécnicas
 - I.7.8 Movimientos Migratorios
 - I.7.9 Principales fuentes de ingresos de la población
 - I.7.10 Organización Parroquial
 - I.7.10.1 Sistema Organizativo:
 - I.7.11 Debilidades de la parroquia
- I.8 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

II ANTECEDENTES, DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO, ANALISIS DEL REGISTRO DE USUARIOS Y



CONSUMOS, ORGANIZACIÓN, TARIFAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.1 ANTECEDENTES

II.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO

II.2.1 *Fuentes de Abastecimiento*

II.2.2 *Conducción*

II.2.3 *Planta de Tratamiento*

II.2.3.1 Cámara de Medición de Caudal

II.2.3.2 Unidad de Floculación

II.2.3.3 Unidad de Sedimentación

II.2.3.4 Filtro Grueso de Grava de Flujo ascendente en Capas

II.2.3.5 Filtros Lentos con Lecho de Arena

II.2.3.6 Cámara de Contacto con el Desinfectante

II.2.3.7 Tanque de Almacenamiento.

II.2.3.8 Caseta de Cloración

II.2.3.9 Caseta para el Hidroneumático

II.2.3.10 Casa de Químicos

II.2.3.11 Laboratorio

II.2.3.12 Unidad de Lavado de Arena

II.2.3.13 Bodega de Materiales

II.3 ANÁLISIS DEL REGISTRO DE USUARIOS Y CONSUMOS

II.4 ORGANIZACIÓN

II.5 TARIFAS

II.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

III RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN, REGISTROS DE CALIDAD, AFOROS, PRÁCTICAS OPERACIONALES, OTROS TRABAJOS DE EVALUACIÓN

III.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

III.2 REGISTROS DE CALIDAD

III.2.1 Reportes Vía Radio a la central de ETAPA:

III.2.2 Llenado del Libro de Operación de la Planta:



III-3 AFOROS

III.4 PRÁCTICAS OPERACIONALES

III.4.1 Preparación de Solución de Sulfato de Aluminio

III.4.2 Medición de Color Aparente

III.4.3 Medición de Turbiedad

III.4.4 Dosificación de la Solución de Sulfato de Aluminio

III.4.5 Medición de Cloro

III.4.6 Lavado del Floculador y Sedimentador

III.4.7 Limpieza del Filtro Grueso

III.4.8 Limpieza del Filtro Lento de Arena

III.4.9 Lavado de Arena

III.4.10 Estado del Dosificador de Cloro

III.4.11 Cambio de Cilindro de Cloro

III.4.12 Cambio de Tanque de Sulfato

III.5 OTROS TRABAJOS DE EVALUACIÓN

IV LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA UNIDADES ACTUALES QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

V EVALUACIÓN HIDRÁULICO – SANITARIA DE CAPTACIONES Y LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

V.1 EVALUACIÓN DE CAPTACIONES

V.1.1 CAPTACIÓN 1

V.1.2 CAPTACIÓN 2

V.1.3 CAPTACIÓN 3

V.1.4 CAPTACIÓN 4

V.1.5 CAPTACIÓN 5

V.1.6 CAPTACIÓN 6

V.1.7 CAPTACIÓN 7

V.1.8 CAPTACIÓN 8

V.1.9 CAPTACIÓN 9

V.1.10 CAPTACIÓN 10



- V.1.11 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE CAPTACIONES
- V.2 EVALUACIÓN DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN
 - V.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN:
 - V.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN
 - V.2.3 PROBLEMAS DE OPERACIÓN EN LA CONDUCCIÓN
 - V.2.4 EVALUACIÓN HIDRAULICO SANITARIA DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN
 - V.2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS OPERACIONALES ACTUALES, COMPROBACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE pH, TURBIEDAD, COLOR, CLORO RESIDUAL A CARGO DE LOS OPERADORES. ESTRUCTURAS DE MEDICION DE CAUDALES.

- VI.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS PRÁCTICAS OPERACIONALES
 - VI.1.1 Preparación de Solución de Sulfato de Aluminio
 - VI.1.2 Medición de Color Aparente y Turbiedad
 - VI.1.3 Dosificación de la Solución de Sulfato de Aluminio
 - VI.1.4 Medición de Cloro
 - VI.1.5 Lavado del Floculador y Sedimentador
 - VI.1.6 Limpieza del Filtro Grueso
 - VI.1.7 Limpieza del Filtro Lento de Arena
 - VI.1.8 Lavado de Arena
 - VI.1.9 Limpieza del Tanque de Almacenamiento
 - VI.1.10 Estado del Dosificador de Cloro Gas
 - VI.1.11 Cambio de Cilindro de Cloro



VI.2 COMPROBACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE pH, TURBIEDAD, COLOR, CLORO RESIDUAL A CARGO DE LOS OPERADORES

VI.3 ESTRUCTURAS DE MEDICION DE CAUDALES

VII CARACTERIZACION DEL AGUA CRUDA MEDIANTE TOMA DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS, ANALISIS FÍSICO, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO

VII.1 MUESTREOS

VII.1.1 Muestreo Nro 1

VII.1.2 Muestreo Nro 2

VII.1.3 Muestreo Nro 3

VII.1.4 Muestreo Nro 4

VII.2 CONCLUSIONES

VIII PRUEBA DE TRATABILIDAD EN UNA MUESTRA DE CARACTERISTICAS REPRESENTATIVAS

VIII.1 REACCIONES QUÍMICAS

VIII.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA.

VIII.3 PARAMETROS DE DOSIFICACION.

VIII.3.1 ENSAYO 1: Dosis Óptima de coagulante.

VIII.4 PARAMETROS DE FLOCULACION

VIII.4.1 ENSAYO 2: Gradiente de velocidad=20 s⁻¹

VIII.4.2 ENSAYO 3: Gradiente de velocidad=40 s⁻¹

VIII.5 ENSAYOS DE SIMULACION AL TRATAMIENTO DE LA PLANTA.

VIII.5.1 ENSAYO 4: Modificando el tiempo de sedimentación.

VIII.5.2 ENSAYO 5: Empleando un tiempo de floculación de 25 minutos.

VIII.6 ENSAYOS ALTERNATIVOS REALIZADOS

VIII.6.1 ENSAYO 6: Filtración Directa



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VIII.6.2 ENSAYO 7: Filtración Directa, con dosis óptima del proceso convencional.

VIII.7 CONCLUSIONES

IX EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO Y ESTRUCTURAL DE LAS UNIDADES EXISTENTES

IX.1 FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL

IX.2 SEDIMENTADOR LAMINAR

IX.3 FILTRO GRUESO DE GRAVA DE FLUJO

ASCENDENTE

IX.4 FILTROS LENTOS CON LECHO DE ARENA DE FLUJO DESCENDENTE

IX.5 CAMARA DE CONTACTO CON EL

DESINFECTANTE

IX.6 CÁMARAS DE DESAGÜE DE UNIDADES

IX.6.1 Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador (CD1)

IX.6.2 Cámara de Desagüe del Filtro Grueso (CD3)

IX.6.3 Cámara de Desagüe de Distintas Unidades (CD4)

IX.6.4 Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos (CD5)

IX.6.5 Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento (CD6)

X EVALUACIÓN DE ACCESORIOS Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS

X.1 EVALUACIÓN DE ACCESORIOS

X.2 EVALUACIÓN DE UNIDADES

COMPLEMENTARIAS

X.2.1 HIDRONEUMÁTICO

X.2.2 TANQUES DE MEZCLA DE SULFATO DE ALUMINIO

X.2.3 DOSIFICADOR DE CARGA CONSTANTE Y ORIFICIO VARIABLE



X.2.4 DOSIFICADOR DE CLORO GAS

XI EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS, DESINFECCIÓN Y CONTROL

XI.1 DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

XI.1.1 Ensayo para determinar el Caudal de la Solución de Sulfato de Aluminio que se adiciona en la Planta de Santa Ana, y determinación de la Dosis Aplicada

I.1.2 Determinación de la Dosis de Coagulante aplicada en la Planta para la muestra utilizada en las Pruebas de Jarras

XI.2 DESINFECCIÓN

XI.3 CONTROL

XII EVALUACIÓN HIDRAULICA. TIEMPOS DE RETENCIÓN Y DE PARÁMETROS PRINCIPALES MEDIANTE EL USO DE TRAZADORES

XII.1 EVALUACIÓN HIDRÁULICA

XII.1.1 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE RETENCIÓN MEDIANTE PRUEBAS CON TRAZADORES.

XII.1.1.1 Tipos de Sustancias Trazadoras

XII.1.1.2 Procedimiento:

XII.1.1.3 Limitaciones de las pruebas con trazadores

XII.1.1.4 Resultados

XII.1.1.5 Análisis de Resultados

XII.2 CÁLCULO DE GRADIENTES EN LA ZONA DE FLOCULACIÓN

XII.2.1 RESULTADOS

XII.2.2 ANALISIS DE RESULTADOS

XIII PRUEBAS DE EFICIENCIA MEDIANTE TOMA DE MUESTRAS EN AGUA CRUDA, TRATADA, ENTRADA Y



SALIDA DE UNIDADES. PRUEBAS DE EFICIENCIA
BACTERIOLÓGICA EN LAS UNIDADES DE FILTRACION
LENTA

XIII.1 PRUEBAS DE EFICIENCIA MEDIANTE
ANÁLISIS DE AGUA CRUDA, TRATADA, ENTRADA
Y SALIDA DE UNIDADES.

XIII.1.1 MUESTREOS REALIZADOS

XIII.1.1.1 Muestreo Nro 1

XIII.1.1.2 Muestreo Nro 2

XIII.1.1.3 Muestreo Nro 3

XIII.1.1.4 Muestreo Nro 4

XIII.1.1.5 Muestreo Nro 5

XIII.1.1.6 Muestreo Nro 6

XIII.2 PRUEBAS DE EFICIENCIA
BACTERIOLÓGICA

XIII.2.1 TOMA DE MUESTRAS

XIII.2.2 ENSAYO DE TUBOS MÚLTIPLES

XIII.2.3 ENSAYO DE RECuento EN PLACA

XIV TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO DE LOS LECHOS FILTRANTES

XIV.1 PROCEDIMIENTO

XIV.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

XV EVALUACIÓN DE CONSTRUCCIONES
COMPLEMENTARIAS, ESPACIOS DE CIRCULACION,
CERRAMIENTO, ORNAMENTALES, ALMACENAMIENTO
Y LAVADO DE ARENA

XV.1 CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

XV.1.1 Casa de Químicos

XV.1.2 Caseta de Cloración y para el
Hidroneumático

XV.1.3 Casa del Operador

XV.1.4 Bodega de Materiales

XV.2 ESPACIOS DE CIRCULACION



- XV.3 CERRAMIENTO
- XV.4 PARQUEADERO
- XV.5 ORNAMENTALES
- XV.6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- XV.7 UNIDAD DE LAVADO DE ARENA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANEXOS

Anexo 1 Datos de Calidad del Agua y Evaluaciones realizadas por ETAPA en la Planta de Tratamiento “Bella Unión”

Anexo 2 Resultados de la Evaluación Hidráulica de la Conducción obtenidos en el Programa EPANET

Anexo 3 Lista de Accesorios instalados en la Conducción. Resultados de Válvulas de Purga necesarias. Resultados Válvulas de Aire requeridas según la aplicación del Programa VALVEMATIC.

Anexo 4 Figura de Gradiente de Velocidad vs. Velocidad de Rotación para el Equipo de Jarras Phipps and Bird.

Anexo 5 Ficha Técnica del Sulfato de Aluminio utilizado en la Planta de Tratamiento Bella Unión.

Anexo 6 Resultados completos de Laboratorio del Muestreo Automático realizado del 2-5 de mayo del 2007

Anexo 7 Resultado de Aluminio del Agua Tratada, obtenido en el Laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA.



Anexo 8 Resultados del Análisis Granulométrico de la Arena del Filtro Lento, obtenidos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Cuenca.

PLANOS

XVI.1.1 Planta General de la Conducción de Agua Cruda
Planos de Planta y Perfil longitudinal:

- XVI.2.1-1 Tramo:Planta - Cuncay - Captación 9
- XVI.2.1-2 Tramo:Planta - Cuncay - Captación 9
- XVI.2.1-3 Tramo:Planta - Cuncay - Captación 9
- XVI.2.1-4 Tramo:Planta - Cuncay - Captación 9
- XVI.2.2-1 Tramo:Serragpamba 1 - Captación1
- XVI.2.2-2Tramo:Serragpamba 1 - Captación1
- XVI.2.2-3 Tramo:Serragpamba 1 - Captación1
- XVI.2.3-1 Tramo:Serragpamba 2-Captaciones 4, 5 y a
- XVI.2.3-2 Tramo:Serragpamba 2-Captaciones 4, 5 y a
- XVI.2.3-3 Tramo:Serragpamba 2-Captaciones 4, 5 y a
- XVI.2.3-4 Tramo:Serragpamba 2-Captaciones 4, 5 y a
- XVI.2.4 Tramo: Ramal hasta la Captación 6 y 7
- XVI.2.5 Tramo: Ramal hasta la Captación 8
- XVI.2.6 Tramo: Ramal hasta la Captación 10 y b
- XVI.2.7 Tramo: Ramal hasta la Captación 2
- XVI.2.8 Tramo: Ramal hasta la Captación 3

Plano de Evaluación Hidráulico-Sanitaria de la Conducción
XVI.3.1 Planta de Válvulas Requeridas y Datos hidráulicos

Planos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable

- XVII.1.1 Planta General (a escala 1:100)
- XVII.2.1 Planta de Instalaciones para Tratamiento de Agua
- XVII.2.2 Planta de Instalaciones para Desagüe



UNIVERSIDAD DE CUENCA

XVII.3.1 Forma (Planta y Perfil Longitudinal) de la Unidad de Floculación y Sedimentación

XVII.3.2 Cortes y Detalles de la Unidad de Floculación y Sedimentación

XVII.4.1 Forma (Planta, Cortes y Detalles) del Filtro Grueso de Grava de Flujo Ascendente

XVII.5.1 Forma (Planta y Cortes) de los Filtros Lentos con Lecho de Arena

XVII.5.2 Instalaciones (Planta y Perfil) y Detalles de los Filtros Lentos con Lecho de Arena

XVII.6.1 Forma (Planta y Cortes) del Tanque de almacenamiento y distribución

XVII.7.1 Perfil de las Unidades de Tratamiento



INTRODUCCIÓN:

Al constituir los sistemas de abastecimiento de agua un conjunto de obras cuyo manejo esta bajo la responsabilidad de una administración que tiene por objeto el suministro de agua potable ya sea en forma continua (todos los días durante las 24 horas del día) o en forma parcial (algunas horas al día de servicio), en dependencia con la capacidad de la fuente de abastecimiento sujeta a variaciones climáticas a una población cambiante; su evaluación periódica y permanente se vuelve indispensable y vital para determinar su validez frente a nuevas exigencias que se presenten con el paso del tiempo y como un componente prioritario de la salud pública, la higiene y el bienestar de la comunidad.

La evaluación de los sistemas de agua, tiene su fundamento en diversos parámetros de orden hidráulico, sanitario, constructivo, de mantenimiento, operación y vulnerabilidad, de ahí que englobe aspectos que parten desde el estado físico y estructural de las unidades, su conservación, operación y funcionalidad hasta la administración y organización propias del sistema. Es muy importante dentro de una evaluación identificar las posibles amenazas de orden natural o administrativo que se pueden presentar.

ETAPA al ser la Empresa encargada del manejo del Agua Potable y Alcantarillado del cantón Cuenca, tiene a su servicio gran parte del área rural del cantón. Dada la necesidad de la Empresa de mantener un servicio continuo y eficaz en las comunidades rurales, se firmo un Convenio con la Universidad de Cuenca mediante el cual, se le



solicitaba a la misma la colaboración para la realización de la Evaluación de algunos proyectos pertenecientes al sector rural.

Debido al emergente llamado de la parroquia de Santa Ana cuya Planta de Tratamiento de Agua Potable ha venido presentando ciertos problemas, la Empresa Etapa consideró necesario la pronta realización de una Evaluación Hidráulico Sanitaria de la Planta de Potabilización, que comprenda un estudio completo de sus unidades y de las respectivas captaciones y líneas de conducción, a fin de determinar el funcionamiento actual y la eficiencia del sistema, a más de caracterizar (evaluar) en forma representativa la calidad del agua tanto cruda como tratada y obtener conclusiones y recomendaciones valederas que sirvan para el mejoramiento del sistema.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA PARROQUIA SANTA ANA

En este capítulo se presentan las principales características (generalidades) de la parroquia Santa Ana como son: su ubicación, clima, geología, infraestructura vial, área, población, indicadores sociales y de salud, entre otros datos importantes.

I.1 UBICACIÓN

La Planta de tratamiento de Agua Potable “Bella Unión” en estudio se encuentra ubicada en la Parroquia Santa Ana, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay.

La parroquia Santa Ana se encuentra ubicada al noroeste del cantón Cuenca, a una distancia de 21 kilómetros desde el centro de la Ciudad de Cuenca como se muestra en la FIG. I-1

FIG. I-1 Ubicación de la Parroquia Santa Ana dentro de la provincia del Azuay



Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Limita al **Norte** con las parroquias Paccha y Zhidmad, al **Sur** con Quingeo y San Bartolomé, al **Este** con El Valle y Paccha y por el **Oeste** con Zhidmad, San Juan y San Bartolomé. Su cabecera parroquial se halla emplazada sobre un pequeño promontorio denominado "Tepal", este es un mirador excepcional, pues, desde allí se divisan las ciudades de Cuenca y Azogues, y las parroquias de El Valle, Baños, Quingeo, Llaoco, Cojitambo, Sinincay, San Miguel, Santa Rosa, San Cristóbal, Jadán e innumerables caseríos.

I.2 TEMPERATURA

La información considerada es la correspondiente a la Estación Ucubamba y por medio de la relación temperatura-altura, establecida con información de varias



estaciones de la cuenca del río Paute, se determinaron las temperaturas para una altura media de la zona del relleno. Con respecto al comportamiento de la temperatura en la zona, mencionaremos lo siguiente:

En cuanto a temperaturas medias mensuales, el período de información disponible va desde el año 1969 hasta el 1993, en cuyo lapso la temperatura media mensual ha sido de 15.7 °C, con una máxima de 17.4 °C en marzo de 1983 y una mínima de 13.3 °C en agosto de 1991 en la estación de Ucubamba y una media de 14°C, con extremos máximo y mínimo de 15.7 °C y 11.6 °C en los mismos meses, en la zona del relleno. A efectos de tener una mejor idea sobre el comportamiento esperado de la temperatura en la zona de implantación del relleno, a continuación se incluye un cuadro con las posibles variaciones de las temperaturas medias para un 95% de probabilidad de ocurrencia:

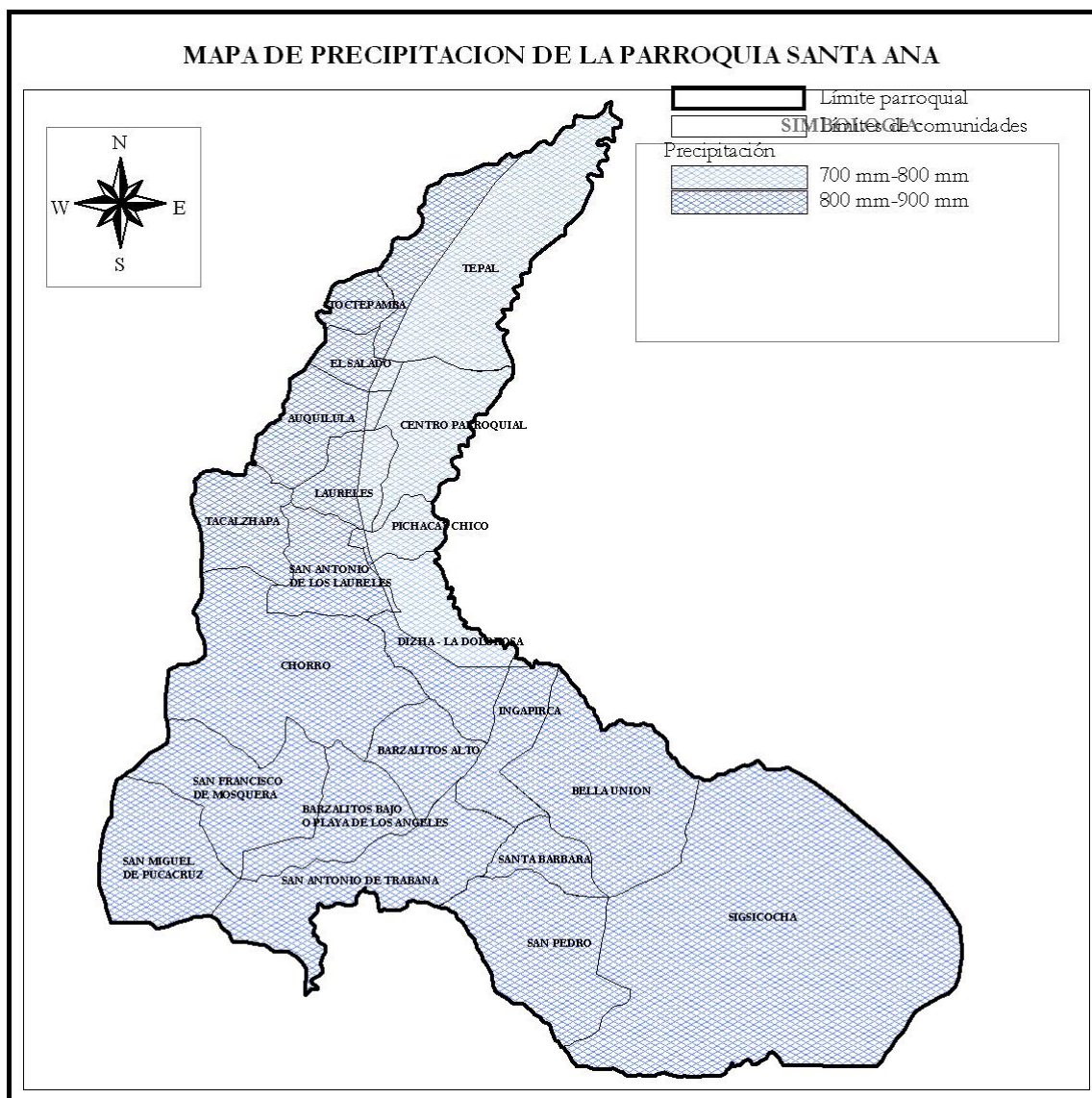
TABLA I-1 Temperatura Media Durante los Meses del Año

Probabilidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	
95%	De	13.3	13	13.1	13.3	13.1	12.6	11.7	11.5	12.5	13	13	13.2
	A	15.7	15.8	15.7	15.2	15.2	14.5	14.3	14.8	14.3	15.3	15.8	15.8

Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.



FIG. I-2 Mapa de Precipitación de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

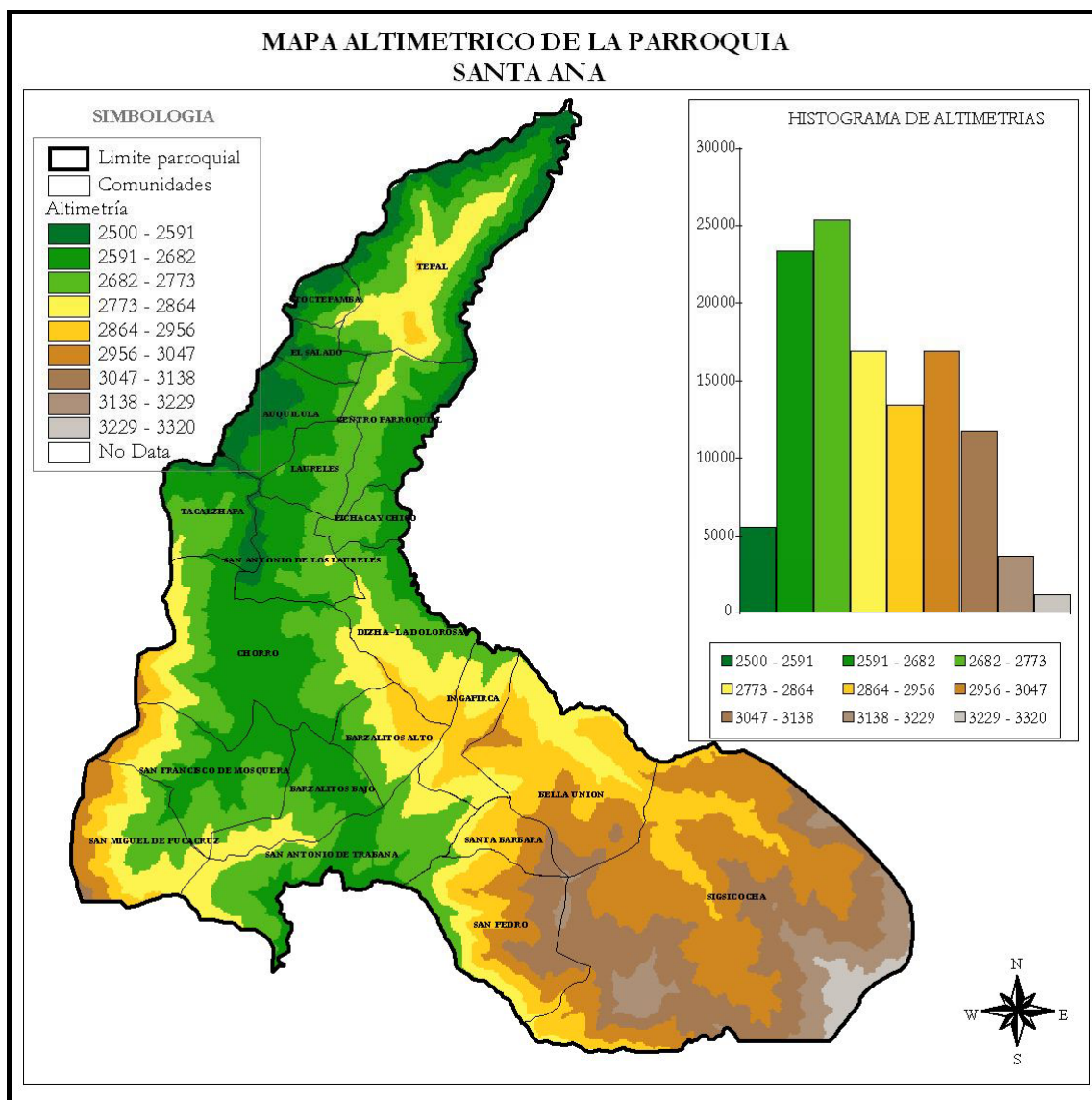
Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

I.3 ALTITUD



La parroquia Santa Ana presenta altitud variable entre los 2500 a 3320msnm como se puede apreciar a continuación.

FIG. I-3 Mapa Altimétrico de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.



I.4 GEOLOGIA

Las rocas más viejas de la geología de Santa Ana son de edad cretácica. Son materiales sedimentarios correspondientes a zonas de discordancia, o sea se trata de capas de diferente grosor, compuestas desde fragmentos más bien gruesos que paulatinamente se afinan hasta contener sedimentos de textura fina. Estas capas discordantes son de la formación Yunguilla, del piso Maestrichtiano. Estos materiales se distribuyen de norte a sur a todo lo largo del territorio parroquial.

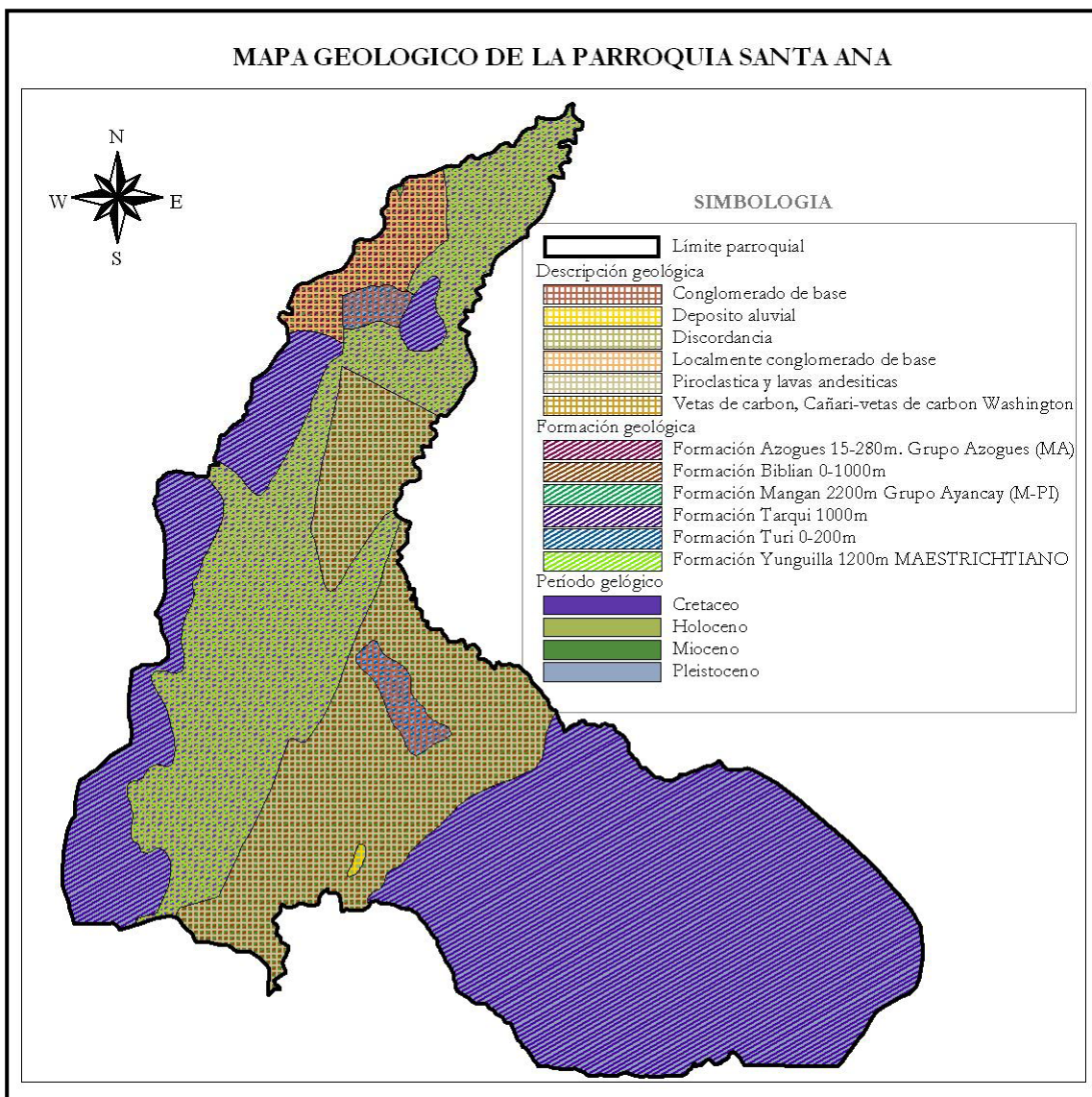
Las rocas de Edad Miocénica están representadas por dos formaciones estratigráficas, hacia el norte de la parroquia, del lado izquierdo de las de edad cretácica pertenecen al Grupo Azogues de la Formación Azogues y son estratos de hasta 280 metros de espesor de conglomerados de base. Hacia la derecha de las rocas cretácicas, prácticamente en el mismo centro de la parroquia se encuentran estratos de hasta 1000 metros de espesor pertenecientes a la Formación Biblián, representados por piroclastos y lavas de composición andesítica, igualmente de edad miocénica. Como cuestión peculiar se reportan unos 9 900 m² de cuadrados de vetas de carbón hacia el extremo norte de estos depósitos micénicos sobre la zona de la afluencia de la Quebrada Cuscungo con el Río Quingeo.

Las rocas de edad Cuaternaria, son depósitos continentales pertenecientes al Pleistoceno y hasta más recientes del Holoceno. Los depósitos pleistocénico se corresponden mayormente con la estratigrafía de la formación Tarqui. Estos se ubican en los costados extremos de la parroquia y en menor medida en el centro, intercalados entre las rocas de edad cretácica y Miocénica. Una pequeña área pleistocénica esta representada estratigráficamente por depósitos de la formación Turi.



Litológicamente ambos están constituidos por conglomerados de base.

FIG. I-4 Mapa Geológico de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana. Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

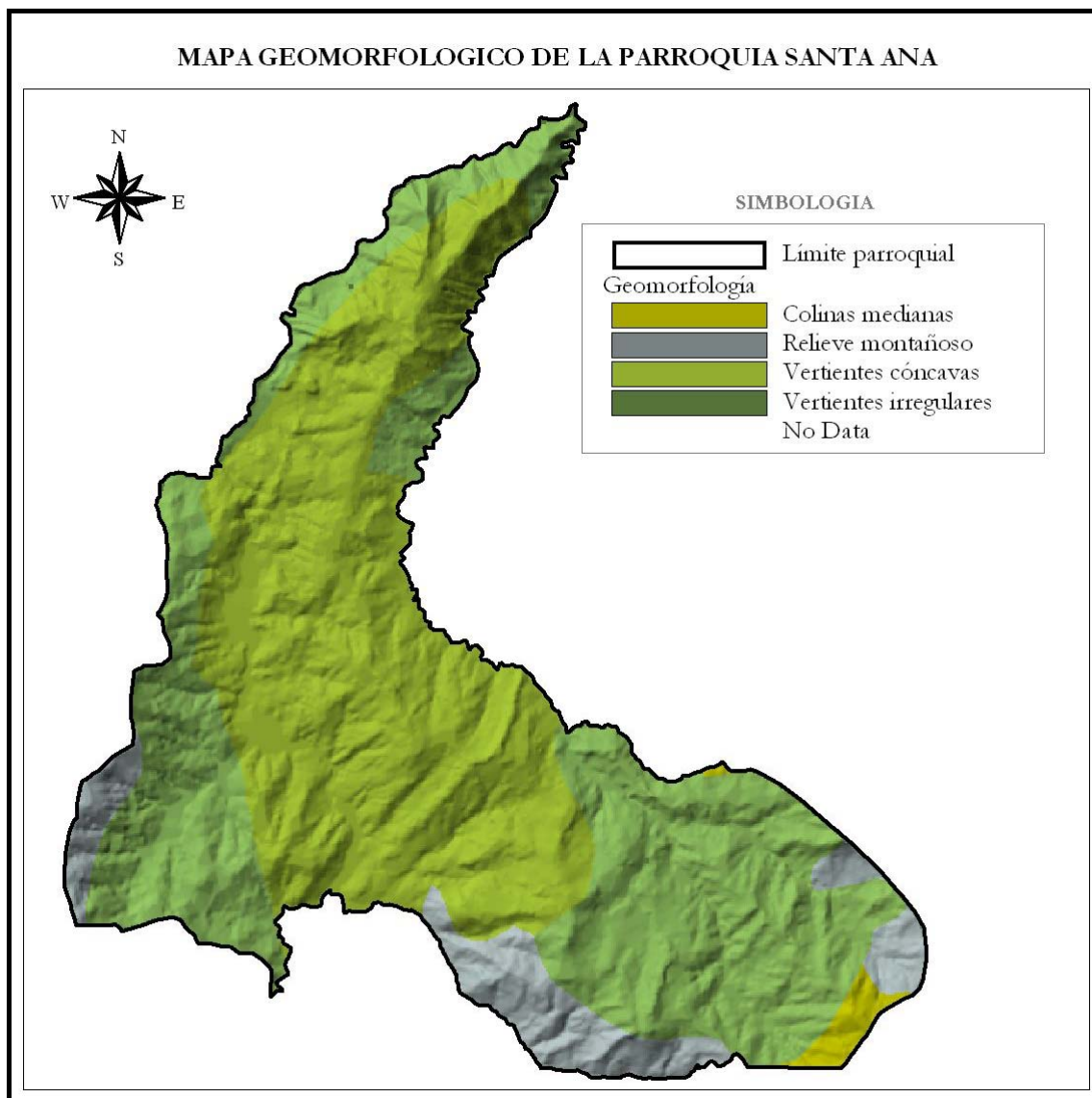
Los materiales más jóvenes de la parroquia son depósitos aluviales del Holoceno y, en el mapa geológico solo son



visibles en una pequeña área en la margen derecha de la quebrada carnero a su paso por la localidad de San Antonio de Trabana.

La geomorfología de la parroquia Santa Ana mayoritariamente aparece identificada en el mapa geomorfológico como del tipo vertientes cóncavas tal cual corresponde a los relieves labrados sobre materiales piroclásticos. Por la razón de su consecuencia con la roca subyacente se desarrolla este tipo de relieve sobre las rocas de edad miocénica aunque también se reporta sobre las de edad cretácica.

FIG. I-5 Mapa Geomorfológico de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: AEE Almanaque Electrónico Ecuatoriano

En menor magnitud también se presentan relieves de vertientes que el mapa no alcanza a precisar dándole el nombre de vertientes irregulares sobre las zonas de rocas de edad cuaternaria y hasta Miocénica. Con sentido este a oeste toda la zona perimetral de la parte sur de la parroquia se distingue relieve caracterizado como montañoso correspondientes con las altimetrías superiores a los 3 200 de altitud.



I.5 INFRAESTRUCTURA VIAL

Dentro del territorio en estudio existen una vía de primer orden, la Cuenca - Sigsig, cuya longitud es de 67,16 km, la afección de este elemento al territorio, considerando un ancho de vía de 22 m, sería de 147,85 has, a esto hay que añadir que existen vías carrozables de tierra consideradas de segundo orden y que tienen una afección de 108,78 has, además se añade a esto las vías de tercer orden consideras un ancho de vía 7 m para el caso de las vías de verano y 3m para los caminos de herradura, siendo la afección de 242,03 has, dando un total de afección de 498,66 has y que necesariamente deberán ser descontadas del total de la superficie que serán destinadas para el desarrollo de actividades productivas no degradativas. En la TABLA I-2 se presenta un resumen de jerarquías viales y la afección que representa:

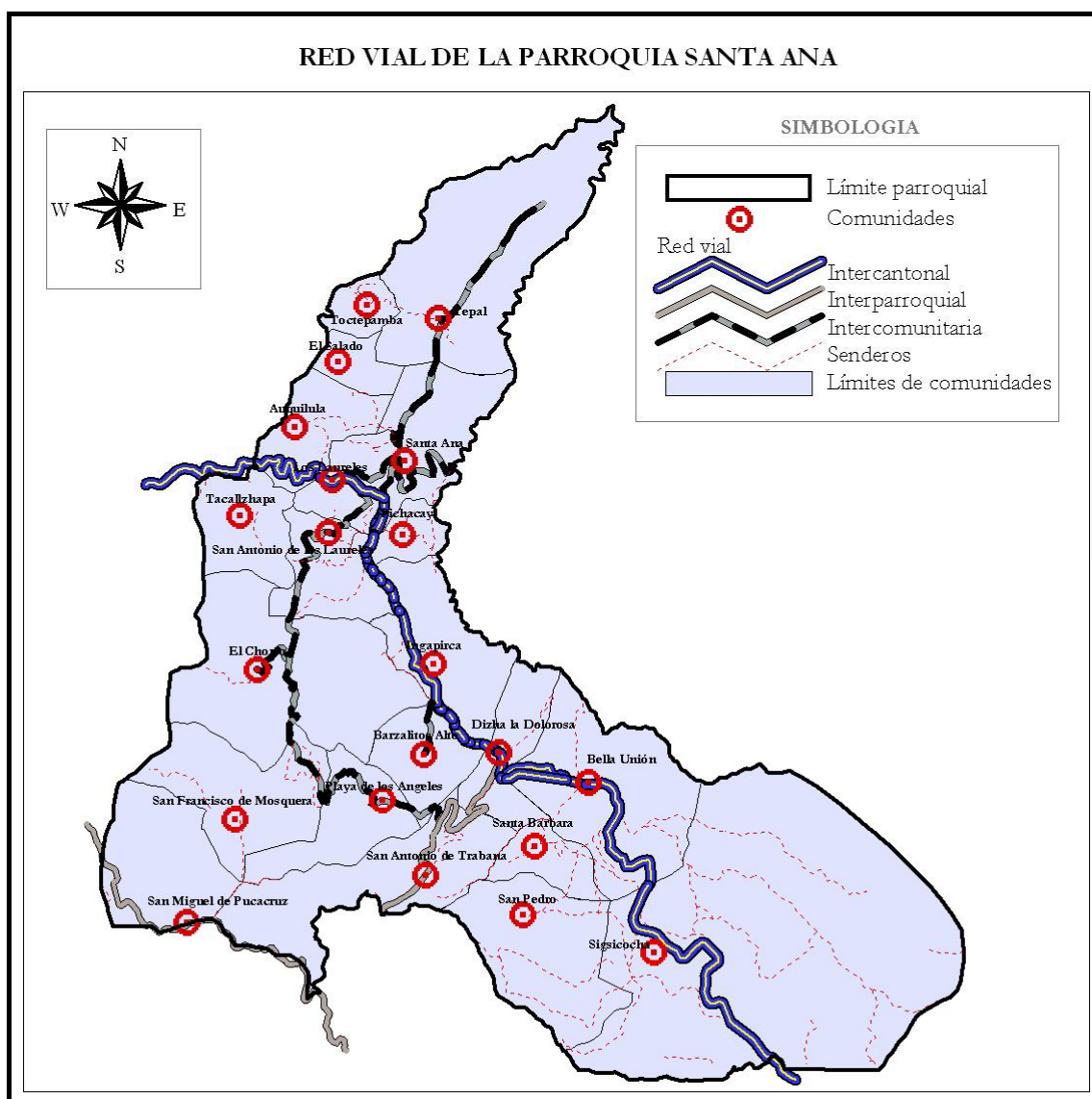
TABLA I-2 Jerarquías Viales

Afección	Jerarquía Vial	Longitud (Km)	Área (Has)
22 m	1er Orden (Carrozable - asfaltada)	16,59	3650
7 m	2do Orden (Carrozable - tierra)	9,36	6,55
7 m	3er Orden (Vías de verano - tierra)	14,60	10,22
3 m	3er Orden (Senderos, caminos de herradura)	63,07	18,92
Total		103,62	72,19

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

FIG. I-6 Red Vial de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

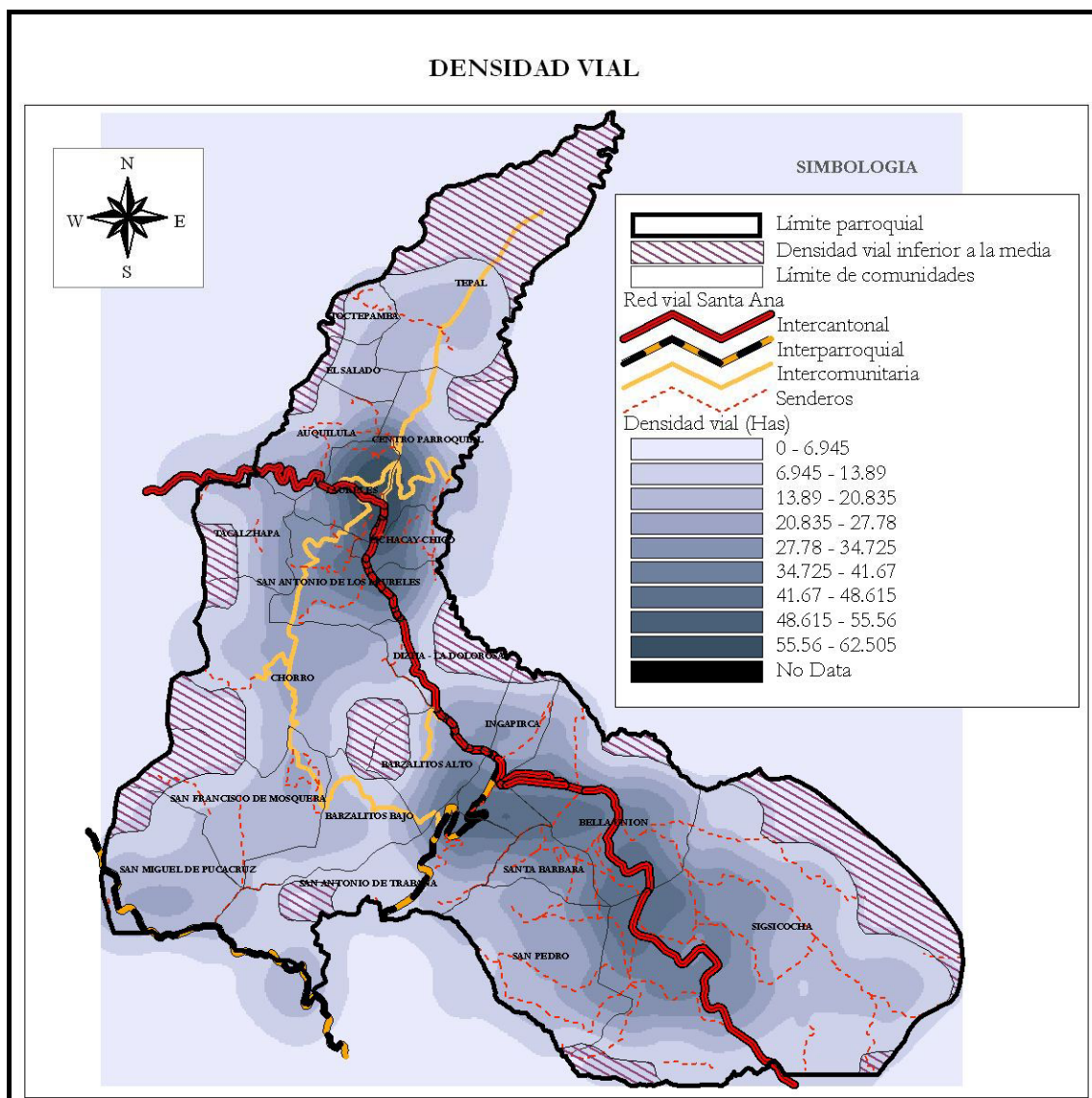
I.5.1 Densidad Vial

La densidad vial es un indicador muy importante que permite apreciar las zonas en las que se concentra la mayor cantidad de Km. de vías por Hectárea, en el



siguiente mapa se observa una zona con densidad vial inferior a la media parroquial la cual abarca unas 903,04 Has. Que representan el 19% de la superficie total de la parroquia.

FIG. I-7 Densidad Vial



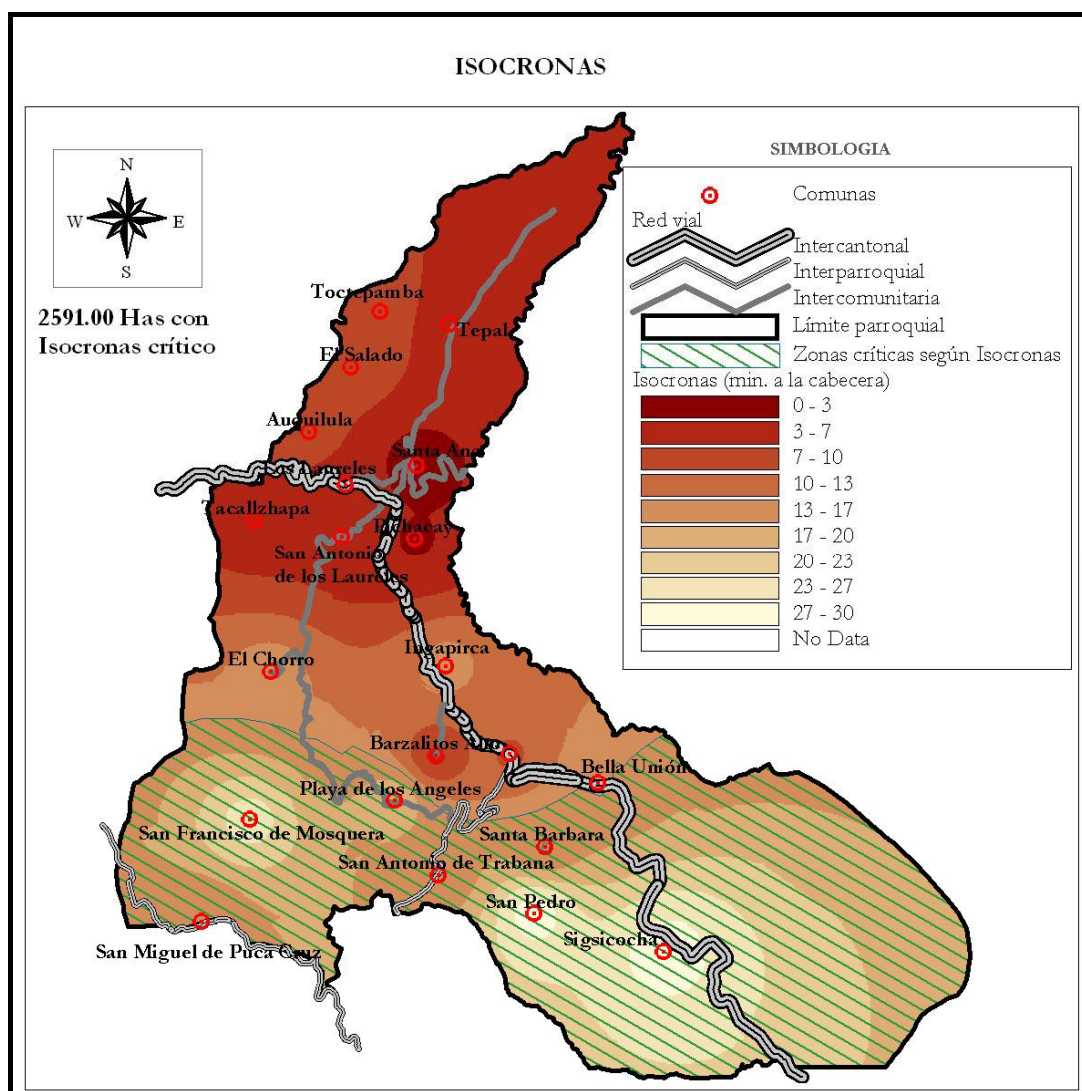
Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

I.5.2 Isócronas



A través de este indicador podemos conocer cuales son las comunidades más *alejadas* según el tiempo, que se emplea para acceder a cada comunidad desde la cabecera. De acuerdo al mapa que se expone a continuación se aprecia que un área equivalente al 46,3% se encuentra emplazada en una zona de sombra por debajo de la media parroquial, Y si nos fijamos en el siguiente gráfico, podemos apreciar casos como el de las comunidades de: San Francisco de Mosquera, San Pedro y Sigsigcocha requieren de mayores tiempos para llegar a estas desde la cabecera.

FIG. I-8 Isócronas





Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

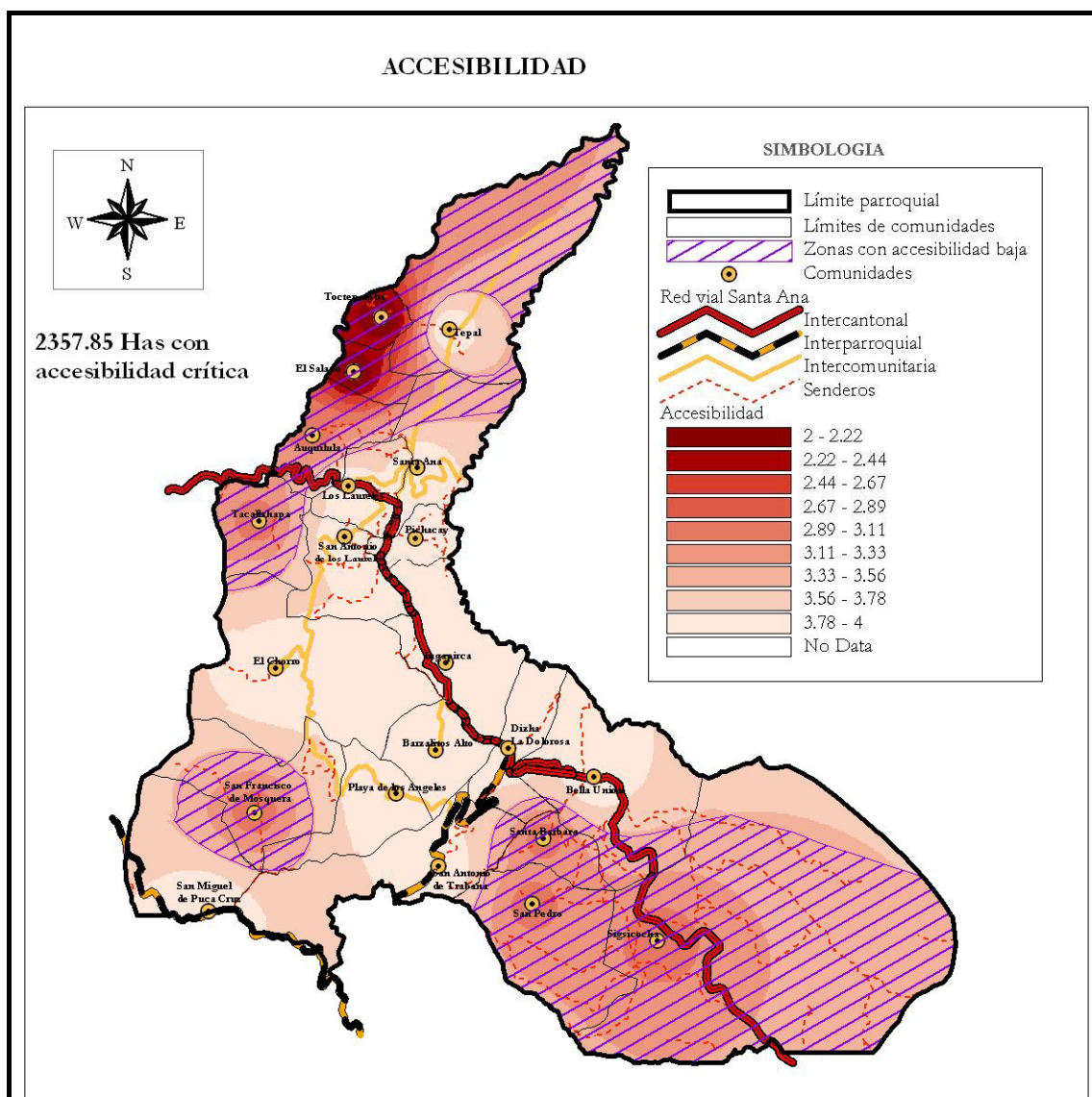
I.5.3 Índice de Accesibilidad

Este indicador es el resultado del análisis de la distancia de los asentamientos a la red vial, el tipo de vía, y el estado de la vía.

$$\text{Índice de Accesibilidad} = ((\text{Distancia de los asentamientos a la vía más próxima} + \text{Tipo de vía o jerarquía vial} + \text{Estado de la vía}) / 3)$$

Según este análisis se estableció que la parroquia tiene un **49,8%** (2357,85 Has) que se encuentran en zonas con una accesibilidad por debajo de la media parroquial

FIG. I-9 Accesibilidad



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

1.5.4 Índice de Conectabilidad

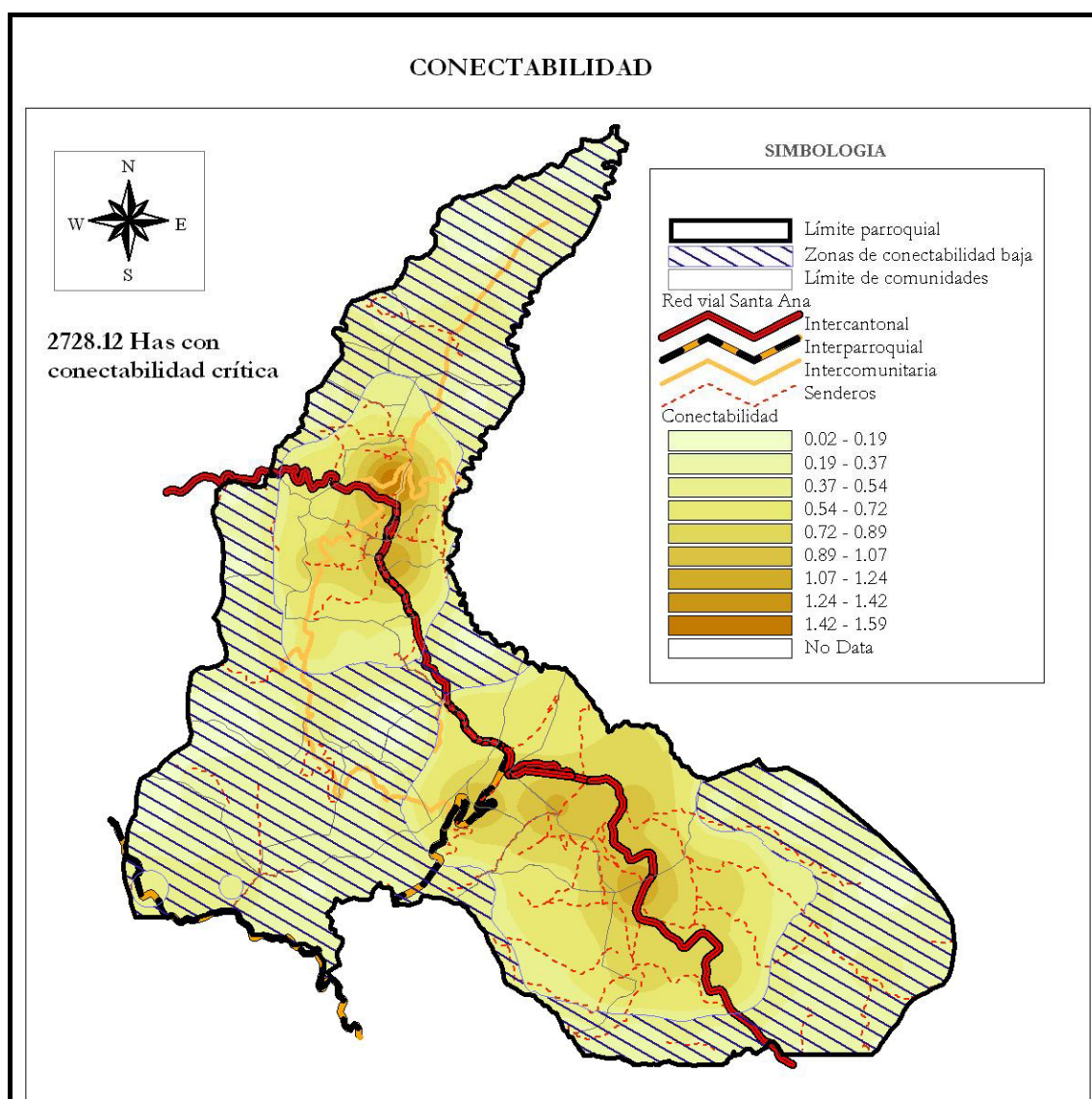
Este indicador de transporte se define como la longitud de vías en un área determinada dividida para el perímetro de la misma.

$$\text{Índice de Conectabilidad} = (\text{long. de vías}) / (\text{perímetro})$$



Para el caso de Santa Ana, el porcentaje de área con una conectabilidad inferior a la media parroquial alcanza el **57,6%** (2728,12 Has), lo que significa que más de la mitad de la parroquia no posee un adecuado sistema vial que permita el flujo de tráfico.

FIG. I-10 Conectabilidad



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

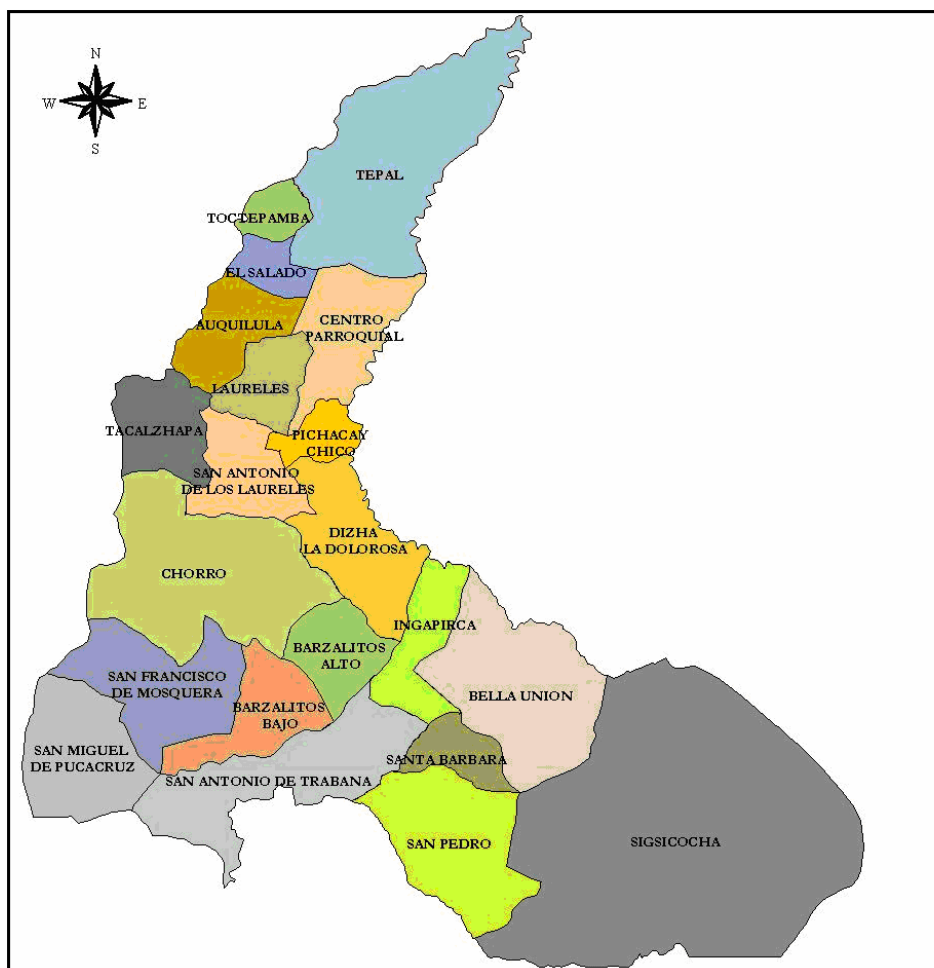
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.



I.6 AREA SUPERFICIAL

La parroquia Santa Ana ocupa una extensión aproximada de **4737 Has.** distribuidas en 21 unidades espaciales (Figura 5), con una superficie media de 225.59 Has, en donde se destacan la comunidad de Sigsicocha como la más grande con 1153.9 Has y Toctepamba como la más pequeña con 46.8 Has.

FIG. I-11 Comunidades de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.



Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

FIG. I-3 Tamaño de las Comunidades de la Parroquia Santa Ana

TAMAÑO DE LAS COMUNIDADES		
Comunidades	Población	Superficie Has
Sigsicocha	111	1153,99
Tepal	309	440,78
El Chorro	213	419,85
Bellaunión	535	326,67
San Antonio de Trabana	231	281,36
San Pedro	194	256,48
San Francisco de Mosquera	207	229,43
San Miguel de Pucacruz	189	207,94
Dizha - La Dolorosa	111	196,04
Centro Parroquial	451	166,39
Barzalitos Bajo	116	139,33
San Antonio de los Laureles	154	127,91
Talcazhapa	111	127,32
Auquilula	192	122,82
Ingapirca	478	114,37
Barzalitos Alto	204	111,31
Laureles	224	91,34
Santa Barbara	269	71,38
Pichacay Chico	286	54,70
El Salado	154	51,07

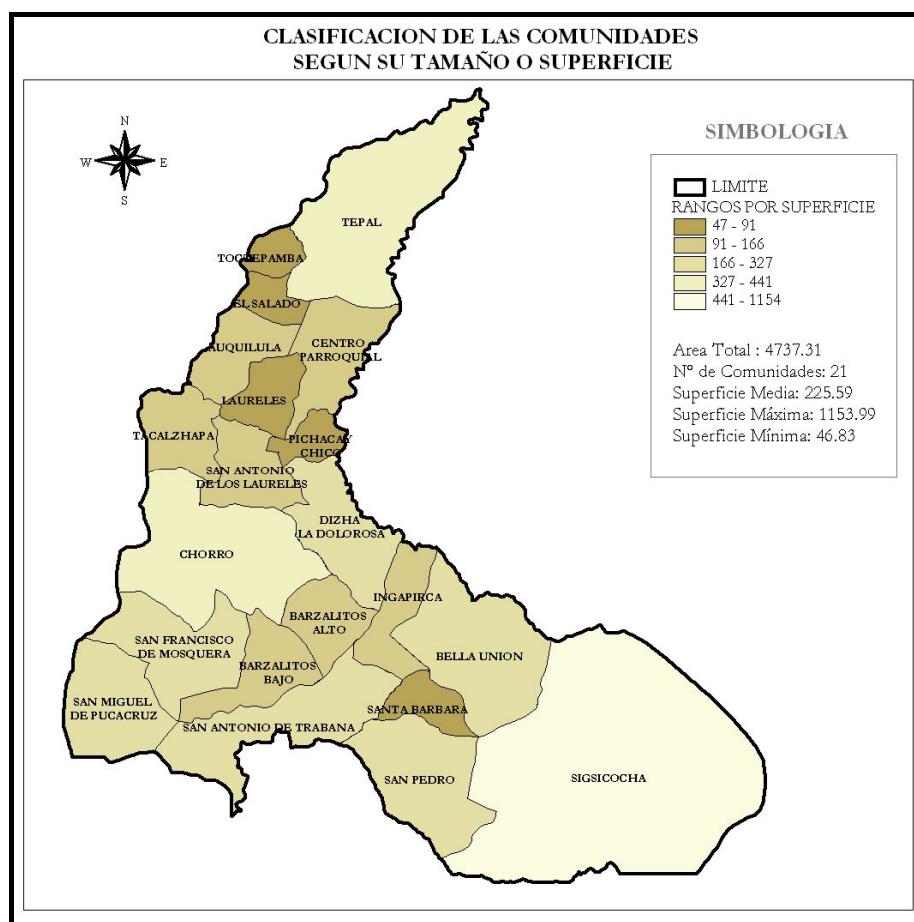


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Toctepamba	102	46,83
Total	4841	4737,31

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
 Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

FIG. I-12 Clasificación de las Comunidades según su Tamaño o Superficie



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
 Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

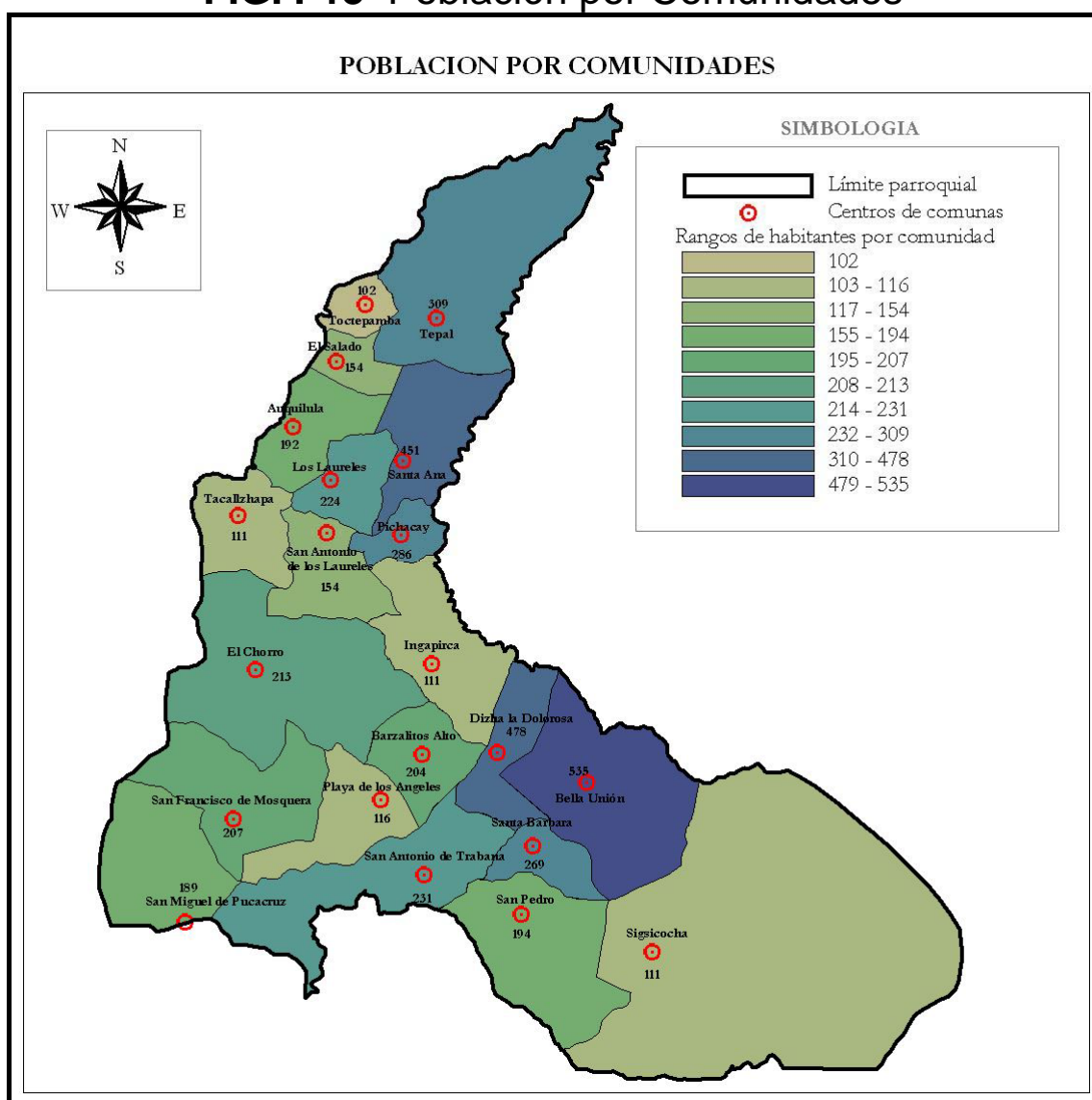
I.7 INDICADORES SOCIALES



I.7.1 Población por comunidades

La parroquia tiene una población de 4841 habitantes, con una media de 231 habitantes por comunidad, siendo la comunidad de Bella Unión la más poblada con 535 habitantes y la menos poblada con una población de 102 habitantes es la comunidad de Toctepamba.

FIG. I-13 Población por Comunidades



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

La población se halla estructurada de la siguiente manera: 47% pertenece al sexo masculino y 53% al sexo femenino, por lo que esta parroquia posee un índice de feminidad de 113 mujeres por cada 100 hombres, cifra que se debe en gran medida a la migración que presenta la parroquia.

TABLA I-4 Población por Sexos

POBLACIÓN POR SEXOS		
Indicador	Número	Porcentaje
Hombres	2274	47%
Mujeres	2567	53%
Total	4841
Índice de feminidad	113 por c/100 mujeres hombres	

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

Otra característica importante de la población es que apenas el 17 % de la misma tiene edades que van de los 50 años en adelante, mientras que un 83 % es menor a 50 años lo que nos permite hablar de una población joven, siendo el rango de edad predominante el comprendido entre los 15 y 49 años con el 46% del total de la población.

La parroquia de Santa Ana registran una tasa de crecimiento parroquial del 1.0 % anual, se estima que la población incrementara de acuerdo a la siguiente tabla, de mantenerse las condiciones y tendencias actuales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA I-5 Proyecciones de la Población por Comunidades

PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN POR COMUNIDADES					
Comunidades	Tasa de Cr.	Población			
		2004	2007	2010	2014
Ingapirca	0,010	478	492	507	528
Tepal	0,010	309	318	328	341
Toctepamba	0,010	102	105	108	113
Centro Parroquial	0,014	451	470	490	518
Auquilula	0,010	192	198	204	212
Laureles	0,010	224	231	238	247
Pichacay Chico	0,010	286	295	304	316
Talcazhapa	0,010	111	114	118	123
San Antonio de los Laureles	0,010	154	159	163	170
El Chorro	0,010	213	219	226	235
San Francisco de Mosquera	0,010	207	213	220	229
Barzalitos Bajo o Playa de los Angeles	0,010	116	120	123	128
Barzalitos Alto	0,010	204	210	217	225
San Miguel de Pucacruz	0,010	189	195	201	209
San Pedro	0,010	194	200	206	214
Santa Bárbara	0,010	269	277	286	297
Bella Unión	0,010	535	551	568	591
Sigsicocha	0,010	111	114	118	123
Dizha - La Dolorosa	0,010	111	114	118	123
El Salado	0,010	154	159	163	170
San Antonio de Trabana	0,010	231	238	245	255



Total	4841	4993	5150	5368
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

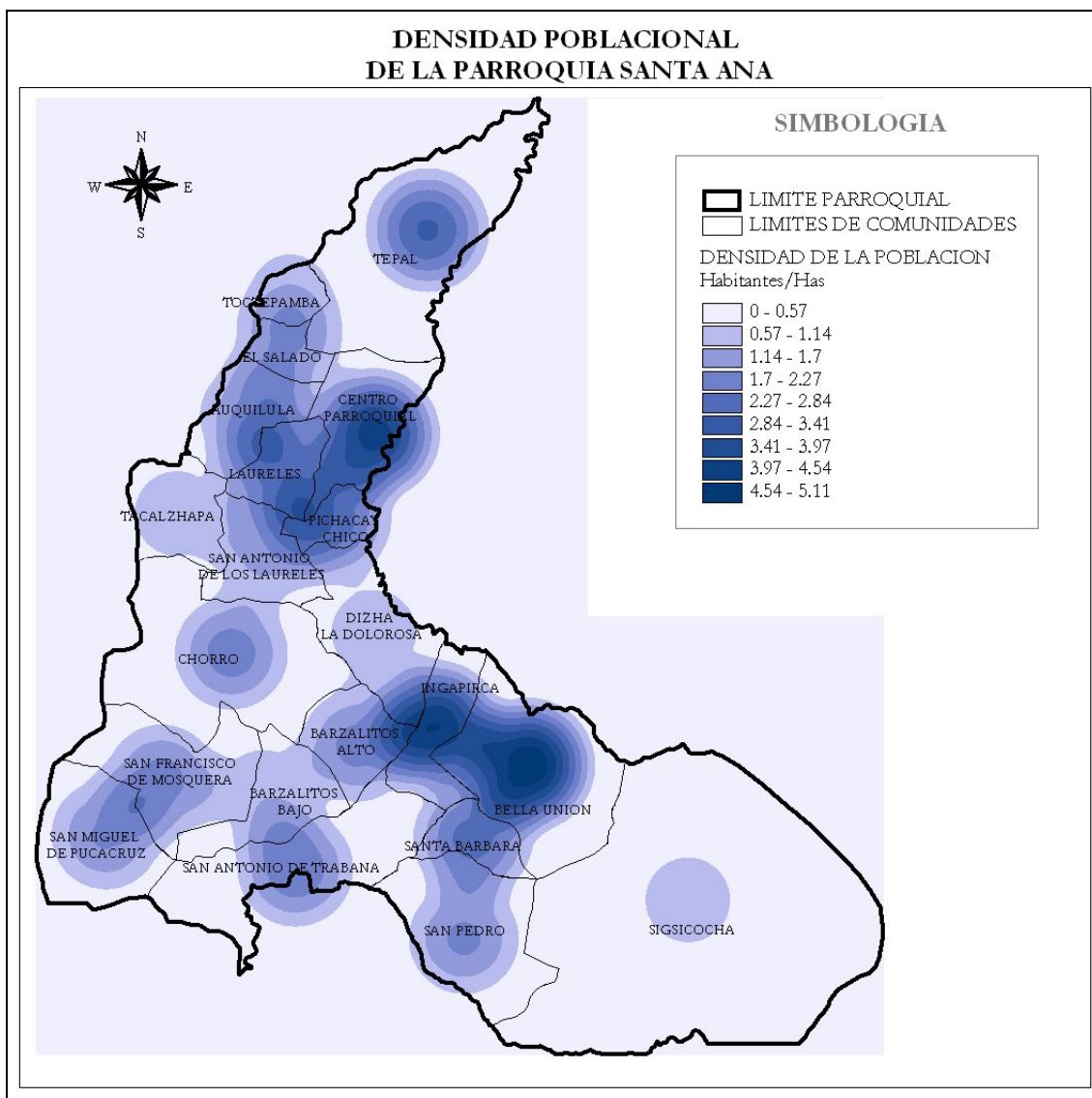
Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

I.7.2 Densidad de la población por comunidades

La Cabecera parroquial y las comunidades aledañas como Pichacay Chico, conforman una de las zonas más densificadas de la parroquia, otra zona que evidencia densificación es la zona comprendida entre las comunidades de Ingapirca y Bella Unión.

FIG. I-14 Densidad Poblacional de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

TABLA I-6 Densidad Poblacional por Comunidades

DENSIDAD POBLACIONAL POR COMUNIDADES			
		Superficie	
Comunidades	Población	Has	Densidad
Ingapirca	478	114	4,18
Tepal	309	441	0,70



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Toctepamba	102	47	2,18
Centro Parroquial	451	166	2,71
Auquilula	192	123	1,56
Laureles	224	91	2,45
Pichacay Chico	286	55	5,23
Talcazhapa	111	127	0,87
San Antonio de los Laureles	154	128	1,20
El Chorro	213	420	0,51
San Francisco de Mosquera	207	229	0,90
Barzalitos Bajo o Playa de los Ángeles	116	139	0,83
Barzalitos Alto	204	111	1,83
San Miguel de Pucacruz	189	208	0,91
San Pedro	194	256	0,76
Santa Bárbara	269	71	3,77
Bella Unión	535	327	1,64
Sigsicocha	111	1154	0,10
Dizha - La Dolorosa	111	196	0,57
El Salado	154	51	3,02
San Antonio de Trabana	231	281	0,82
Total	4841	4737	1,02

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

Santa Ana muestra dos zonas que concentran la población y los servicios; la zona del Centro parroquial y la zona

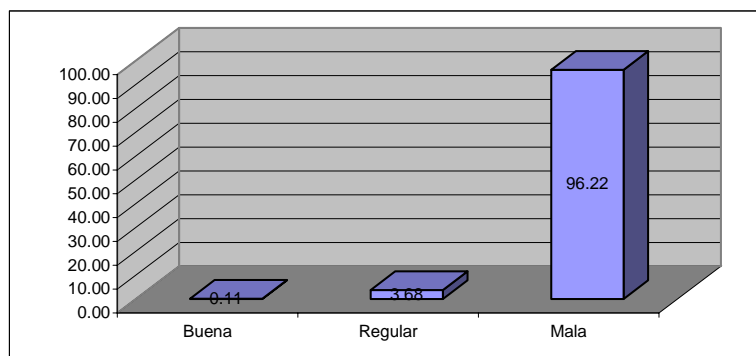
conformada por las comunas de La Dolorosa, Santa Bárbara, Bella Unión y Barzalitos.

Así también se aprecia que existe una zona que posee una conexión débil con su entorno y sería la conformada por las comunidades que se encuentran al suroeste de la parroquia.

I.7.3 Número de Viviendas

En la parroquia, según la encuesta de caracterización de la parroquia SIL se registró un total de 1294 viviendas y 1182 familias, lo que da una correspondencia de 1,1 viviendas por familia y un alto porcentaje de tenencia propia de la vivienda lo cual implicaría una fortaleza en este ámbito. Sin embargo existe un cierto número de construcciones que están abandonadas debido a la emigración, otro grupo de viviendas que se encuentran en mal estado y otro grupo que no posee las condiciones mínimas de calidad pues no cuentan con los espacios mínimos ni con los servicios básicos. A continuación se incluye un gráfico de la calidad de la vivienda elaborado por el PYDLOS, que considera a los materiales del piso, pared y techo de la vivienda como indicadores que posibilitan señalar el carácter heterogéneo de las viviendas ubicadas en Santa Ana.

FIG. I-15 Calidad de Vivienda



Elaboración: PYDLOS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fuente: Encuesta de “Carnetización y Categorización” (2001)

TABLA I-7 Vivienda, Pobreza y Hacinamiento

VIVIENDA , POBREZA Y HACINAMIENTO				
Indicador	Medida	Fuente	Año	%
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	% (pob. total)	Censo	2001	36,7
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	% (pob. total)	Censo	2001	85,5
Personas que habitan viviendas con alta dependencia económica	% (pob. total)	Censo	2001	4,6
Personas en hogares con hacinamiento crítico	% (pob. total)	Censo	2001	40,3

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: SIISE, Versión 3.5, 2003, a partir de INEC, Censo de población y vivienda de 2001.

I.7.4 Número de Familias y Hacinamiento

TABLA I-8 Vivienda por Comunidades

VIVIENDA POR COMUNIDADES			
Comunidad	Población	Familias	Viviendas
Ingapirca	478	109	101
Tepal	309	74	74



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Toctepamba	102	25	25
Centro Parroquial	451	118	106
Auquilula	192	50	72
Laureles	224	56	48
Pichacay Chico	286	69	69
Talcazhapa	111	28	28
San Antonio de los Laureles	154	38	30
El Chorro	213	42	77
San Francisco de Mosquera	207	52	73
Barzalitos Bajo o Playa de los Angeles	116	26	22
Barzalitos Alto	204	50	69
San Miguel de Pucacruz	189	47	48
San Pedro	194	45	45
Santa Bárbara	269	73	74
Bella Unión	535	137	152
Sigsicocha	111	20	50
Dizha - La Dolorosa	111	23	47
El Salado	154	33	34
San Antonio de Trabana	231	67	50
Total	4841	1182	1294

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local.

En Santa Ana el 0.11 % de los hogares poseen una vivienda que está considerada como buena; el 3.68 % de los hogares tiene una vivienda catalogada como regular; y,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

el 96.22% de hogares registra una vivienda de malas condiciones. (Ver Foto I-1 hasta Foto I-2)

Si bien, las construcciones típicas del sector rural, son expresiones de modos de vida de las familias, son a la vez espacios donde encontramos pobreza e indigencia.



Foto I-1 Vivienda Moderna



Foto I-2 Vivienda tradicional



Foto I-3 Viviendas del Centro Parroquial



Foto I-4 Vivienda Tradicional

I.7.5 Educación

La parroquia Santa Ana cuenta con una importante infraestructura educativa, existe un programa de alfabetización parroquial, 9 escuelas de las cuales 7 pertenecen a la REAR, existe un colegio presencial y a



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

distancia. Sin embargo existen ciertos problemas que disminuyen la calidad de la educación como el alto índice de analfabetismo y deserción escolar, de acuerdo a los datos del último Censo de Población realizado por el INEC, indican que apenas el 2,2% de la población culmina la secundaria y únicamente el 1,1% tiene instrucción superior. La falta de apoyo y supervisión de los padres en la educación de sus hijos, la dificultad de poder llegar a los centros educativos debido a un deficiente servicio de transporte dentro de la parroquia se suman a los problemas educativos de la parroquia.

Del total de la población estudiantil de la parroquia aproximadamente un 80 u 85% estudian dentro de la parroquia, mientras que el 15 y 20% restante se traslada a la ciudad de Cuenca debido a su proximidad.

TABLA I-9 Índices de Analfabetismo

EDUCACIÓN				
Indicador	Medida	Fuente	Año	Cantidad
Analfabetismo	% (15 años y más)	Censo	2001	18,6
Analfabetismo - hombres	% (15 años y más)	Censo	2001	11,5
Analfabetismo - mujeres	% (15 años y más)	Censo	2001	24,5
Analfabetismo funcional	% (15 años y más)	Censo	2001	40,4
Escolaridad	Años de estudio	Censo	2001	3,4
Primaria completa	% (12 años y más)	Censo	2001	30,5
Secundaria completa	% (18 años y más)	Censo	2001	2,2



Instrucción superior	% (24 años y más)	Censo 2001	1,1
Tasa bruta de asistencia básica	% (5 a 14 años)	Censo 2001	90,4
Tasa bruta de asistencia primaria	% (6 a 11 años)	Censo 2001	118,3
Tasa bruta de asistencia secundaria	% (12 a 17 años)	Censo 2001	30,5
Tasa bruta de asistencia superior	% (18 a 24 años)	Censo 2001	3,3
Tasa neta de asistencia básica	% (5 a 14 años)	Censo 2001	76,9
Tasa neta de asistencia primaria	% (6 a 11 años)	Censo 2001	90,9
Tasa neta de asistencia secundaria	% (12 a 17 años)	Censo 2001	23,1
Tasa neta de asistencia superior	% (18 a 24 años)	Censo 2001	2,1

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: SIISE, Versión 3.5, 2003, a partir de INEC, Censo de población y vivienda de 2001.

I.7.5.1 Niveles Educativos

Preprimario

En la Parroquia existen 7 Centros de Desarrollo Infantil, con 17 profesores de los cuales 10 son capacitados y 7 no capacitados a donde acuden 254 niños de edades comprendidas entre los 0 a 6 años de edad.

Primario

Existen 9 Escuelas, con 42 profesores, 1017 alumnos con una media de 24 alumnos por cada profesor.



Secundario

El Colegio Técnico “Daniel Hermida” es la única institución de este tipo con la que cuenta la parroquia.

I.7.5.2 Nivel de analfabetismo

De la información registrada en la encuesta SIL nos indican que en la parroquia existen 310 personas analfabetas que representan el 6.4% de la población total, de las cuales 115 pertenecen al sexo masculino y 195 corresponden al sexo femenino.

I.7.6 Salud

De acuerdo a los talleres, visitas que se efectuaron en las comunidades se detectaron problemas y deficiencias en el área de la salud, en donde sobresalen:

- Falta de atención permanente.
- No existe una farmacia en la parroquia.
- No hay capacitación oportuna en cuanto a salud preventiva y salud curativa
- Desvalorización de la medicina tradicional.
- Deterioro del medio ambiente.
- Carencia de recursos económicos para la inversión por parte de la comunidad.

De acuerdo a datos obtenidos del Censo “CATEGORIZACIÓN Y CARNETIZACIÓN”, Parroquia Santa Ana, elaborado por el Consejo de Salud, Universidad de Cuenca, PYDLOS, 1999. En la parroquia las enfermedades que reciben más atención médica son las de tipo respiratorio que afectan aproximadamente un 32% de la población y en segundo lugar se encuentran las enfermedades gastrointestinales con un 14%, todas estas enfermedades están asociadas a las condiciones de



pobreza y hacinamiento en las que vive la parroquia, lo cual también impide que puedan acceder fácilmente a la atención médica.

I.7.7 Infraestructuras Hidrotécnicas

Red agua potable

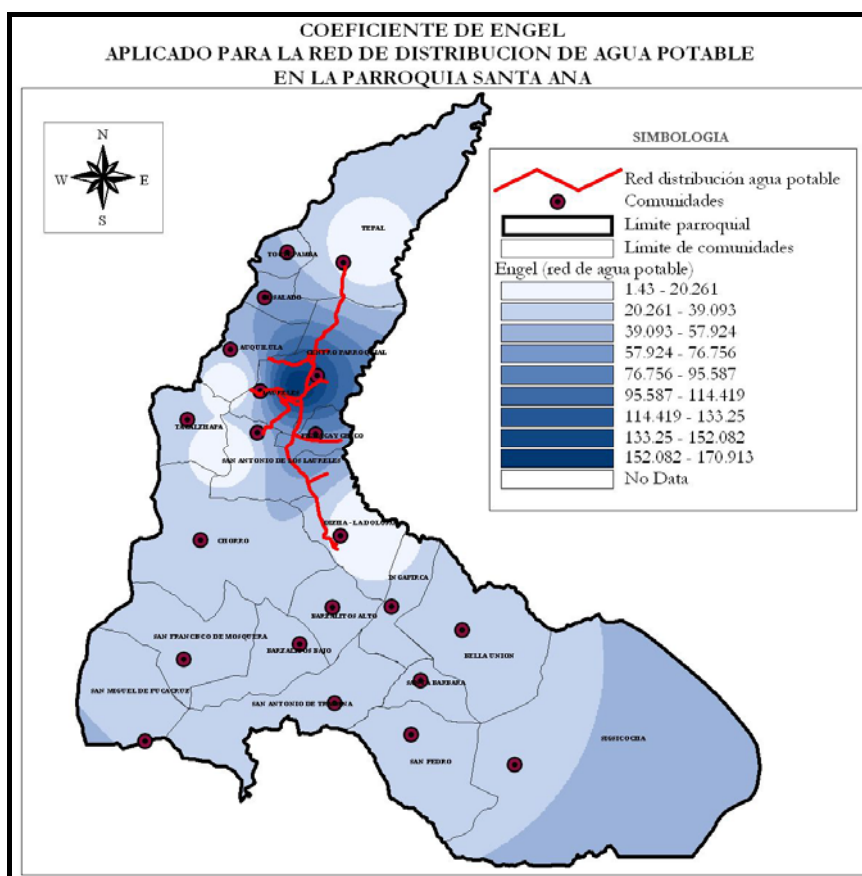
El sistema de agua de la parroquia Santa Ana está basado en dos procesos, el primero es una Planta Piloto de Potabilización, cuya capacidad alcanza los 5 l/s en invierno y 3 l/s en verano, esta agua es apta para el consumo humano ya que diariamente se realizan análisis en la planta y una vez por semana por parte de ETAPA, por lo que se garantiza el adecuado servicio a gran parte de la parroquia y a todo el centro parroquial.

El segundo sistema de agua consta en el Almacenamiento del Agua en Tanques en los que cada cierto tiempo se coloca cloro líquido para su desinfección, cabe anotar que este sistema no es el más adecuado para el tratamiento de agua para el consumo humano.

Fuentes de agua

El agua se capta en los límites de las cuatro parroquias, Santa Ana, San Bartolo, Zhidmad, San Juan, en vertientes naturales luego es conducida a través de tubería de P.V.C. a la planta de potabilización en donde atraviesa los procesos de adaptación para su consumo.

FIG. I-16 Red de Distribución de Agua Potable en la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – SIL Sistema de Información Local, ETAPA

Alcantarillado Sanitario

La parroquia solo cuenta con algunos ramales de alcantarillado sanitario en el Centro Parroquial, en el resto de las comunidades no existe un sistema de alcantarillado sanitario, ni para evacuación de aguas lluvias, ni planes para su ejecución a corto plazo. La disposición de excretas se realiza en la siguiente forma: Letrinas sin arrastre de



agua, Inodoros con descarga a pozo de absorción y “Fecalismo al aire libre.

I.7.8 Movimientos Migratorios

La migración al exterior, es la que afecta en mayor medida a la población masculina joven o adulta, sumando 176 personas el total de migrantes hacia el extranjero (Estados Unidos, Italia y España). Entre la población femenina se observa una migración cíclica, comportamiento que se explican en la parroquia por la corta distancia entre esta y la ciudad de Cuenca, que influye en el comportamiento de su permanencia en el territorio (que puede ser de carácter temporal), a pesar de ciertos intervalos de edades que registran aumento de la población (retorno de la migración).

Con respecto a la migración diaria (movimiento pendular) en la parroquia es hacia la ciudad de Cuenca. La cíclica semanal o mensual hacia la costa y el oriente.

I.7.9 Principales fuentes de ingresos de la población

De acuerdo a datos obtenidos por el INEC del censo realizado en el año 2001, existe un 38% de población económicamente activa PEA, la mayor parte se desempeña en actividades artesanales y por cuenta propia (actividades agroproductivas). Además se realizan labores como el tejido de sombreros, especialmente, se trabajan los llamados sombreros de chillo, asimismo existen algunas comunidades que se dedican a la fabricación de tejas. Las principales categorías de actividades a las que se dedica la población son: “obrero”, “chofer y trabajador de servicios” y la de “educador, empleado y afines”. En la actualidad gran parte de la población de Santa Ana trabaja en la ciudad de Cuenca ya que por su cercanía y la existencia de un servicio de transporte medianamente eficaz permiten el



flujo de la población hacia la cabecera cantonal en busca de un a oportunidad más estable que las que existen dentro de su parroquia.

I.7.10 Organización Parroquial

Dentro de la Parroquia Santa Ana existen diferentes organizaciones e instituciones que vienen apoyando para su desarrollo, entre las más sobresalientes se encuentran:

- Junta Parroquial
- Comunidades
- Cooperativa de Agua
- Padres de familia
- Tenencia Política
- Subcentro de salud
- CINTERANDES
- Consejo de pastoral
- Consejo Provincial.
- ETAPA
- EMAC
- Municipalidad de Cuenca.
- REAR
- MAG
- CREA
- INIAP
- Consejo Provincial.
- Corporación Financiera
- Universidades
- Ministerio de Obras Públicas.
- Ministerio de Salud Pública
- Ministerio del Ambiente

I.7.10.1 Sistema Organizativo:

La parroquia está liderada por el organismo seccional autónomo representada por la Junta Parroquial, que es el



gobierno local en la parroquia, sus funciones, atribuciones y competencias están definidas en la Ley Orgánica de las Juntas Parroquiales. Esta Junta fue electa por votación popular el 21 de Mayo del 2000 y posesionada el 10 de agosto del mismo año, a partir del cual viene estructurando un proceso de Desarrollo Humano Sustentable. Este proceso permite entrelazar y/o coordinar con las diferentes organizaciones y/o grupos en el ámbito parroquial como: Cooperativa de agua potable y sus diferentes comités; Consejo de Pastoral; Liga Deportiva Parroquial; Redes Amigas - REAR; Sector de la Salud; Asociación de Productores Orgánicos APOSA; Corporación de mujeres "Sembrando el Futuro"; Escuela para el desarrollo alternativo - escuela de líderes/as adultos y niños/as; grupos de jóvenes y con las diferentes comunidades. Estas últimas cuentan con su propia estructura organizacional representada en sus respectivos Comités Promejoras elegidos.

I.7.10.2 Fuentes de Financiamiento: Recursos Económicos

Cuentan con tres vías de financiamiento, que administra directamente la Junta Parroquial.

- Presupuesto por parte del Estado
- Presupuesto participativo entregado por la Municipalidad de Cuenca.
- El 5% de la tasa de servicios ambientales. La EMAC (empresa municipal de aseo de cuenca) entrega mensualmente a la Junta, siendo un monto aproximado anual de 230.000 USD.

I.7.11 Debilidades de la parroquia

La parroquia se presenta las siguientes debilidades:



- Falta de coordinación entre instituciones internas y externas.
- Escasa participación activa de mujeres y jóvenes en el proceso de desarrollo.
- No existen programas y/o proyectos que revaloricen la cultura e identidad dentro de la parroquia.
- Desconocimiento de la historia y cultura de la parroquia
- Aculturización, pérdida de valores éticos y morales.
- Escasos espacios sociales y culturales en la parroquia y comunitario.
- Incremento de la migración, con la consecuente afectación, o impacto al funcionamiento familiar.
- Deficiente infraestructura sanitaria (alcantarillado, letrinas, espacios animales).
- Alcoholismo, pandillas, delincuencia y sus consecuencias en la familia y la paz ciudadana.
- Los análisis de vialidad arrojan los siguientes porcentajes de desequilibrio en zonas de sombra correspondientes por debajo de las medias parroquiales: densidad vial 19.1%, Índice de Engels 58.2%, conectabilidad 57.6%, accesibilidad 49.8%, isócronas 46.3%
- El modelo horizontal de poblamiento presenta asimetrías en la distribución de las poblaciones y en el peso jerárquico de las mismas que deben ser analizados para su corrección de acuerdo a los análisis del SPT.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA I-10 Demandas de la Parroquia Santa Ana

DEMANDAS	1ra necesidad	2da necesidad	3ra necesidad	TOTAL	Nº de COMUNIDADES
	Nº habitantes	Nº habitantes	Nº habitantes	Nº habitantes	
Agua Potable	1311	102	0	1413	8
Alcantarillado	1011	309	305	1625	6
Caminos - Puentes	102	207	303	612	4
Capacitación a Líderes	0	0	189	189	1
Centro de Cuidado Diario	0	300	0	300	2
Centro de Cultura y Recreación	0	0	487	487	3
Crédito Educación (escuela, colegio, etc)	0	269	759	1028	3
Empleo o Ingresos	0	0	315	315	2
Letrinización	0	478	116	594	6
Organización o Aso. Comunitaria	265	647	478	1390	1
Otros[1]	0	0	309	309	6
Planificación Familiar	305	1306	0	1611	1
Puesto Médico o Médico	0	286	0	286	5
	787	0	653	1440	



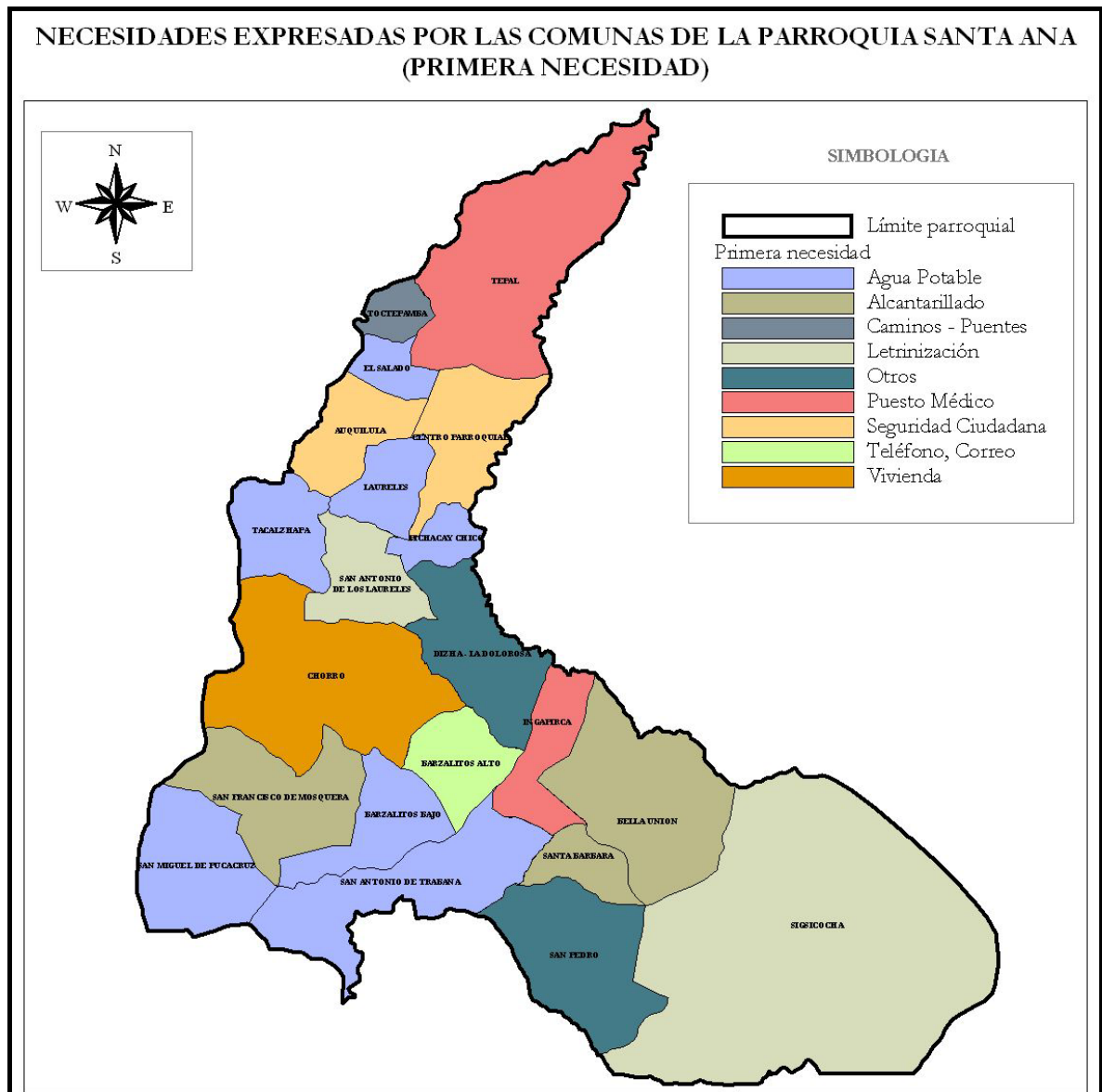
Seguridad Ciudadana	643	111	269	1023	4
Teléfono, Correo, etc.	204	826	635	1665	6
Vivienda	213	0	451	664	2

[1] OTROS INCLUYE: Infraestructura de riego, Casas Comunales, Canchas de Uso Múltiple, Retén Policial y Capacitación para mejoramiento de la producción agropecuaria

Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca -Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

FIG. I-17 Necesidades de las Comunas de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

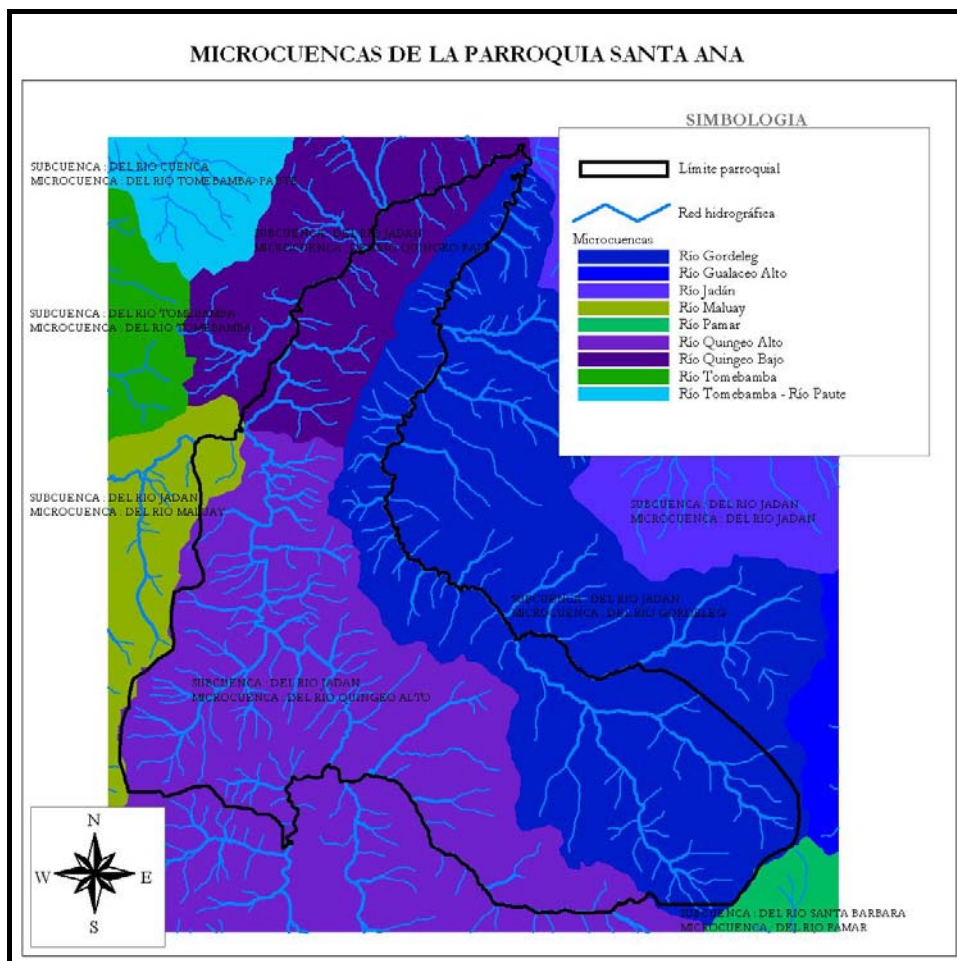
Fuente: I. Municipalidad de Cuenca -Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

I.8 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Un grave factor limitante para el desarrollo, es la carencia de fuentes de abastecimiento de agua para todos los usos, siendo el de mayor incidencia para uso doméstico, lo que determina que en periodo de estiaje, se tiene que racionar y volver discontinua la distribución de agua potable

Hidrología: Cuencas y Subcuencas

FIG. I-18 Microcuencas de la Parroquia Santa Ana



Elaboración: I. Municipalidad de Cuenca - Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.

Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia Santa Ana.



CAPITULO II

ANTECEDENTES, DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO, ANALISIS DEL REGISTRO DE USUARIOS Y CONSUMOS, ORGANIZACIÓN, TARIFAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Este capítulo comprende una descripción general de las distintas unidades que integran la Planta de Tratamiento “Bella Unión”; los usuarios del sistema y sus consumos, el tipo de servicio que se da a la comunidad con su respectiva organización para concluir con la operación y mantenimiento del sistema.

II.1 ANTECEDENTES

La construcción de la Planta de Potabilización “Bella Unión” de la parroquia Santa Ana se realizó en dos etapas. La primera inició en el año de 1992, mediante un convenio entre la comunidad de la Parroquia Santa Ana, con la Empresa “Etapa” y el organismo “Ayuda en acción”, durante esta primera etapa se construyeron un Filtro Grueso de grava de Flujo Ascendente y dos Filtros Lentos con lecho de Arena.

Con el paso del tiempo se vio necesario la ampliación de la planta debido al exceso de lodo que se acumulaba en los filtros lentos, lo que producía una baja carrera, y una baja eficiencia en la retención de color y turbiedad, por lo que adicionalmente se construyó una unidad de mezcla, floculación y un sedimentador con el objetivo de optimizar el funcionamiento de los filtros y en definitiva mejorar la calidad del agua de salida de la planta. La construcción de esta segunda etapa empezó en el año 1998, mediante un convenio entre la Empresa “Etapa” y la Comunidad.



II.2 DESCRIPCION GENERAL DEL SERVICIO

El Sistema de Agua Potable existente, abastece de manera discontinua (únicamente por algunas horas al día), a una población del orden de los 1842 habitantes correspondientes a las comunidades de Ingapirca, Centro Parroquial, Dizha la Dolorosa, Tepal, Barzalito y San Antonio de Trabana. Próximamente abastecerá a las comunidades de Toctepamba y Playa de los Ángeles que están en proyecto sumando en total una población abastecida de 2067 habitantes.

El Sistema está integrado por 10 captaciones, 3 Líneas de Conducción, una Planta de Tratamiento, 3 Tanques de Reserva y la Red de Distribución cuya evaluación está fuera del alcance de este estudio.

II.2.1 Fuentes de Abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua para la Planta de Tratamiento son diez correspondiendo a afloramientos subterráneos conocidos como vertientes, cinco de ellas se encuentran ubicadas en el Sector Serragpamba al sureste de la Planta de Tratamiento aproximadamente a 4,3km, mientras que las otras cinco pertenecen al Sector de Cuncay ubicado a una distancia de 3,8km también al sureste de la Planta de Tratamiento. En la FIG. II-1 se puede apreciar la ubicación de las captaciones con respecto a la planta de tratamiento.

En cada vertiente existe una estructura de captación. En el capítulo V se detallan más a fondo todas las estructuras de captación.

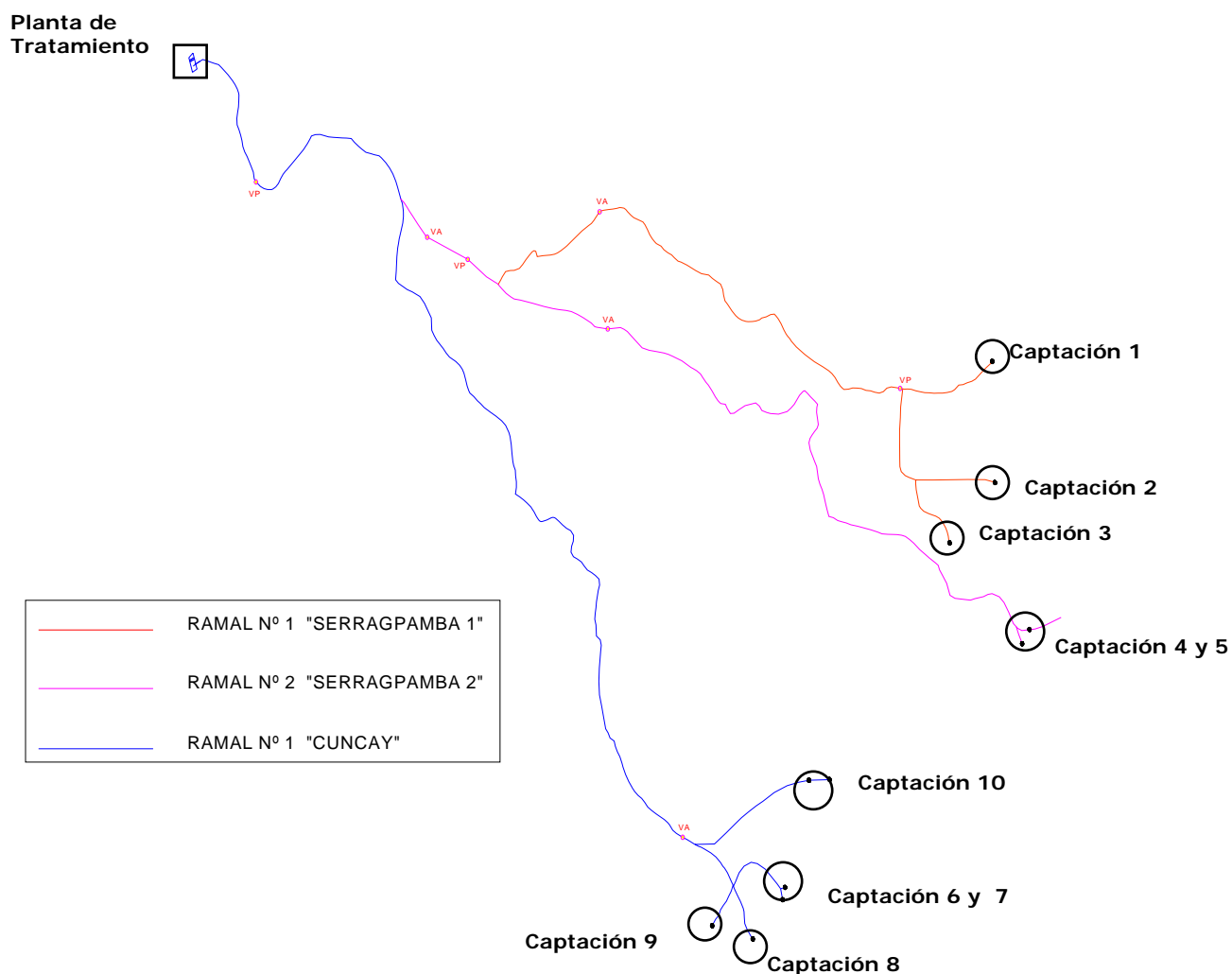


FIG. II-1 Esquema de Captaciones y Conducciones

II.2.2 Conducción

La conducción es a gravedad y está compuesta por tres ramales de tubería de PVC que llevan el agua desde las diferentes captaciones hacia la planta de tratamiento.

El primer ramal, denominado "Serragpamba 1" consiste en una tubería de PVC de 90mm diámetro y 3600m de



longitud, este ramal conduce el agua proveniente de las captaciones 1,2 y 3 correspondientes a este sector.

El segundo ramal, denominado “Serragpamba 2” consiste en una tubería de PVC de 90mm diámetro y 3225m de longitud, este ramal conduce el agua proveniente de las captaciones 4 y 5 de este sector.

Los dos ramales anteriores se unen formando uno solo mediante una tubería de PVC de 110mm y 525m de longitud.

El tercer ramal denominado “Cuncay” esta formado por una tubería de PVC de 63mm de diámetro y 4600m de longitud, conduce el agua proveniente de las cinco captaciones del sector “Cuncay. Este ramal intersecta a la unión de los dos anteriores formando una sola línea de conducción que llega hasta la planta, este último tramo tiene una longitud de 1400m y es de PVC de 90mm de diámetro.

En la FIG. II-1 se pueden apreciar las diferentes líneas de conducción.

II.2.3 Planta de Tratamiento

La planta se encuentra ubicada en el sector de “Bella Unión a 2990.37 msnm.

El caudal de diseño se ve limitado por el tamaño de la unidad de floculación la cual permite un caudal máximo de 6 l/s, si no se tuviera este limitante podría trabajar con un caudal de 8 l/s que es el caudal que soportan los filtros lentos.

En general la planta cuenta con las siguientes unidades de tratamiento:



- Una cámara de medición de caudal de agua cruda, y una unidad de floculación, de gradiente decreciente. Se utiliza como coagulante sulfato de aluminio. Se dispone de un tanque de preparación de solución provisto de un agitador vertical de tipo hélice, la solución es conducida a un dosificador del tipo de carga constante y orificio variable. La aplicación del coagulante se realiza en el paramento inferior de un vertedero triangular, que al mismo tiempo sirve para medición del caudal de ingreso.
- Una unidad de sedimentación de placas planas paralelas, con cámara de entrada, canal de recolección y cámara de salida.
- Un Filtro Grueso de Grava, de flujo ascendente, en capas.
- Dos unidades de filtración lenta con lecho de arena, diseño convencional, planta circular.
- Para la desinfección se dispone de una caseta, en la cual se ha instalado un dosificador de cloro gas del tipo de presión en cilindro, el desinfectante se aplica en una cámara de contacto previa a la reserva.
- El efluente de los filtros lentos se conduce a una unidad de reserva de 60 m³ de capacidad, a partir del cual se inicia la distribución.

Como unidades complementarias se dispone de:

- Una unidad para abastecimiento de agua a presión, del tipo hidroneumático, para servicio a la cámara de preparación de solución de coagulante, caseta para



preparación de solución de cloro y a la residencia del operador.

- Una unidad de diseño convencional para lavado y acumulación de arena del lecho filtrante.
- Una residencia para vivienda del operador, uno de cuyos locales sirve de oficina en la que se llevan los registros de operación, medición de caudales, turbiedad y color del agua cruda y tratada.

El sistema con sus unidades y procesos se complementa con accesorios de maniobra y operación y estructuras de desagüe y tuberías de evacuación. La descarga de efluentes de proceso se realiza a una quebrada aledaña a la planta.

A continuación se realiza un listado de todas las unidades de tratamiento, unidades complementarias y estructuras de desagüe pertenecientes a la Planta de Tratamiento, las mismas que se describen más adelante.

Unidades de Tratamiento:

1. Unidad de Floculación de Gradiente Decreciente
 - 1a. Cámara de Medición de Caudal de Agua Cruda
2. Unidad de Sedimentación
 - 2a. Cámara de Entrada al Sedimentador
 - 2b. Canal de Recolección de Agua Decantada
 - 2c. Cámara de Salida del Sedimentador
3. Filtro Grueso de Grava
 - 3a. Cámara de Entrada al Filtro Grueso
4. Filtro Lento de Arena N° 2
 - 4a. Cámara de Entrada al Filtro Lento
 - 4b. Cámara de Salida del Filtro Lento



5. Filtro Lento de Arena N° 1
 - 5a. Cámara de Entrada al Filtro Lento
 - 5b. Cámara de Salida del Filtro Lento
6. Cámara de Contacto para Desinfección.
7. Tanque de Almacenamiento

Unidades complementarias:

8. Caseta de Cloración
9. Caseta para el Hidroneumático
10. Casa de Químicos
11. Laboratorio y Casa del Operador
12. Unidad para el lavado de arena

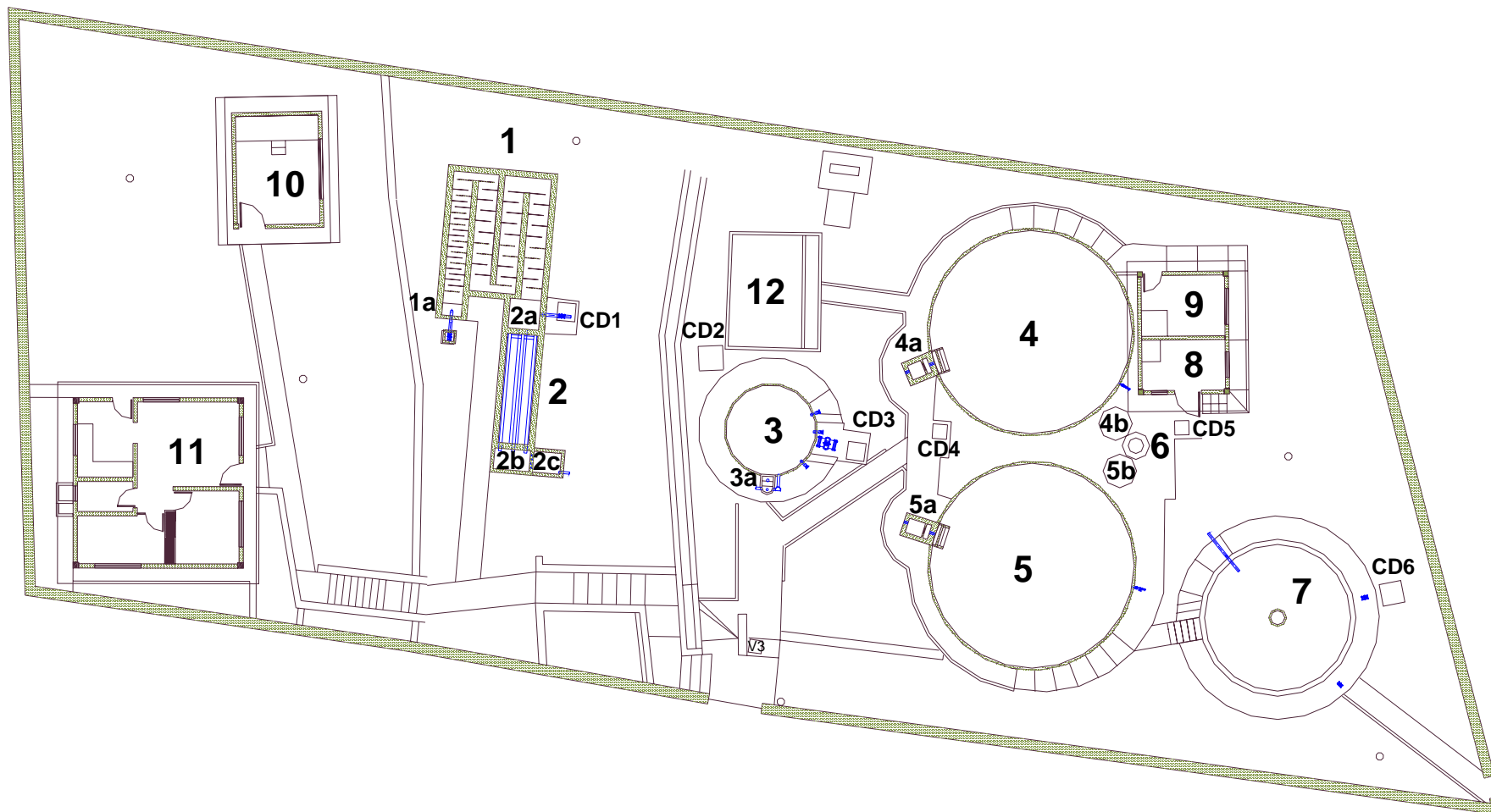
Estructuras de desagüe:

- CD1.** Cámara de Desagüe del Sedimentador y Floculador
- CD2.** Cámara de Desagüe del Sedimentador y Floculador
- CD3.** Cámara de Desagüe del Filtro Grueso
- CD4.** Cámara de Desagüe de Distintas Unidades
- CD5.** Cámara de Desagüe de Filtros Lentos
- CD6.** Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento

En la FIG. II-2 se puede apreciar un esquema de la Planta de Tratamiento con sus distintas unidades.



FIG. II-2 Esquema de la Planta de Tratamiento con todas sus unidades INTEGRANTES





II.2.3.1 Cámara de Medición de Caudal.- El agua cruda llega a la planta desde la conducción, mediante una tubería de PVC de 90mm, su ingreso está regulado por una válvula tipo compuerta que permite su descarga en la cámara de medición de caudal de agua cruda que es de hormigón armado y posee un vertedero triangular de 90° usado tanto para medir el caudal de llegada como para producir mezcla rápida, el vertedero deriva el agua hacia la unidad de floculación en cuya entrada existe un tanque dosificador a gravedad de carga constante y orificio de sección variable, por medio del cual se aplica como ayudante de coagulación la solución de sulfato de aluminio.

Tanque Dosificador de carga constante sobre un orificio de sección variable



Foto II-1 Cámara de entrada a la

II.2.3.2 Unidad de Floculación.- Es hidráulico de flujo horizontal con tabiques conformados por placas planas de asbesto cemento de 1cm de espesor y 60cm de longitud, consta de cuatro zonas con gradiente decreciente, cuyas dimensiones son aproximadamente 4.58m de largo por 0.77m de ancho. En la primera zona la profundidad es de 40cm y la separación entre tabiques de 22 cm, mientras que en las demás zonas estos valores aumentan a 50cm y 40cm respectivamente. Cabe mencionar que la separación



UNIVERSIDAD DE CUENCA

entre tabiques dentro de una misma zona es variable, esto puede deberse a errores constructivos o falta de mantenimiento. Las paredes y fondo de toda la unidad de floculación son de hormigón armado.



Foto II-2 Unidades de Floculación

El agua después de circular alrededor de los tabiques correspondientes a cada uno de los cuatro zonas, pasa a la cámara de entrada del sedimentador que tiene una profundidad de 3.12m, un ancho de 1.20m y un largo de 1.15m; al fondo de esta cámara se encuentra una tubería perforada de HG de 180mm que distribuye el agua flocula a lo largo del sedimentador y por debajo de las placas (Fotos II-3, II-4).



Foto II-3 Cámara de Entrada



Foto II-4 Tubería



En el Plano 17.3.1-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil de la unidad de floculación, y en el Plano 17.3.2-1 se muestran los Cortes y Detalles respectivos.

II.2.3.3 Unidad de Sedimentación.- Existe una sola unidad de sedimentación laminar con placas planas paralelas, de flujo ascendente. El tanque de sedimentación es de hormigón armado y mide 4.2m de largo por 1.23m de ancho y 3.53m de profundidad, en su zona de sedimentación hay 45 placas fijas de asbesto cemento de 1.20m por 1.20m y 10mm de espesor distanciadas interiormente 6cm e inclinadas 60° con la horizontal, formando 44 celdas de sedimentación. El fondo del tanque tiene una ligera pendiente de 6° con la horizontal para permitir que los sólidos puedan depositarse en un pequeño pozo de recolección que se encuentra al final de la pendiente, este pozo tiene una tubería de lavado de HG de 110mm de diámetro que va a la cámara de desagüe y esta conectada a una válvula que regula la salida del agua a través de la misma.



Foto II-5 Unidad de Sedimentación

El agua floculada entra al sedimentador desde su cámara de entrada mediante una tubería de HG de 180mm que se encuentra en su parte inferior debajo de las placas, esta tubería tiene unas perforaciones para



que el agua recogida salga por las mismas y suba por las placas. En la parte superior, el agua después de pasar a través de las placas se recolecta por medio de tres tuberías de HG de 110mm con 55 orificios de 6.35mm de diámetro separados 10cm (Foto II-6) que llevan el agua decantada hacia el canal de recolección que se encuentra a la salida del sedimentador (Foto II-7), el agua pasa del canal hacia una pequeña cámara de salida (Foto II-8) por medio de cuatro orificios de 6cm de diámetro practicados en la pared del mismo, en el fondo de esta cámara se encuentra una tubería de PVC de 90mm que conduce el agua hacia el filtro grueso.

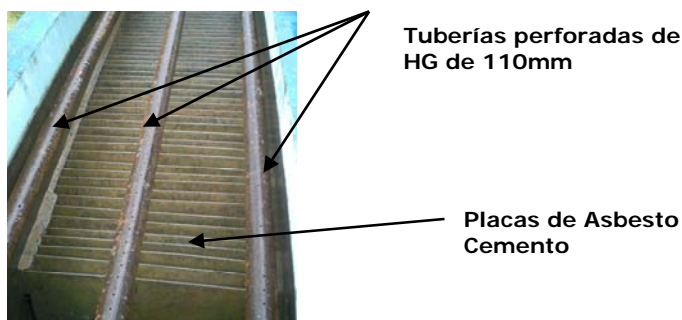


Foto II-6 Tuberías de Recolección de Agua Decantada



Foto II-7 Canal de Recolección

Foto II-8 Cámara de Salida

Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador (CD1).- En la parte lateral de la cámara de entrada al sedimentador (Foto II-5), se encuentra una cámara de desagüe que sirve para el lavado de las unidades de floculación y sedimentación. Tiene forma rectangular y es de hormigón, en su parte superior tiene una tapa de



hormigón y en su parte interior tiene escaleras de acero empotradas a la pared pero son incómodas razón por la cual se utiliza una escalera de madera para bajar. (Foto X-38). Esta cámara se conecta a otra de desagüe CD2 mediante una tubería de hormigón de 200mm de diámetro



Foto II-9 Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador.

Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador (CD2).- junto a la unidad de lavado de la arena, se encuentra una cámara de hormigón a cuyo interior llega el agua del desperdicio del floculador y sedimentador a través de una tubería de hormigón de 200mm de diámetro, el agua pasa desde esta cámara a la desagüe de distintas mediante una tubería de iguales características que la de entrada.

En el Plano 17.3.1-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil de la unidad de sedimentación, y en el Plano 17.3.2-1 se muestran los Cortes y Detalles respectivos.

II.2.3.4 Filtro Grueso de Grava de Flujo ascendente en Capas.- Con el objeto de acondicionar el agua para su tratamiento con filtros lentos, se utiliza un filtro grueso de grava de flujo ascendente en capas. Esta unidad consiste en un tanque circular de ferrocemento, cuyas dimensiones son son: 3.5m de diámetro x 1.95m de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

altura. La granulometría del material de relleno del prefiltro, disminuye conforme asciende el flujo de la siguiente manera:

Capa 1	Grava Gruesa	55cm (Inferior)
Capa 2	Grava Media	35cm (primera)
Capa 3	Grava Fina	35cm (segunda)
Capa 4	Arena Gruesa	60cm (tercera superior)

Cada capa esta separada por mallas para evitar que los materiales se mezclen entre si.

Esta unidad tiene una pequeña cámara de entrada por donde llega la tubería de PVC de 90mm con el agua sedimentada que se recolecta en la cámara para conducir mediante una tubería de HG de 4" el flujo hacia la parte inferior de la unidad inferior ; paralela a la tubería de ingreso existe otra de HG 90mm de diámetro (actualmente en desuso) que permite el ingreso del agua cruda directamente a la cámara de entrada al prefiltro cuando se abre la válvula que regula esta entrada (Foto II-10).



Foto II-10 Entrada a Filtro Grueso de Grava

El agua asciende a través de las diferentes capas de grava y es recolectada en la parte superior del filtro por



medio de dos tuberías perforadas de PVC de 90mm de diámetro que conducen la mitad del caudal de entrada hacia cada uno de los filtros lentos de arena, a la misma altura de estas tuberías existe otra de HG de 90mm que sirve para el rebose y lavado de la parte superior del prefiltro (Foto II-11).



Foto II-11 Salida del Filtro Grueso de Grava y Cámara de Desagüe

Esta unidad está provista de una válvula de compuerta para cierre rápido conectada a una tubería de HG de 270mm (Foto. II-11), la misma que evacúa el agua de lavado a la cámara de desagüe.

Cámara de Desagüe del Filtro Grueso (CD3).- esta cámara sirve para la evacuación del agua de lavado y rebose del Prefiltro, se conecta a la cámara de desagüe de distintas unidades mediante una tubería de Asbesto Cemento de 30cm de diámetro. Está ubicada en la parte frontal del Prefiltro, tiene forma rectangular su mitad inferior es de hormigón y la mitad superior es de ladrillo, tiene una tapa de hormigón.



Foto II-12 Cámara de Desagüe del Filtro Grueso.

En el Plano 17.4.1-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil y los detalles correspondientes al Filtro Grueso, su cámara de entrada y desagüe.

II.2.3.5 Filtros Lentos con Lecho de Arena.- Existen dos unidades de filtración lenta de flujo descendente, cada unidad consta de un tanque de planta circular de ferrocemento de 8m de diámetro y 2m de alto que contiene una capa sobrenadante de agua, un lecho filtrante de 60cm de espesor de arena, soportado por un lecho de grava de 40 cm conformado por capas de 20 cm de tamaño decreciente hacia arriba.



Foto II-13 Vista del Filtro Grueso y los Filtros Lentos de Arena

El agua ingresa a cada filtro mediante una cámara de entrada de hormigón armado dividida en dos tanques por medio de un vertedero triangular de 90° para medir el



UNIVERSIDAD DE CUENCA

caudal de entrada (Foto II-15). El flujo de agua desciende a través de la arena y grava y es recolectado en el fondo del filtro mediante una tubería perforada de PVC 90mm, que lleva el agua de cada filtro hacia su respectivo tanque de salida que tiene forma circular (diámetro de 1.30m) es de hormigón armado y posee tapa de acero; cada uno de estos tanques tiene una tubería de HG de 90mm para el paso del agua filtrada al tanque de cloración y una tubería de lavado de PVC de 90mm que va a la cámara de desagüe de los filtros, el tanque correspondiente al filtro 2 tiene además una tubería de PVC de 90mm que conduce parte del agua filtrada al Hidroneumático. Existe una válvula de interconexión entre los tanque para pasar el agua del uno al otro cuando se realice el retrolenado de uno de los filtros.



Foto II-14 Filtro Lento Arena



Foto II-15 Detalle de Cámara de Entrada a Filtro Lento

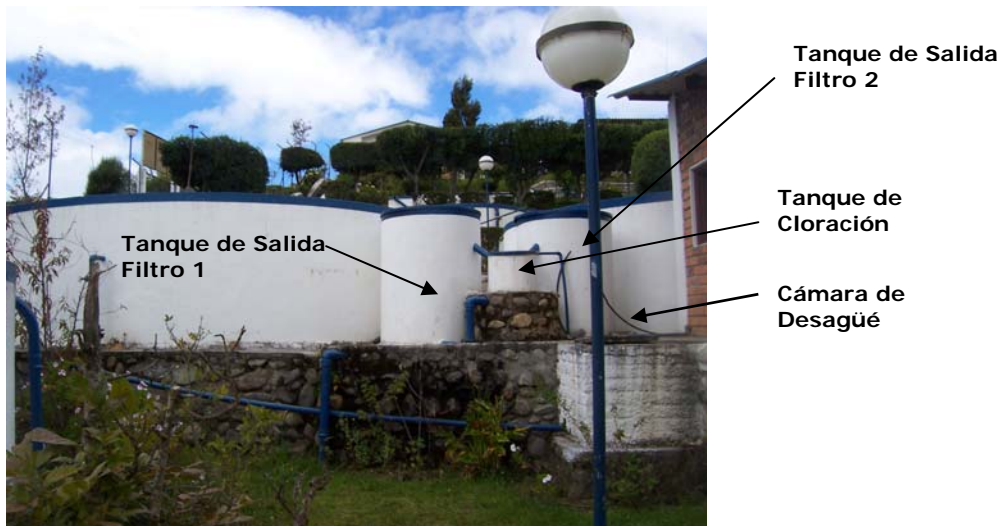


Foto II-16 Tanques de salida de los Filtros Lentos y Tanque de Cloración

Cada filtro lento tiene una tubería de PVC de 50mm, que llega hasta la cámara de desagüe de los filtros, estas tuberías permiten vaciar el filtro para su lavado. Debido a las características del agua cruda y el tratamiento dado en la planta se requiere un lavado de los filtros cada 5 días aproximadamente. Hasta el momento se han desarmado los filtros una sola vez.

El Filtro Lento 2, posee además una tubería de PVC de 90mm para el rebose (Foto II-16), la misma que llega a la cámara de desagüe de distintas unidades.



Foto II-16 Cámara de Entrada Filtro Lento 2 y Tubería de Rebose

Cámara de Desagüe de Distintas Unidades (CD4).- se encuentra a un costado de la cámara de entrada del filtro



UNIVERSIDAD DE CUENCA

lento 2, evacua el agua de lavado del floculador, sedimentador, filtro grueso, cámaras de entrada a los filtros lentos y unidad de lavado de arena y el agua de rebose del filtro grueso y filtro lento 2.



Foto II-17 Cámara de Desagüe de Distintas Unidades.

El agua pasa de esta cámara hacia la de desagüe de los filtros lentos mediante una tubería de hormigón de 20cm de diámetro.

Cámara de Desagüe de Filtros Lentos (CD5).- se encuentra ubicada a la salida de los filtros lentos, sirve para evacuar toda el agua de lavado y rebose que se produce en la planta hacia una quebrada, para ello dispone de una tubería de hormigón de 20cm de diámetro. Tiene forma rectangular su mitad inferior es de hormigón y la mitad superior es de ladrillo, tiene una tapa de hormigón.



Foto II-18 Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En el Plano 17.5.1-1 y 17.5.2-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil de los filtros lentos, las instalaciones y sus correspondientes cámaras de entrada, salida y desagüe.

II.2.3.6 Cámara de Contacto con el Desinfectante.- El agua filtrada pasa a un pequeño tanque circular de asbesto-cemento de 60cm de diámetro por 1.7m de profundidad, en el que el agua filtrada permanece en contacto con la solución de cloro que llega al interior del tanque a través de una tubería de PVC de 25mm, el tiempo de contacto aproximado es de 2 minutos.



Foto II-19 Cámara de Contacto con el Desinfectante.

Tubería de PVC 50mm para adición de la solución de cloro

Tubería de HG 90mm de Salida del Tanque del Filtro 2 a Taque de Cloración



Tubería de HG 90mm de Salida del Tanque del Filtro 1 a Taque de Cloración

Foto II-20 Interior de la Cámara de Contacto con el Desinfectante.

El agua clorada es conducida al tanque de almacenamiento por medio de una tubería de PVC de



90mm de diámetro que se encuentra al fondo del tanque de cloración.

En el Plano 17.5.1-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil de esta unidad.

II.2.3.7 Tanque de Almacenamiento.- Finalmente el agua desinfectada es almacenada en un tanque de reserva circular con cubierta del tipo cúpula de 6m de diámetro por 3m de altura, cuya capacidad es de 60 m^3 , la unidad es construida con ferrocemento de diseño estándar en su parte superior tiene una boca de visita con tapa y cerradura.

La salida del agua almacenada a la red de distribución es por medio de una tubería de PVC de 110mm, además el tanque cuenta con una tubería de PVC de 90mm conectada a una válvula de desagüe que permite mantener el servicio cuando se lave o repare el mismo, y con una tubería de rebose de PVC de 90mm que se encuentra en su interior.



Foto II-21 Tanque de Almacenamiento

Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento (CD6).- al igual que las unidades anteriores el tanque de almacenamiento cuenta también con una cámara de desagüe, ubicada en su parte posterior.



Foto II-22 Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento.

Su forma es cuadrada de hormigón y sirve para evacuar toda el agua de lavado y rebose del tanque hacia una quebrada, para ello dispone de una tubería de hormigón de 20cm de diámetro. Además a esta cámara llega una tubería de PVC de 15cm para fugas de agua debidas a fallas estructurales en la losa del taque en caso de existir.

En el Plano 17.6.1-1 se encuentran las dimensiones en planta y perfil de esta unidad, así como el Detalle de su respectiva Cámara de Desagüe.

II.2.3.8 Caseta de Cloración.- dentro de este lugar se almacenan los cilindros de cloro que se utilizan en la planta y se regula la dosis de cloro gas que se debe aplicar por medio de un dosificador del tipo de presión en cilindro.



Foto II-23 Caseta de Cloración



II.2.3.9 Caseta para el Hidroneumático.- en el interior de esta construcción se encuentra el hidroneumático, que sirve para abastecer de agua a la Planta de Tratamiento, ya que este conduce el agua desde el tanque de salida del filtro 2 hacia la casa del operador, casa de cloración y casa de químicos. En la parte de afuera de esta caseta esta instalado el medidor eléctrico.



Foto II-24 Caseta para el Hidroneumático

II.2.3.10 Casa de Químicos.- Es una pequeña caseta en la que se guardan los costales de sulfato de aluminio en un extremo mientras en el otro se encuentran dos tanques de 500lts de capacidad, cada uno con un agitador de eje vertical del tipo hélice, en donde se prepara la solución de sulfato de aluminio. La mezcla es controlada mediante un tablero eléctrico.



Foto II-25 Casa de Químicos



Foto II-26 Tanques de Preparación de Soluciones de Sulfato de Aluminio

II.2.3.11 Laboratorio.- En la casa del operador existe un espacio destinado a laboratorio en el cual el operador de la planta realiza mediciones diarias de color, turbiedad, encuba muestras de agua de domicilios las mismas que son enviadas al laboratorio de ETAPA para realizar los ensayos bacteriológicos correspondientes, además lleva un registro general de caudales, calidad del agua, operación y mantenimiento de la planta.

Cuenta con:

- Un Equipo Colorímetro HACH DR-700
- Un Turbidímetro HACH 2100P
- Encuvadora para guardar las muestras bacteriológicas.
- Medidor de Cloro Residual
- Libro de Registro de muestreo y operación de la planta.
- Manual de Operación realizado en ETAPA.



Foto II-27 Equipos HACH



Foto II-28 Encuvadora



Foto II-29 Medidor de Cloro Residual

II.2.3.12 Unidad de Lavado de Arena.- se encuentra junto al filtro grueso de grava, esta unidad consiste en una losa rectangular que posee un canal en su extremo para evacuar los lodos, en la parte central se coloca la arena sucia y se lava con manguera y escoba, y en el otro extremo se va acumulando la arena lavada para ser llevada de nuevo a los filtros.



Foto II-30 Unidad de Lavado de Arena



UNIVERSIDAD DE CUENCA

II.2.3.13 Bodega de Materiales.- se encuentra fuera del terreno de la planta. Sirve para guardar diferentes materiales y repuestos que se requieran para realizar reparaciones dentro de la planta, en la conducción, red o en las conexiones domiciliarias.



Foto II-31 Bodega de Materiales

II.3 ANÁLISIS DEL REGISTRO DE USUARIOS Y CONSUMOS:

La Planta “Bella Unión” en estudio, abastece actualmente a seis comunidades de la Parroquia Santa Ana y están en proyecto las conexiones domiciliarias para dos comunidades más, en la tabla a continuación, presentamos una visión general de las condiciones actuales en cuanto a población y usuarios dentro de cada comunidad.



TABLA II-1 Población abastecida por el actual sistema de agua en cada comunidad de la Parroquia Santa Ana

Comunidad	Población	# Usuarios	# Usuarios sin medidor	# Usuarios Ausentes	% Usuarios con medidor	Prom Usu/Fam
Ingapirca	492	170	12	15	92.94	2.89
Centro Parroquial	470	440	32	53	92.73	1.07
Dolorosa	114	170	15	33	91.18	0.67
Tepal	318	97	4	11	95.88	3.28
Barzalito	210	60	7	7	88.33	3.50
San Antonio de Trabana	238	87	16	13	81.61	2.74
Toctepamba	105	25	25		0.00	4.20
Playa de los Ángeles	120	10	10		0.00	12.00
Totales	2067	1059	121	132		

EP
EP

Fuente: CODESA, Subcentro de Salud y Biblioteca de la Junta Parroquial.

Elaboración: Grupo de tesis.

En la tabla anterior se entiende como usuarios ausentes, a aquellos que cuentan con medidor en los domicilios, sin embargo por diversas razones no viven ahí o solo ocupan la casa por horas, por lo que su consumo es mínimo o prácticamente nulo (menor a 1m³).

El servicio es discontinuo, en época de invierno cuando el caudal de llegada a la planta es mayor que 4l/s se da agua potable de 6am a 6pm (12 horas), mientras que en verano cuando el caudal varia de 2.5 a 3 l/s se da servicio de agua potable de 7am a 12 am o 2pm (5-7 horas) según el caudal. Por la razón anterior la mayoría de los domicilios abastecidos disponen de un tanque de reserva. El gasto tratado está limitado por la capacidad de la unidad de floculación.

No se pudieron obtener datos de consumos ya que en CODESA estaban implementando el sistema y no les era posible facilitarnos esta información, sin embargo por información de ETAPA se sabe que el consumo medio estimado es de 120l /hab.día.



II.4 ORGANIZACIÓN

Desde el inicio de la operación del sistema, éste, ha sido administrado por una junta de agua elegida por la comunidad, sin embargo debido al crecimiento de la Parroquia y a su mejora del sistema administrativo; se conforma en el año 2004 una Cooperativa de desarrollo "Santa Ana" "CODESA" encargada de administrar los consumos de Agua Potable de la Parroquia.

La administración de la Cooperativa esta a cargo del Consejo Administrativo y el Consejo de Vigilancia, cada uno de ellos esta formado por 2 vocales principales y 4 suplentes, elegidos por Asamblea Parroquial cada dos años.

Uno de los vocales del Consejo Administrativo cumple las funciones de Presidente de la Cooperativa, mientras el otro las de Secretario. Este consejo esta a cargo de la contratación del personal encargado de manejar la administración de CODESA.

El personal que trabaja actualmente consta de: un Gerente, un Contador, un Auxiliar de Contador y un Recaudador. Adicionalmente se cuenta con un personal de mantenimiento formado por cuatro obreros que se encargan de realizar todas las conexiones domiciliarias, mantenimiento y reparaciones menores de las mismas y de problemas que se puedan suscitar en la red, conducciones y planta de tratamiento. En aquellos casos que se traten de obras mayores, se cuenta con el apoyo económico de la Junta Parroquial.

La administración dentro de la Planta de Tratamiento esta a cargo de la Empresa "Etapa", para ello se cuenta con el servicio a tiempo completo de un operador, el mismo que trabaja 8 horas diarias durante 6 días a la semana, debiendo atender cualquier emergencia que se presente a



cualquier hora del día. Además Etapa proporciona el sulfato de aluminio y los cilindros de cloro necesarios para el tratamiento, siendo además la responsable de las reparaciones y cambios de accesorios o equipos dañados dentro de la planta.

II.5 TARIFAS

La tarifa vigente por el servicio de agua es la siguiente: \$ usd 2.5 por máximo 10 m³ cada mes y por excesos \$ Usd 0.50 por cada m³ consumido sobre la base de 10m³/mes.

Por derecho de nueva conexión se cobra \$ usd 500 a los residentes de la Parroquia y además se les concede 150 días de migas trabajados. Mientras que a los no residentes se les cobra por derecho de nueva conexión \$ Usd 700

Con respecto al trabajo en la mingas, nos informaron que cada miembro de la Parroquia debe cumplir 180 días de trabajo en migas, al año como mínimo. La convocatoria a las mingas las realiza la Junta Parroquial y CODESA, en caso de no asistir se cobra \$ usd8 de multa, el pagar la multa no significa que el día de inasistencia se convierte en un día trabajado. Existen además otras mingas que se realizan por sectores, en caso de no acudir a la convocatoria de las mismas se cobra una multa de \$4 usd.

II.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y mantenimiento de la planta de tratamiento esta a cargo del Operador Sr. Ángel Matute subvencionado por ETAPA, oriundo de la Parroquia Santa Ana, el mismo que ha venido trabajando en la planta desde su construcción por lo que cuenta con la experiencia necesaria para tener a su cargo esta responsabilidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

Para la operación de la planta existe un Manual de Operación elaborado por la Empresa Etapa, la supervisión de la adecuada operación por parte del operador esta a cargo de la Ing. Quim. Mónica Marca en representación de Etapa.

De las visitas que se han realizado a la planta hemos podido observar el magnifico trabajo que realiza el operador, él tiene un conocimiento y control absoluto de todas y cada una de las unidades de la planta, muestra un dominio en el manejo de los equipos, abertura y cierre de válvulas y llaves, preparación de las soluciones de sulfato, lavado de unidades, dosificación del cloro, además su experiencia le ha proporcionado la capacidad para la solución inmediata a problemas presentados inclusive en los sistemas de conducción y distribución.

La dedicación del operador y su interés en el manejo de la planta son evidentes en la excelente calidad de agua de salida que él consigue con el tratamiento, conoce tan bien el agua cruda que con la simple apreciación visual puede determinar la turbiedad y color aproximados y de esta manera dosificar el sulfato necesario para que se de una buena coagulación y floculación.

En lo que se refiere a registros el operador llena diariamente una hoja en la que anota el caudal, el número de vueltas del dosificador para la dosificación del coagulante, medidas de color, turbiedad del agua cruda, sedimentada y tratada debiendo medir en esta última el cloro residual, todos estos datos deben ser registrados a las 8am, 12am y 17pm. Además lleva un registro del consumo de sulfato de aluminio y del lavado de unidades.

El mantenimiento estético de la planta es bueno, pues los jardines son muy bonitos y están bien cuidados, no se observa nada de basura alrededor y el ambiente es



UNIVERSIDAD DE CUENCA

bastante acogedor, claro que se observa el envejecimiento de algunas unidades por falta de pintura.

Adicionalmente el operador con la ayuda del personal de mantenimiento de CODESA, realiza periódicamente el mantenimiento de las captaciones y conducción debiendo solucionar problemas que se presenten en las mismas y en la red de distribución.



CAPITULO III

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN, REGISTROS DE CALIDAD, AFOROS, PRÁCTICAS OPERACIONALES, OTROS TRABAJOS DE EVALUACIÓN

Este capítulo comprende una importante etapa de la evaluación puesto que toda la información que se tenga registrada en ETAPA o en la Planta, sobre registros de calidad, aforos, prácticas operacionales y otros trabajos que se hayan evaluado, sirve de punto de partida para tener una idea del tratamiento que se está dando en la Planta y de esta manera poder comparar y analizar los resultados conjuntamente con las pruebas realizadas durante esta evaluación.

III.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se obtuvo información sobre datos generales de la parroquia Santa Ana como población, área, número de comunidades, clima entre otros, en la Biblioteca del Centro Parroquial y en el Sub- Centro de Salud.

Los datos correspondientes al número de comunidades abastecidas por el sistema de agua potable, registros de usuarios y consumos, organización y tarifas, fueron proporcionados por CODESA.

Toda la información pertinente a la operación y mantenimiento, registros de calidad del agua, ensayos realizados y problemas frecuentes entre otros datos importantes que se tengan de la Planta de Tratamiento, se consiguieron una parte en ETAPA y otra en la Planta de Tratamiento mediante la revisión de registros que lleva el operador y preguntas al mismo.



III.2 REGISTROS DE CALIDAD

El operador debe llevar los siguientes registros diarios y periódicos dentro de la planta:

- Registro de Consumo de Sulfato de Aluminio, para lo cual debe llenar la siguiente tabla:

TABLA III-1 Registro de Consumo de Sulfato de Aluminio

REGISTRO DE CONSUMO DE SULFATO DE ALUMINIO				
OPERADOR _____		MES _____		
SULFATO				
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TANQUE	
			1	2

Fuente: Manual de Operación para la Planta Santa Ana elaborado por ETAPA
 Elaboración: Grupo de Tesis

- Registro de Datos de Operación, para esto debe llenar la tabla a continuación:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA III-2 Registro de Datos de Operación

REGISTRO DE DATOS DE OPERACIÓN											
Operador: _____			Mes: _____			Año: _____					
Día	Hora	LECTURAS									
		Caudal	Vueltas Sulfato	Agua Cruda		Agua Sedimentada		Agua Tratada			
				Turbiedad	Color	Turbiedad	Color	Turbiedad	Color	Cloro resd	nivel tanq
	8:00										
1	12:00										
	17:00										
	8:00										
2	12:00										
	17:00										
	8:00										
3	12:00										
	17:00										
	8:00										
4	12:00										
	17:00										

Fuente: Manual de Operación para la Planta Santa Ana elaborado por ETAPA
 Elaboración: Grupo de Tesis

- Registro de Cloro Residual, debiendo llenar la siguiente tabla:

TABLA III-3 Registro de Datos de Cloro Residual

REGISTRO DE DATOS CLORO RESIDUAL			
SISTEMA:	SANTA ANA		
	DÍA	8:00	17:00
	1		
	2		
	3		
	4		



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

5			
6			
7			
8			
9			
10			

Fuente: Manual de Operación para la Planta Santa Ana elaborado por ETAPA

Elaboración: Grupo de Tesis

- Registro de muestras bacteriológicas, para esto debe tomar diariamente una muestra a la salida de la planta y en dos viviendas pertenecientes a la parroquia. Posteriormente debe encubar las muestras tomadas por tres días y luego guardarlas, cada 15 días un delegado de ETAPA recoge las muestras para ser analizadas en laboratorio. Para este muestreo el operador debe llenar la siguiente tabla:

TABLA III-4 Registro de Datos de Muestras Bacteriológicas

REGISTRO DE DATOS MUESTRAS BACTERIOLÓGICAS									
Operador: _____					Mes: _____				
N°	Fecha	Origen	CI Residual	N° Frasco	Resultado de Incubación			Control Temperatura	
					1 día	2 día	3 día	Hora	°C

Observaciones:
Nota: Anotar con signo (+) cuando la muestra de reacción positiva, si el resultado es negativo no anotarlo

Fuente: Manual de Operación para la Planta Santa Ana elaborado por ETAPA



Elaboración: Grupo de Tesis

III.2.1 Reportes Vía Radio a la central de ETAPA

El operador realiza los siguientes reportes diarios vía radio:

7am a la Central de Control: El caudal y el nivel de reserva del tanque

7am y 17pm a la Planta de Tixán: El Cloro residual del Tanque de Reserva.

Además se debe reportar cuando:

- Salga de la planta para realizar algún trabajo, inspección u otro asunto
- La cantidad de insumos químicos existentes en la planta sean insuficientes.
- Ha ocurrido un daño que impida la operación normal.
- Ha disminuido el caudal de ingreso a la planta
- Se va a suspender la producción por trabajos de mantenimiento.
- Una persona que no trabaja en Etapa desee ingresar a la planta.

III.2.2 Llenado del Libro de Operación de la Planta

Diariamente el operador debe llenar el Libro de Operación de Plantas de Tratamiento Rurales, cuyo formato se muestra en la TABLA III-5.

TABLA III-5 Página del Libro de Operación de Plantas de Tratamiento Rurales

LIBRO DE OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO RURALES

SISTEMA:

Responsable: _____

Semana del: _____

al _____

del mes de _____

de 200 _____

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H	Control de eficiencia 8:00 H
Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda
Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad
Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada
Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual
Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva
Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H	Control de eficiencia 17:00 H
Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda	Agua Cruda
Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad	Turbiedad
Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada	Agua Tratada
Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual	Cloro residual
Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva	Nivel Reserva
Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos	Control unidades Lavado Filtros lentos
..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta
..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta
Lavado de	Lavado de	Lavado de	Lavado de	Lavado de	Lavado de	Lavado de
..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta
..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta	#..... desde hasta

Fecha y hora del cambio de cilindro de cloro: Lavado
general de la planta:

Observaciones:

.....
.....

Fuente: Libro de Operación de Plantas de Tratamiento Rurales elaborado por ETAPA
Elaboración: Grupo de Tesis

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los registros llenados por el operador son recogidos cada dos semanas por el personal de ETAPA encargado de la supervisión, para ser luego revisados y tabulados digitalmente. Los datos que la empresa ETAPA nos proporcionó sobre la calidad del agua, se muestran en las Tablas 4 y 5 del Anexo 1.

III-3 AFOROS

En los Registros que lleva el operador se tiene que llenar el dato del caudal de entrada a la planta a diferentes horas del día, estos datos han sido tabulados por ETAPA obteniéndose los siguientes valores de caudales promedio para cada mes:

TABLA III-9 Registros de Etapa sobre el Caudal Promedio de cada Mes para el Año 2006

2006	CAUDAL PROMEDIO (l/s)
ENERO	4,6
FEBRERO	4,6
MARZO	4,3
ABRIL	4,5
MAYO	4,1
JUNIO	3,9
JULIO	3,4
AGOSTO	3,4
SEPTIEMBRE	3,0
OCTUBRE	2,7
NOVIEMBRE	2,9

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: Grupo de Tesis

Los datos completos de la tabulación se encuentran en las Tablas 6-11 del Anexo 1.

III.4 PRÁCTICAS OPERACIONALES

A continuación se hará una descripción sobre las prácticas operacionales que debe realizar el operador según el Manual de Operación de la Planta, para que el manejo de la misma sea el adecuado.

III.4.1 Preparación de Solución de Sulfato de Aluminio

Procedimiento:

- Verificar que el tanque de preparación de la solución este libre de residuos sólidos.
- Llenar de agua hasta la línea roja marcada de 500 litros (línea roja).
- Añadir 6Kg. medidos en el recipiente dado.
- Encender el mezclador automático mediante el tablero que tiene un ciclo de 1min de mezcla en el tanque 1, 4min de descanso, luego 1min de mezcla en tanque 2, 4min de descanso y vuelve a repetir el ciclo hasta que el tanque quede vacío, evitando que la solución sedimente.
- Consumido el tanque hasta la señal marcada (a nivel inferior de la llave de salida de la solución), realizar el cambio al tanque alterno.

III.4.2 Medición de Color Aparente

Procedimiento:

- Tomar una muestra de agua cruda en el vertedero de ingreso, otra de agua sedimentada, a la salida del sedimentador y del agua tratada a la salida del tanque de almacenamiento.
- Colocar el agua en el frasco de medición, este debe estar limpio y seco, tapar el frasco.

- Limpiar el frasco con un trapo destinado para dicho efecto, eliminando humedad y las huellas digitales.
- Encender el equipo HACH, en la pantalla aparecerá la señal indicando que coloque la muestra patrón, al colocar esta se debe hacer coincidir la marca del frasco con la del equipo, cerrar el compartimiento.
- Presionar el botón ZERO, esperar hasta que aparezca el valor de 0.
- Colocar el frasco de vidrio que contiene la muestra en el compartimiento del colorímetro, hacer coincidir la marca, cerrar, presionar el botón READ, esperar que el equipo llegue a cero y enseguida mostrará en la pantalla el valor del Color.

III.4.3 Medición de Turbiedad

Procedimiento:

- Tomar la muestra de agua cruda en el vertedero de ingreso, la de agua sedimentada a la salida del sedimentador y la de agua tratada a la salida del tanque de almacenamiento.
- Colocar el agua en el frasco de medición, este debe estar limpio y seco, tapar el frasco.
- Limpiar el frasco con un trapo destinado para dicho efecto, eliminando humedad y las huellas digitales.
- Encender el turbidímetro.
- Colocar el frasco de vidrio que contiene la muestra en el compartimiento del turbidímetro, hacer coincidir la marca, cerrar.
- Presionar el botón READ, esperar a que en la pantalla el valor de la turbiedad correspondiente.

III.4.4 Dosificación de la Solución de Sulfato de Aluminio

Procedimiento:

- Determinar el caudal de ingreso del agua cruda.
- Tomar una muestra de agua cruda y medir su turbiedad.
- Con el valor de turbiedad y caudal buscar en la tabla de Dosificación el número de vueltas correspondiente.
- En caso de no existir ningún valor de número de vueltas, trabajar con un caudal menor.
- En el dosificador dar las vueltas determinadas en la tabla.
- Observar después de 15min de aplicada la dosificación, la presencia de flóculos en el floculador, de no existir verificar la dosificación.


El proceso anterior se efectuará cada dos horas o cuándo se observe que ha cambiado algún parámetro (turbiedad, caudal).

Los cuadros de dosificación se revisarán cada que se calibre el dosificador. Esto se efectuará cada tres meses o cuando se ha producido algún cambio en el dosificador.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA III-10 Cuadro de Dosificación de Sulfato de Aluminio

 PLANTA SANTA ANA	MANUAL DE OPERACIÓN	Código: PRSA- 6.1
	CUADRO DE DOSIFICACION DE SULFATO DE ALUMINIO	Página: 1 de 1 Revisado: 17/09/2001 Aplica: 17/09/2001

RANGO TURBIEDAD	CAUDAL 2.5	CAUDAL 3	CAUDAL 3.5	CAUDAL 4	CAUDAL 4.5
	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS
00 - 20	---	---	---	1/4	1/2
20 - 30	---	---	1/2	1/2	1/2
30 - 50	---	---	1/2	1/2	1/2
50 - 60	---	1/2	1/2	3/4	3/4
60 - 80	---	1/2	3/4	3/4	1
80 - 100	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4
100 - 200	1/2	3/4	1	1	1 1/2
200 - 300	3/4	3/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4
300 - 500	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
500 - 1000	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/4

RANGO TURBIEDAD	CAUDAL 5	CAUDAL 5.5	CAUDAL 6	CAUDAL 6.5	CAUDAL 7
	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS
00 - 20	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
20 - 30	3/4	3/4	1	1	1
30 - 50	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1/2
50 - 60	1	1	1 1/2	1 3/4	2
60 - 80	1 1/4	1 1/2	2	2	2 1/2
80 - 100	1 1/2	2	3	3	3 1/4
100 - 200	2	2 1/2	3 1/2	3 1/2	4
200 - 300	2 1/4	3	4	4	4 1/4
300 - 500	2 1/2	3 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/2
500 - 1000	3	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 3/4

Fuente: Manual de Operación para la Planta Santa Ana elaborado por ETAPA

Elaboración: Grupo de Tesis

III.4.5 Medición de Cloro

Procedimiento:

- Lavar la celda donde va la muestra con el agua a ser medida.
- Colocar la muestra hasta la marca indicada.

- Agregar dos gotas de Ortotolidina
- Tapar la celda y agitar
- Observar el color que la muestra toma y compararla con la gama de colores junto a la celda, asignarle un valor de acuerdo al color obtenido.
- Si el valor registrado es inferior a 1.8 aumentar la dosificación.

III.4.6 Lavado del Floculador y Sedimentador

Esta unidad se lavará cada tres días.

Cada fin de mes se empleará en el lavado una solución de hipoclorito.

Procedimiento:

- Verificar que el nivel del tanque de abastecimiento sea superior al 30%.
- Suspender la dosificación de sulfato 15min antes del lavado.
- Cerrar la compuerta de entrada de agua cruda.
- Abrir la válvula de desfogue del floculador.
- Con una escoba fregar las paredes, pisos y placas.
- Abrir la válvula de entrada de agua cruda dejando pasar el máximo caudal por 5 minutos, manteniendo abierta la válvula de desfogue.
- Lavar con manguera a presión paredes, placas y tubos de recolección de agua del sedimentador y fregarlos con la escoba.
- Cerrar el desfogue del floculador.
- Regular el caudal para trabajar normalmente
- Dosificar la solución de sulfato de aluminio.

III.4.7 Limpieza del Filtro Grueso

Esta unidad se lavará cada vez que el nivel del agua en la cámara de ingreso del prefiltro alcance la línea roja (3cm por debajo del borde superior).

Procedimiento:

- Efectuar 12 aperturas y cierres rápidos de la válvula de cierre rápido del prefiltro. El tiempo entre dos aperturas y cierres consecutivos debe ser de unos dos segundos.
- Abrir la válvula de cierre rápido permitiendo que la unidad se vacíe totalmente.
- Cerrar la válvula de cierre rápido.

Cada tres meses se debe realizar además del lavado anterior, un lavado de la primera capa de grava removiendo la misma con una pala y con la manguera limpiar el lodo adherido a la grava, hasta que el agua salga limpia.

Además se deben lavar las paredes de la cámara de entrada y salida del filtro grueso, usando un cepillo de nylon y agua.

III.4.8 Limpieza del Filtro Lento de Arena

Esta unidad se lavará cada vez que el nivel del agua sobrenadante de uno de los filtros llegue hasta 3cm por debajo del nivel del vertedero de ingreso a los filtros.

Procedimiento:

UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Cerrar la válvula de ingreso de agua al filtro, permitiendo que todo el caudal de tratamiento de la planta se dirija hacia la otra unidad de filtración lenta.
- Abrir la válvula de desfogue.
- Una vez que el nivel del agua haya descendido unos 20cm por debajo del nivel de la arena, se puede ingresar al filtro.
- Cerrar la válvula de desfogue-vaciado del filtro.
- Se colocará unas tablas para que de esta manera se pueda caminar sobre ellas sin dañar el lecho filtrante.
- Lavar las paredes del filtro con agua y cepillo de cerdas nylon.
- Se realiza el raspado del lecho mediante una pala plana o de un bailejo y se retira la capa superior de arena (0.5 a 2cm dependiendo del ancho de la película biológica)
- Se almacena la arena raspada para su posterior lavado.
- Se coloca en el filtro la arena lavada que se encontraba almacenada, la cual se retiró en la anterior limpieza del filtro.
- Se tenderá y nivelará la arena colocada.
- Realizar el retrolenado del filtro. Para ello se abre la válvula de interconexión de los filtros, con lo que el agua del filtro en funcionamiento comenzará a ingresar al filtro lavado por el fondo.
- Deberá controlarse la velocidad de retrolenado. Es recomendable que el retrolenado dure unas 3 horas antes de que alcance la superficie de la arena.
- Una vez que el agua haya alcanzado la superficie de la arena se comprobará que esta se encuentre perfectamente nivelada. En caso de no ser así se nivelará nuevamente.
- Se continúa con el retrolenado hasta cuando el agua alcance el nivel del vertedero de la estructura de salida del filtro, luego de lo cual se abrirá la válvula de ingreso al filtro.

III.4.9 Lavado de Arena

Procedimiento:

- Colocar el lote de arena en la plataforma de lavado.
- Retirar cualquier material extraño. Utilizando un chorro de agua y una pala revolver la arena vigorosamente, hasta cuando el agua de lavado salga completamente limpia.
- Recoger la arena lavada y almacenada dentro de un saco para su posterior colocación en el filtro.

El procedimiento anterior se desarrollará luego de que haya culminado el lavado de un filtro lento de arena.

III.4.10 Estado del Dosificador de Cloro

Procedimiento:

- Inspeccionar el Dosificador de Cloro a las 8:00, 17:00 horas en las que se determinará sí:
 - Está funcionando normalmente
 - Existen fugas de cloro
- En caso de no estar funcionando normalmente, verificar instalación, de continuar el problema comunicar inmediatamente al Inspector de Plantas Rurales.
- No intentar por ningún motivo desarmar el Dosificador de Cloro.

III.4.11 Cambio de Cilindro de Cloro

Procedimiento:

- Cerrar la mina del cilindro totalmente, girando en sentido de las manecillas del reloj.
- El Rotámetro del medidor de flujo desciende a la posición cero. Esperar un minuto: si el rotámetro no ha

UNIVERSIDAD DE CUENCA

caído hasta la posición de cero, la mina no ha sido cerrada completamente.

- Aflojar el perno de sujeción del Dosificador de Cloro con el cilindro y salir de la caseta por 3 minutos para que el cloro retenido en el sistema escape.
- Retirar el Dosificador de Cloro del tanque vacío.
- Colocar el capuchón en el tanque quitar la cadena de seguridad y retirarlo.
- Cambiar la arandela de plomo del Dosificador de Cloro.
- Colocar el tanque lleno en el lugar donde se encontraba el tanque vacío anteriormente, asegurándole con la cadena.
- Retire el capuchón y sacar la arandela de seguridad del tanque.
- Colocar el Dosificador de Cloro en el cilindro y apretar el perno del Dosificador de Cloro sin ajustarlo demasiado.
- Abrir y cerrar la válvula de cloro rápidamente, verificando con amoníaco si existe alguna fuga de cloro, la presencia de humo blanco es indicativo de fuga.
- Si existe fuga cerrar la mina y repetir todo el proceso de continuar el problema comunicar al Inspector de Plantas Rurales.
- Si no existe fuga, abrir la mina del cilindro 1/8 de vuelta.

Usar siempre la protección adecuada como guantes, casco, mascarillas y botas.

III.4.12 Cambio de Tanque de Sulfato

Procedimiento:

- Cerrar la llave de salida del tanque vacío.
- Encender el motor
- Abrir la llave de salida del tanque lleno

- El sobrante de la solución del tanque vacío (solución que se encuentra por debajo del nivel de la llave de salida) mezclar manualmente y pasar este líquido al tanque en uso, para evitar desperdicios.

III.5 OTROS TRABAJOS DE EVALUACIÓN

Se recopiló información de algunos trabajos de evaluación realizados por la Ing. Quim. Mónica Marca funcionaria de ETAPA, los que abarcaban lo siguiente:

- Pruebas de trazadores para establecer los tiempos de floculación y los gradientes con las que estos trabajan.
- Pruebas de Jarras
- Prueba de la Demanda de Cloro
- Dosificación del Sulfato de Aluminio

En las Tablas y Figuras del Anexo 1 se detallan las pruebas de evaluación realizadas por ETAPA.

Como otros de evaluación se pueden citar:

- Levantamiento Topográfico del sitio de emplazamiento de las unidades que integran el sistema de tratamiento realizado en el mes de mayo de 1999.
- Visitas por parte del personal encargado del manejo de Plantas Rurales de ETAPA, para dar solución a problemas presentados y mejoras en el sistema.
- Evaluación del personal encargado de la operación y mantenimiento de la planta en este caso del operador, cuyo trabajo es supervisado por ETAPA.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO IV

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA UNIDADES ACTUALES QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Este capítulo trata sobre el levantamiento topográfico detallado en planta y perfil de todas las unidades y componentes de la planta. Una topografía completa y adecuada posibilita la realización de cualquier evaluación de la planta pues por medio de las dimensiones y niveles de las respectivas unidades de tratamiento con sus accesorios se puede comprobar el correcto diseño y funcionamiento de cada unidad determinando sus principales parámetros hidráulicos y posibles problemas.

Al existir los planos de la planta en evaluación correspondientes a un levantamiento topográfico realizado por el Topógrafo Marcelo Moscoso en el año de 1999 por contrato de ETAPA; nuestro trabajo fue el de verificar pormenorizadamente las dimensiones de cada una de las unidades y accesorios que costaban en los planos. Además se realizó la verificación de los principales niveles mediante nivelación geométrica y utilizando las mismas referencias altimétricas del levantamiento existente.

No encontramos mayores cambios con respecto a dimensiones y en cuanto a niveles no existía error alguno.

Otra verificación importante que se realizó fue la de las tuberías, accesorios unidades complementarias tales como las cámaras de desfogue. Los planos existentes no mostraban la totalidad de los accesorios ni detalle alguno de las cámaras de desfogue, por lo que fuimos tomando medidas de todas las tuberías, accesorios y cámaras de desfogue existentes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En los planos se realizaron algunas correcciones de diámetros de tuberías y se añadieron algunos cortes y detalles faltantes. Con lo cual se tiene un levantamiento actualizado en planta y en perfil de las unidades y del terreno de emplazamiento, siendo este trabajo como se indicó la base para la evaluación de un sistema de producción.

En el Capítulo 17 del Tomo II se muestran todos los planos corregidos correspondientes a la Planta de Tratamiento.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO V

EVALUACIÓN HIDRÁULICO – SANITARIA DE CAPTACIONES Y LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

En este capítulo se presentan los trabajos de campo y la evaluación de las diferentes captaciones que abastecen a la Planta de Tratamiento de Agua Potable “Bella Unión”, existe un total de doce captaciones de las cuales diez están funcionando actualmente y conducen el agua mediante tres ramales que llevan el nombre del sector que atraviesan Serragpamba y Cuncay; en la FIG V-1 se encuentran ubicadas esquemáticamente.

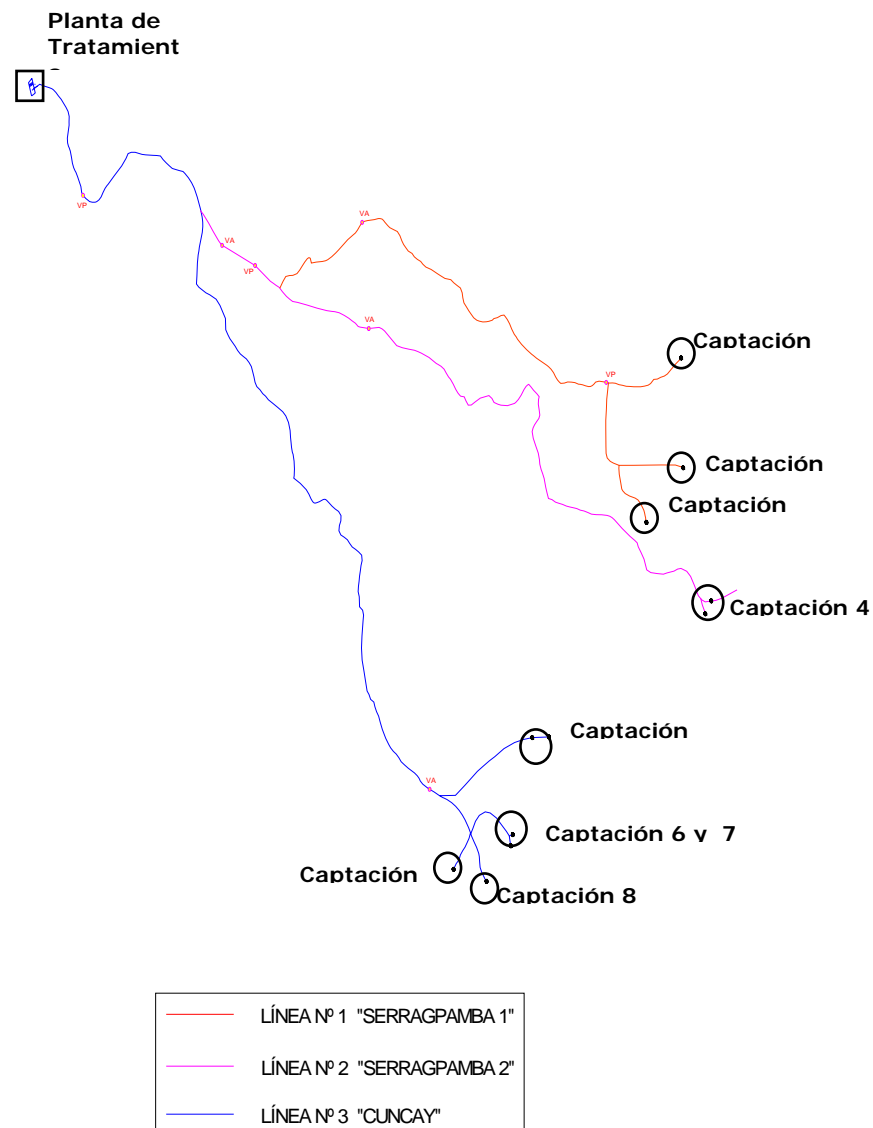


FIG. V-1 Esquema de Captaciones y Conducciones



V.1 EVALUACIÓN DE CAPTACIONES

Se realizó la visita a las diferentes captaciones que abastecen a la Planta de Agua Potable "Bella Unión" con un GPS proporcionado por la empresa ETAPA, a fin de obtener las coordenadas exactas de cada captación y poderlas georeferenciar, además se tomaron las dimensiones de cada captación, se analizaron las condiciones sanitarias y se evaluó su estado físico, a continuación se presenta en detalle para cada captación.

V.1.1 CAPTACIÓN 1

Ubicación: Sector de Serragpamba.

Año de Construcción: 1998

Tipo: Superficial, se alimenta por dos tuberías de entrada de PVC de 4" que conducen el agua desde una especie de pantano cercado con malla hacia la estructura de captación (Foto V-1), en donde es almacenada y conducida mediante una tubería de PVC de 90mm de diámetro.



Foto. V-1 Zona de pantano cercada de donde se capta el agua hacia el tanque de presión

Forma y Estructura: la estructura consiste en un tanque de recolección, construido con paredes y fondo de hormigón simple de 15 cm. de espesor y con tapa metálica con bisagra y candado de seguridad (Foto V-2 y Foto V-3).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto. V-2 Tanque de Presión de Hormigón con tapa metálica.



Foto. V-3 Vista frontal del tanque de presión de la captación 1.

Las dimensiones del tanque así como de la tapa en planta se muestran en la FIG V-2.

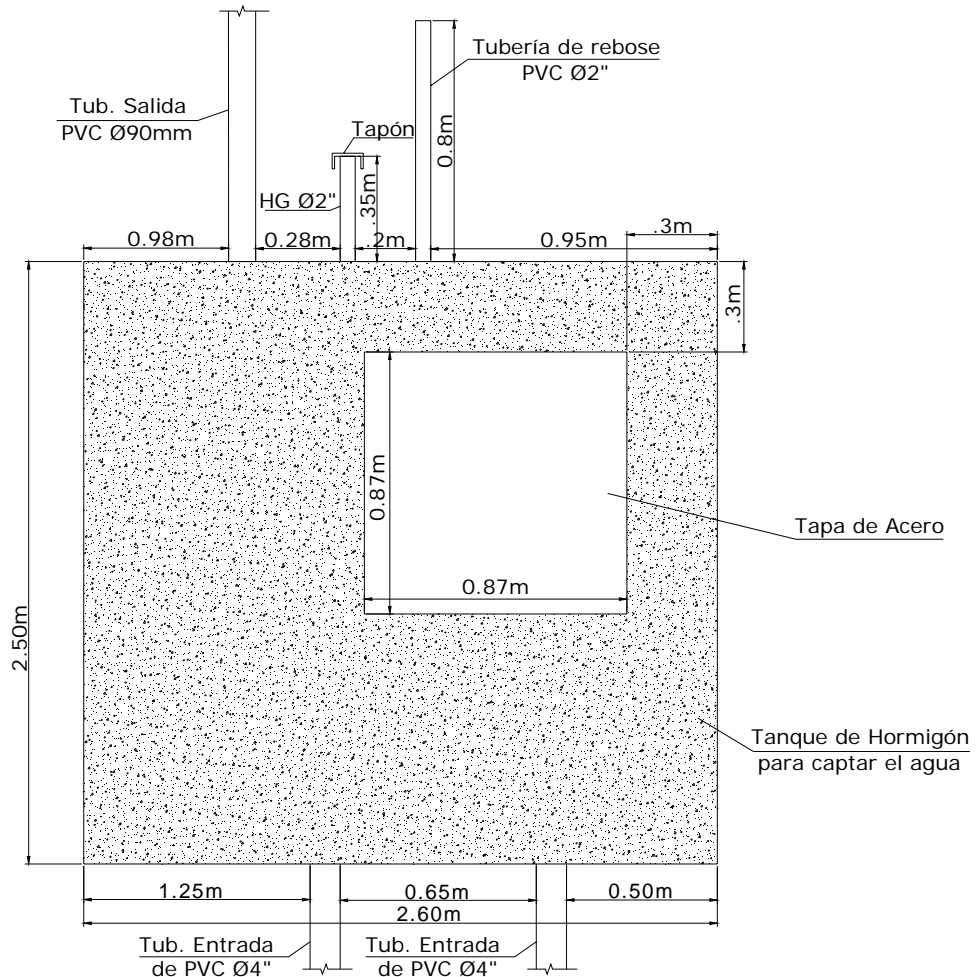


FIG. V-2 Vista en planta del tanque de presión de la captación 1.



Tuberías y Accesorios:

- Dos Tuberías de PVC de 4" para entrada del agua al tanque.
- Tubería de PVC de 90mm para conducción del agua hacia la planta.
- Tubería de HG de 2", para el lavado con su respectivo tapón (Foto. V-4).
- Tubería de PVC de 2" para el rebose. (Foto V-5)
- Tubería perforada de PVC de 90mm ubicada en el interior del tanque, esta tiene la finalidad de no permitir el ingreso directo de los sedimentos a la tubería de salida.
- Llave de paso de 90mm (Foto. V-6), esta debe cerrarse cuando se realice el lavado, para evitar que entre el aire a la tubería.



Foto. V-4 Tubería de lavado de HG 2" y Tapón.



Foto. V-5 Tubería de rebose de PVC 2".



Foto. V-6 Llave de Paso



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En la FIG. V-3 se presenta un corte longitudinal de la captación 1 en el que se puede apreciar la manera en la que se encuentran ubicadas las tuberías con sus accesorios.

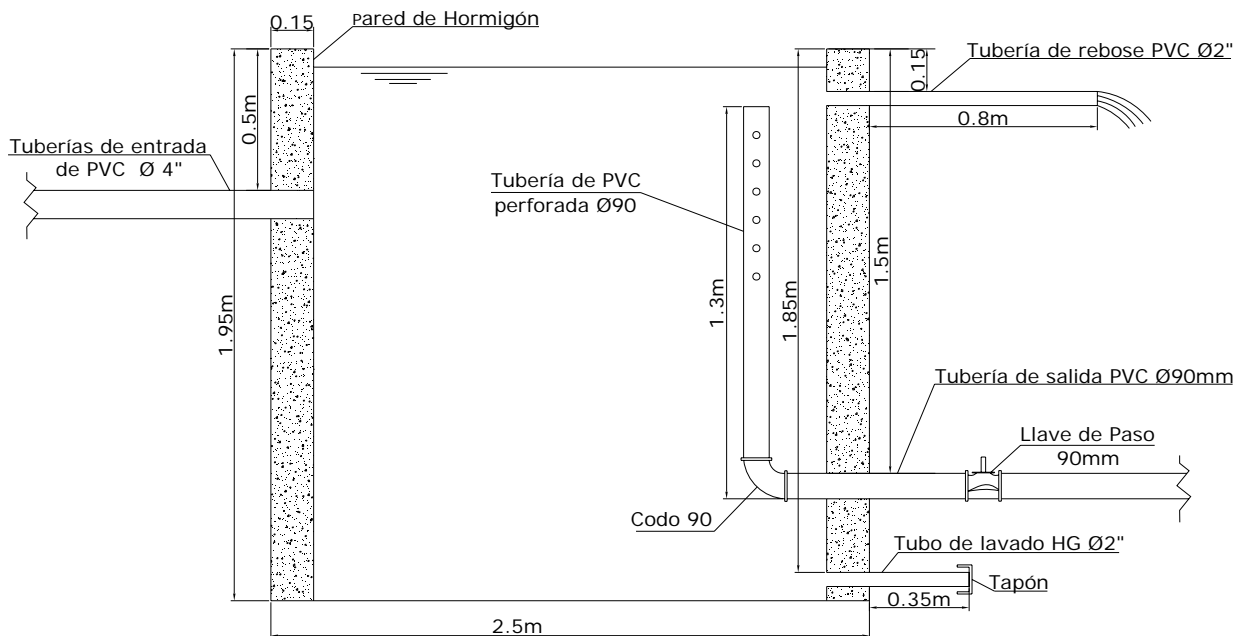


FIG. V-3 Corte Longitudinal del Tanque de presión para la captación 1.

Estado: en general la estructura de captación presenta un buen estado físico, pues no se presentan fisuras en el hormigón, lo que si se observó es falta de mantenimiento ya que la vegetación cubría a muchos de los accesorios.

Condiciones Sanitarias: las condiciones ambientales que presenta el sitio de la captación 1 son buenas, existe cerramiento con malla en toda el área de la captación la cual está comprendida por una zona de pantano con vegetación especialmente Totoras (Foto. V-1), no hay contaminación fecal debido al ganado ya que el lugar se encuentra protegido por lo que se conserva y tiene buenas condiciones sanitarias.

Observaciones: esta es la fuente que mayor agua aporta, al momento de la visita, el agua estaba saliendo por el tubo de rebose (Foto V-3), esto se debe a las intensas lluvias que se producen en los meses de abril y mayo.



V.1.2 CAPTACIÓN 2

Ubicación: Sector de Serragpamba.

Año de Construcción: 1998

Tipo: superficial, se capta el agua mediante una tubería perforada de PVC de 4" que conduce el agua una distancia de 30m aproximadamente, desde una especie de pantano pequeño hacia la estructura de captación, en donde es almacenada y conducida como se indica en el detalle de Tubería de Salida de la Captación indicado en "Tuberías y Accesorios".

Forma y Estructura: la estructura consiste en tanque de presión, construido con paredes y fondo de hormigón simple de 15 cm. de espesor y con tapa metálica con bisagra y candado de seguridad (Foto V-7) y las dimensiones se especifican en la FIG. V-4.



Foto. V-7 Tanque de Presión de la Captación 2

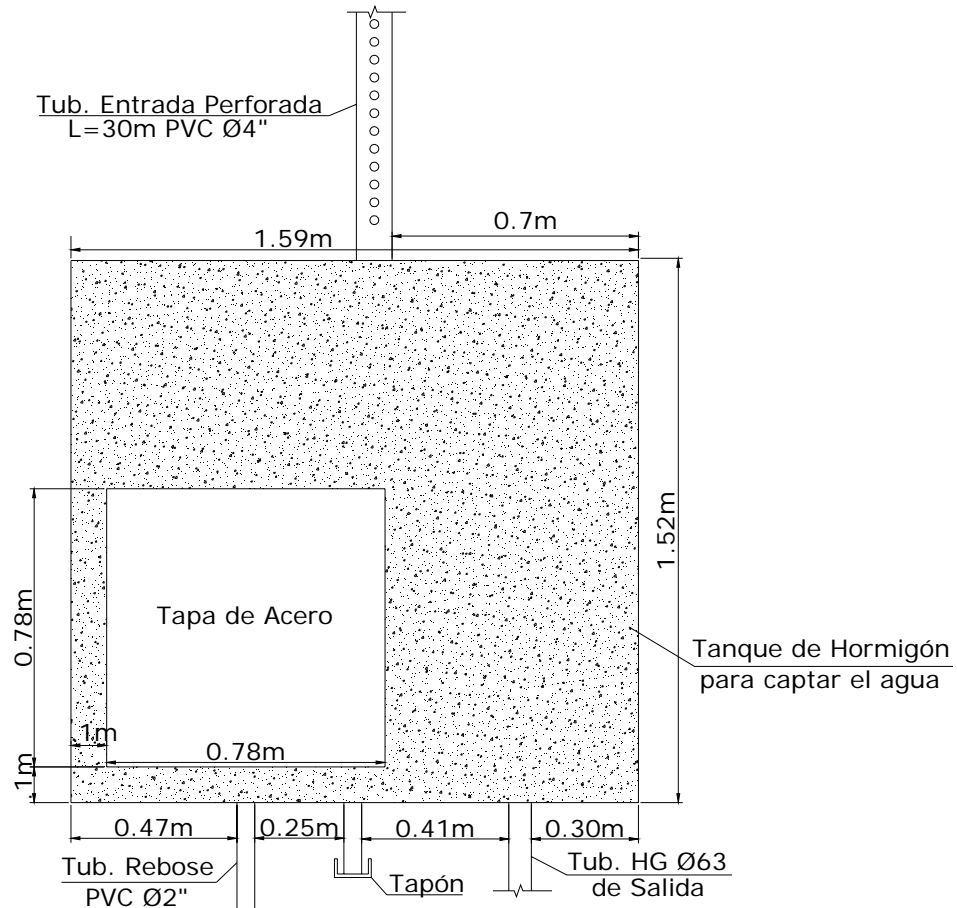


FIG. V-4 Planta del tanque de presión de la captación 2

Tuberías y Accesorios:

- Tubería perforada de PVC de 4" para entrada del agua al tanque. (Foto V-8)
- Tubería de PVC de 63mm para conducción del agua hacia la planta.
- Tubería de HG de 2", para el lavado con su respectivo tapón.
- Tubería de PVC de 2" para el desagüe. (Foto V-9).



Foto V-8 Detalle de la entrada de la tubería de desagüe.

Foto V-9 Detalle de la tubería al tanque.

de la tubería al tanque.

Gráficamente se puede observar en la FIG. V-5 como se encuentran las tuberías y accesorios con las respectivas dimensiones tomadas en el campo.

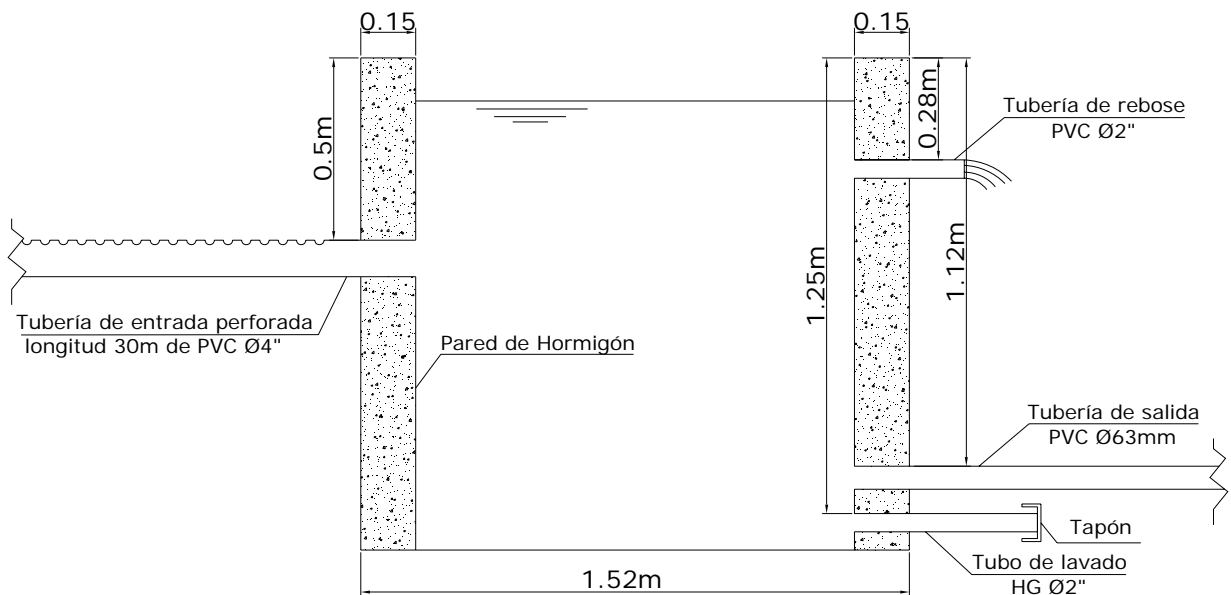


FIG. V-5 Corte longitudinal del tanque de presión de la captación 2

Estado: su estado no era el adecuado, debido a falta de mantenimiento había bastante vegetación cubriendo gran parte de la estructura. No se observaron mayores fisuras en la estructura.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Condiciones Sanitarias: en general las condiciones ambientales son buenas, puesto que la captación se encuentra cercada en toda su área (Foto. V-10), lo que permite el control adecuado de las condiciones ambientales. Observamos presencia de ganado a los alrededores del área cercada, lo que podría afectar en cierta forma a la calidad del agua.



Foto. V-10 Alrededores de la Captación

V.1.3 CAPTACIÓN 3

Ubicación: Sector de Serragpamba.

Año de Construcción: 1998

Tipo: superficial, se capta el agua mediante una tubería perforada de PVC de 4" de aproximadamente 8m de longitud, que conduce el agua desde una quebrada hacia la estructura de captación, en donde es almacenada y conducida como se indica en el detalle de Tubería de Salida de la Captación indicado en "Tuberías y Accesorios".



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Forma y Estructura: la estructura consiste en tanque de presión, construido con paredes y fondo de hormigón simple de 15 cm. de espesor y con tapa metálica con bisagra y candado de seguridad (Foto. V-11).



Foto. V-11: Tanque de la Captación 3

Las dimensiones correspondientes tanto al tanque como a la tapa se muestran en la FIG. V-6.

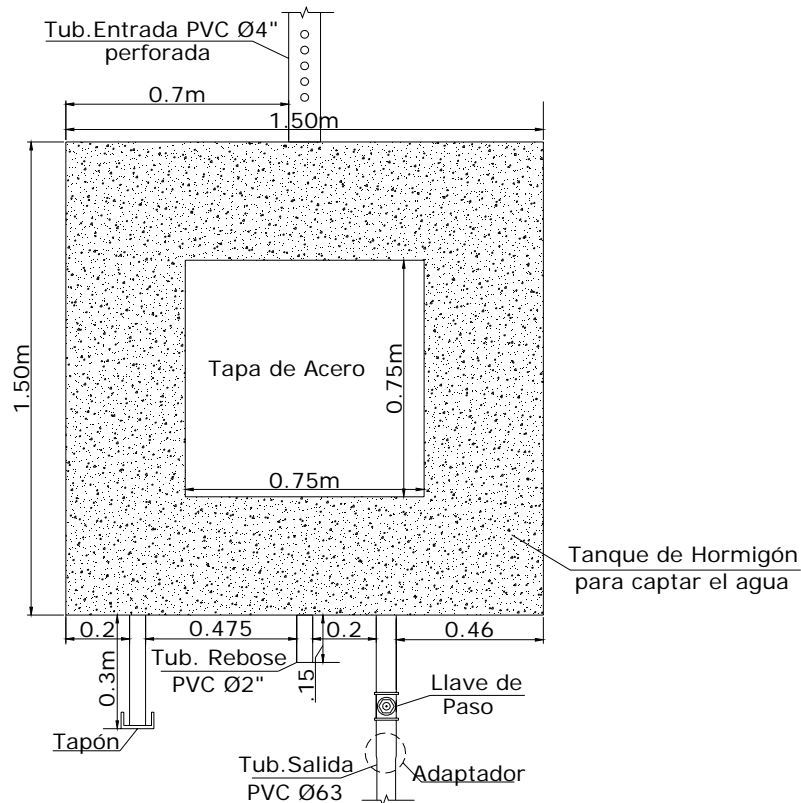


FIG. V-6 Vista en planta del tanque de presión de la captación 3.

Tuberías y Accesorios:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Tubería perforada de PVC de 4" para entrada del agua al tanque.(Foto V-12).
- Tubería de PVC de 63mm de salida del Tanque (Foto V-13).
- Tubería de HG de 2", para el lavado con su respectivo tapón.
- Tubería de PVC de 2" para el rebose. (Ver Foto. V-13).
- Llave de paso de 2" (esta debe cerrarse cuando se realice el lavado, para evitar que entre el aire a la tubería). (Ver Foto. V-13)



Foto V-12 Detalle de tubería de entrada

Tubería de Salida de PVC

Tubería de Rebose



Llave de paso

Foto V-13 Tubería de salida, de rebose y llave de paso

Gráficamente se puede observar en la FIG. V-7 como se encuentran las tuberías y accesorios con las respectivas dimensiones tomadas en el campo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

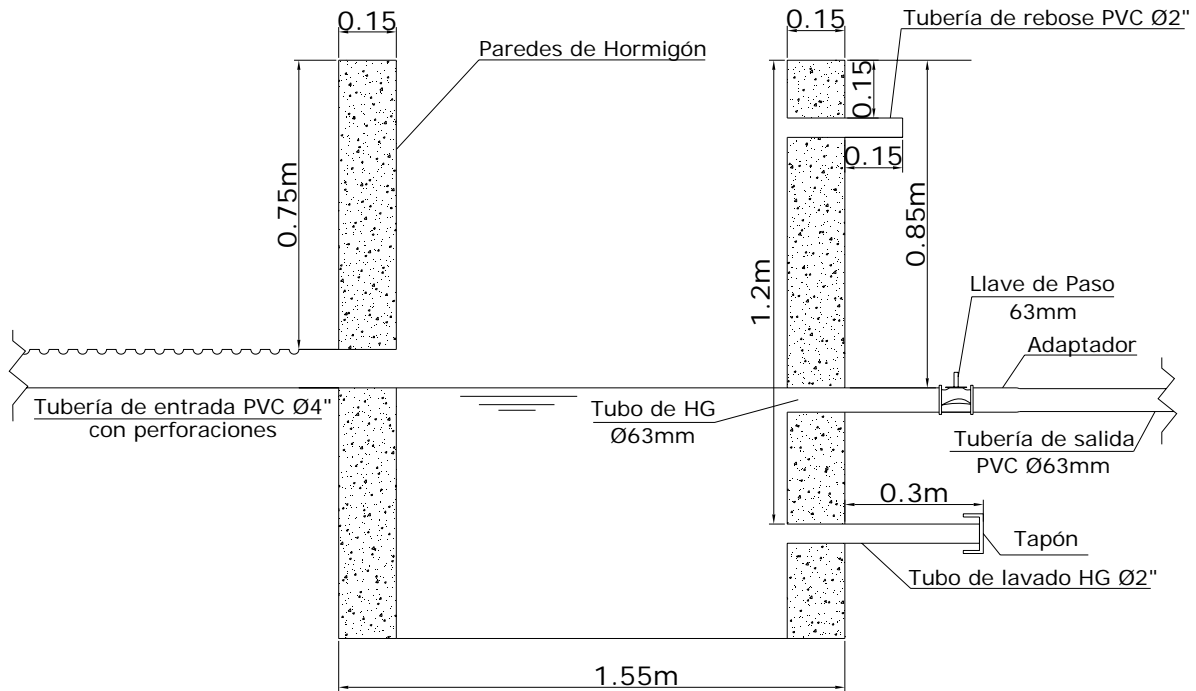


FIG. V-7 Corte longitudinal del tanque de presión de la captación 3

Estado: en general la estructura de captación presenta un buen estado, pues no se presentan fisuras en el hormigón, lo que si se observo es falta de mantenimiento ya que la vegetación cubría a muchos de los accesorios.

Condiciones Sanitarias: Como se puede ver en la Foto V-14 las condiciones ambientales son buenas, puesto que la captación se encuentra cercada en toda su área razón por lo que la contaminación de la fuente debido al ganado no existe, lo que permite el control adecuado de las condiciones ambientales.



Foto. V-14 Cerramiento de la Captación 3



V.1.4 CAPTACIÓN 4

Ubicación: Sector de Serragpamba.

Año de Construcción: 1992

Tipo: superficial, el agua proviene de una pequeña vertiente de donde es captada en su totalidad a través de una estructura de captación, para ser conducida mediante una tubería. (Foto V-15 y V-16)



Foto V-15 Entrada del Agua a la Estructura de Captación



Foto V-16 Estructura de la Captación 4

Forma y Estructura: Es la de un **cono** truncado, las paredes son de hormigón con una altura de 86cm, en su interior contiene grava de diversos tamaños que comprende de 1 a 8 cm. Las dimensiones se presentan en la FIG. V-8.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

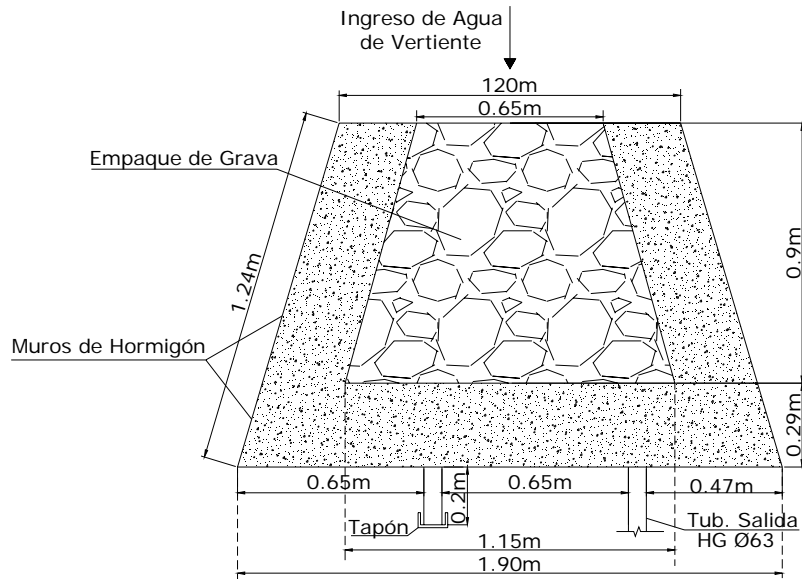


FIG. V-8 Vista en planta de la Captación 4.

Tuberías y Accesorios:

- Tubería de HG de 2" para el lavado con su respectivo tapón (Foto. V-17).
- Tubería de HG de 63" a la salida de la captación que se une a un codo y este a un neplo para luego unir mediante un codo a la tubería de salida de PVC de 63mm que es la que conduce el agua. (Foto V-18).



Foto V-17 Tubería de HG de 2" y tapón.



Foto V-18 Tubería de salida de la Captación 4

Gráficamente se puede observar en la FIG. V-9 como se encuentran las tuberías y accesorios con las respectivas dimensiones tomadas en el campo.

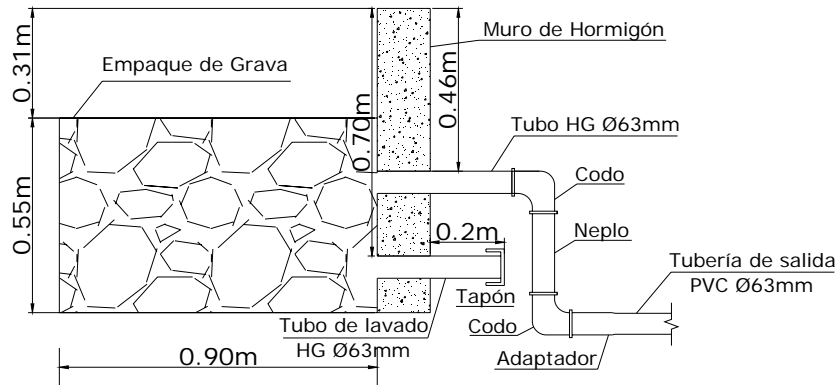


FIG. V-9 Corte Longitudinal de la estructura de captación 4

Estado: no era el adecuado, pues no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación y sus accesorios tenían musgos. La estructura estaba medianamente deteriorada, pero no se observaron mayores fisuras en la estructura.

Condiciones Sanitarias: en general se observaron buenas condiciones sanitarias, el ambiente era muy natural y de difícil accesibilidad razón por la cual no existe contaminación de ganado y lo que se podía apreciar es que la estructura de captación estaba sucia con lodo debido al arrastre de la corriente. (Foto. V-16)

V.1.5 CAPTACIÓN 5

Ubicación: Sector de Serragpamba.

Año de Construcción: 1992

Tipo: superficial, el agua proviene de una vertiente de donde es captada mediante la estructura de captación, para ser conducida mediante tubería; en época seca se capta el agua en su totalidad y en época de lluvia no se logra captar todo como se muestra en la Foto V-19.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto. V-19 Estructura de la Captación 5

Forma y Estructura: triángulo truncado (FIG. V-10), las paredes son de hormigón con una altura de 80cm, en su interior contiene un empaque de grava de diversos tamaños que comprende de 1 a 8 cm.

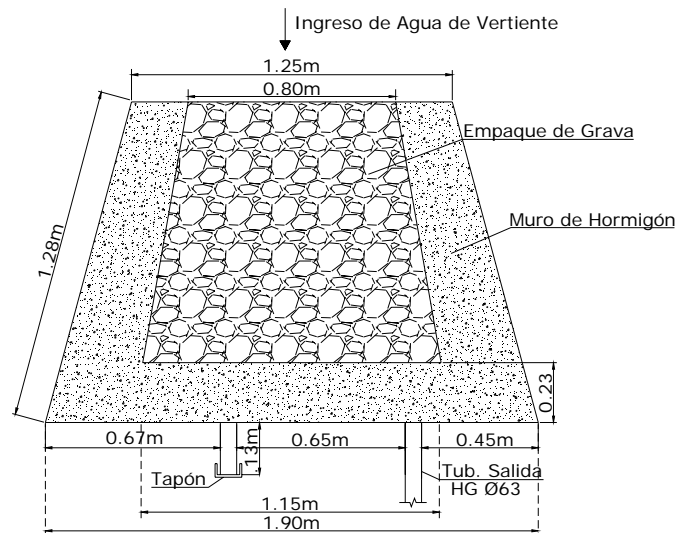


FIG. V-10 Vista en planta de la captación 5.

Tuberías y Accesorios:

- Tubería de HG de 2" para el lavado con su respectivo tapón (Foto V-20).
- Tubería de HG de 63" a la salida de la captación que se une a un codo y este a un neplo para luego unir mediante un codo a la tubería de salida de PVC de 63mm que es la que conduce el agua. (Foto V-21).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto V-20 Tubería de HG de 2" y tapón.



Foto V-21 Tubería de Salida de la Captación 5

En la FIG. V-11 se presenta un corte longitudinal de la captación 5 en el que se puede apreciar la manera en la que se encuentran ubicadas las tuberías con sus accesorios.

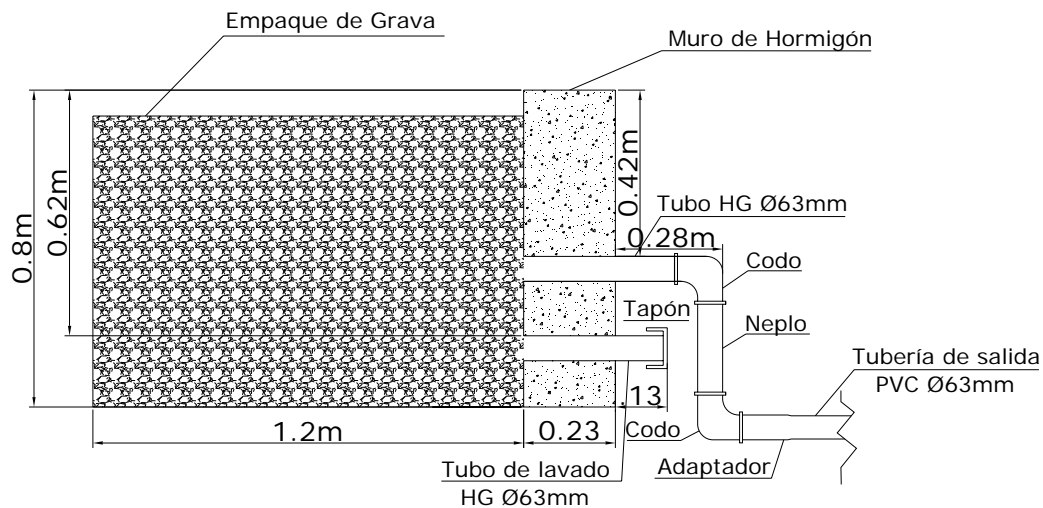


FIG. V-11 Corte Longitudinal de la captación 5.

Estado: no es adecuado ya que no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación y sus accesorios tenían musgos. En época de invierno (lluvias) se inunda como se puede observar en la Foto. V-20. La estructura estaba medianamente deteriorada, pero no se observaron mayores fisuras en la estructura.

Condiciones Sanitarias: las condiciones sanitarias eran óptimas, el lugar era muy natural no existían indicadores de contaminación, sin embargo como se puede observar en la Foto. V-19 el agua presenta un color blanquecino.



V.1.6 CAPTACIÓN 6

Ubicación: Sector de Cuncay

Año de Construcción: 1992

Tipo: superficial, el agua proviene de una pequeña vertiente y es captada en su totalidad mediante la estructura de captación para ser conducida mediante tubería. En la Foto V-22 se puede observar la fuente y la estructura de Captación:



Foto. V-22 Estructura para la Captación 6.

Forma y Estructura: triángulo truncado que contiene en su interior grava de tamaño entre 4 y 8cm (Foto. V-23), las paredes son de hormigón y tienen una altura de 60cm.



Foto. V-23 Vista en planta de la Captación 6.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Las dimensiones medidas en el campo en planta se resumen en la FIG. V-12 a continuación:

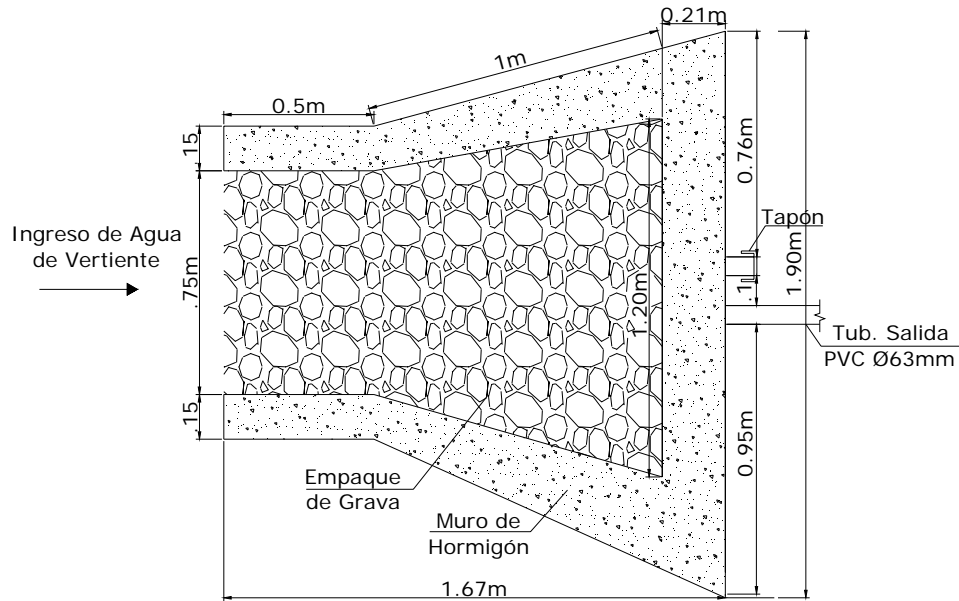


FIG. V-12 Vista en planta de la captación 6.

Tuberías y Accesorios:

- Tubería de HG de 2" para el lavado con su respectivo tapón (Foto. V-24).
- Tubería de HG de 63" a la salida de la captación que se une a un codo y este a un neplo para luego unir mediante un codo a la tubería de salida de PVC de 63mm que es la que conduce el agua. (FIG. V-12)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto. V-25 Tubería para el lavado y tapón.

En la FIG. V-13 se presenta un corte longitudinal de la captación 6 en el que se puede apreciar la manera en la que se encuentran ubicadas las tuberías con sus accesorios.

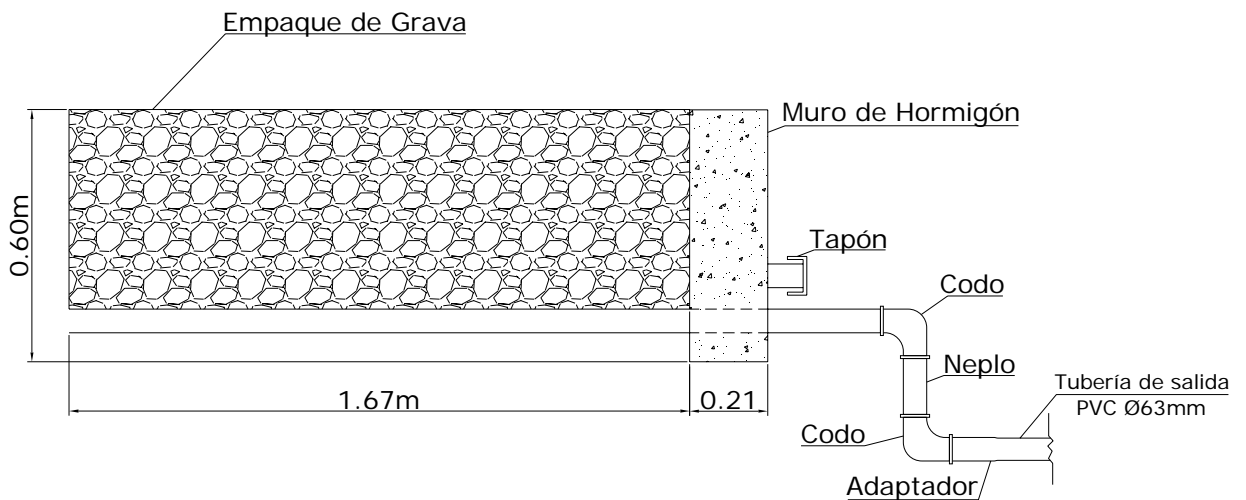


FIG. V-13 Corte longitudinal de la captación 6.

Estado: no adecuado ya que no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación y sus accesorios cubiertos de musgos. La estructura estaba medianamente deteriorada, pero no se observaron mayores fisuras en la estructura.



Condiciones Sanitarias: en general se observaron buenas condiciones sanitarias, el lugar era muy natural, no existía contaminación en los alrededores. (Foto. V-25).



Foto. V-25 Vista panorámica de la captación 6.

V.1.7 CAPTACIÓN 7

Ubicación: Sector de Cuncay.

Año de Construcción: 1992

Tipo: superficial, el agua proviene de una pequeña vertiente de donde es captada en su totalidad a través de la respectiva estructura de captación, para ser conducida mediante una tubería la cual se describe más adelante en “Tuberías y Accesorios”.



Empaque de Grava

Foto. V-26 Estructura de captación 7.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Forma y Estructura: triangulo truncado irregular, las paredes son de hormigón con una altura de 72cm, en su interior contiene grava de diversos tamaños que comprende de 1 a 8 cm. (Foto V-26).

Las dimensiones en planta de esta captación se detallan en la FIG. V-14 a continuación:

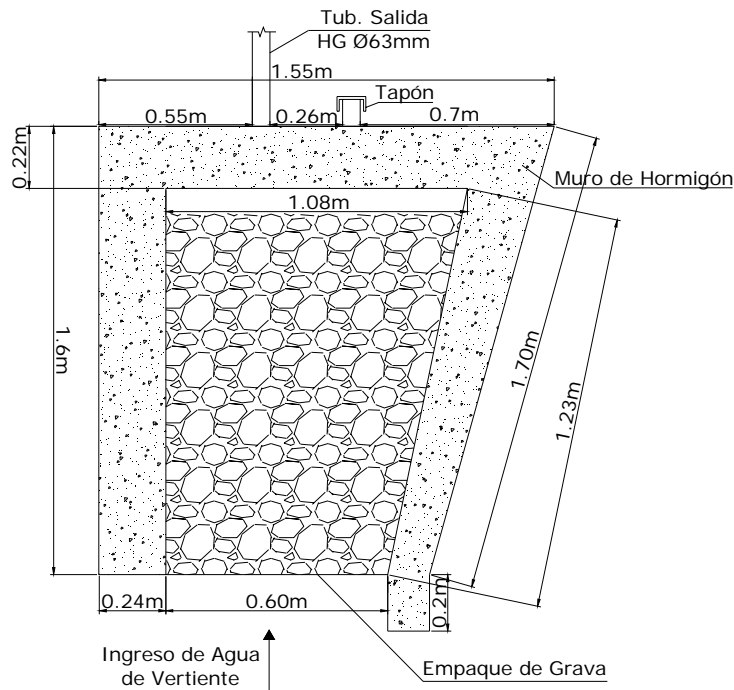


FIG. V-14 Vista en planta de la captación 7.

Tuberías y Accesorios:

- Tubería de HG de 2" para el lavado con su respectivo tapón (Foto V-27).
- Tubería de HG de 63" a la salida de la captación que se une a un codo y este a un neplo para luego unir mediante un codo a la tubería de salida de PVC de 63mm que es la que conduce el agua. (Foto. V-27).



Foto V-27 Accesorios de la Captación 7.

Gráficamente se puede observar en la FIG. V-15 como se encuentran las tuberías y accesorios con las respectivas dimensiones tomadas en el campo.

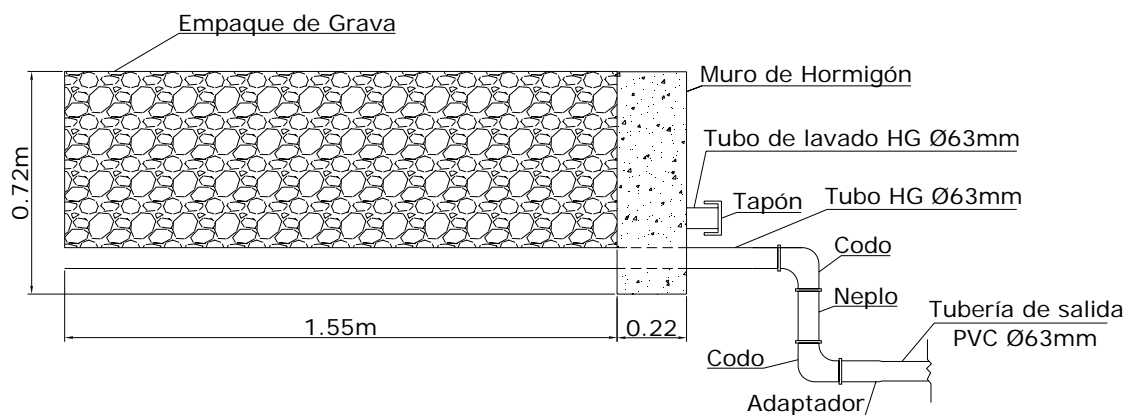


FIG. V-15 Corte longitudinal de la Captación 7.

Estado: no adecuado ya que no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación y sus accesorios y estructura cubiertos de musgos. No se observaron mayores fisuras en la estructura que se notaba deteriorada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Condiciones Sanitarias: en general se observaron buenas condiciones sanitarias, el ambiente era muy natural sin presencia de contaminación apreciable.

V.1.8 CAPTACIÓN 8

Ubicación: Sector de Cuncay.

Año de Construcción: 1992

Tipo: subterránea, se capta mediante un sistema de drenes que toma agua de infiltraciones cercanas, constituido por una tubería principal de PVC perforada de 10 m de longitud y 110 mm de diámetro, con empaque de grava y seis laterales del mismo material y características. El agua así captada se almacena formando una especie de pozo de 1m de profundidad aproximadamente, en cuyo interior se halla una tubería de PVC de 63mm que realiza la conducción del agua hacia la planta. (Foto V-28).



Foto V-28 Captación Subterránea 8.

Forma y Estructura: Tiene un muro en forma de L de hormigón, alrededor del pozo las paredes son de tierra y se forma un pozo de forma circular; el ingreso del agua es por la parte derecha hacia la pared de mayor longitud. (Foto V-29).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

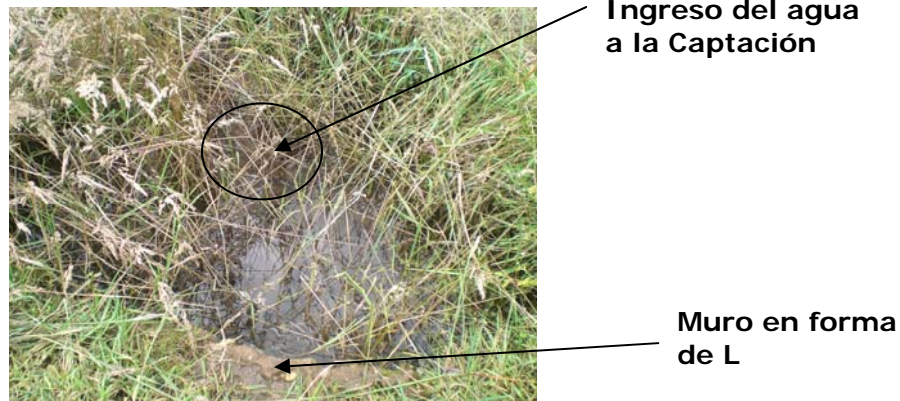
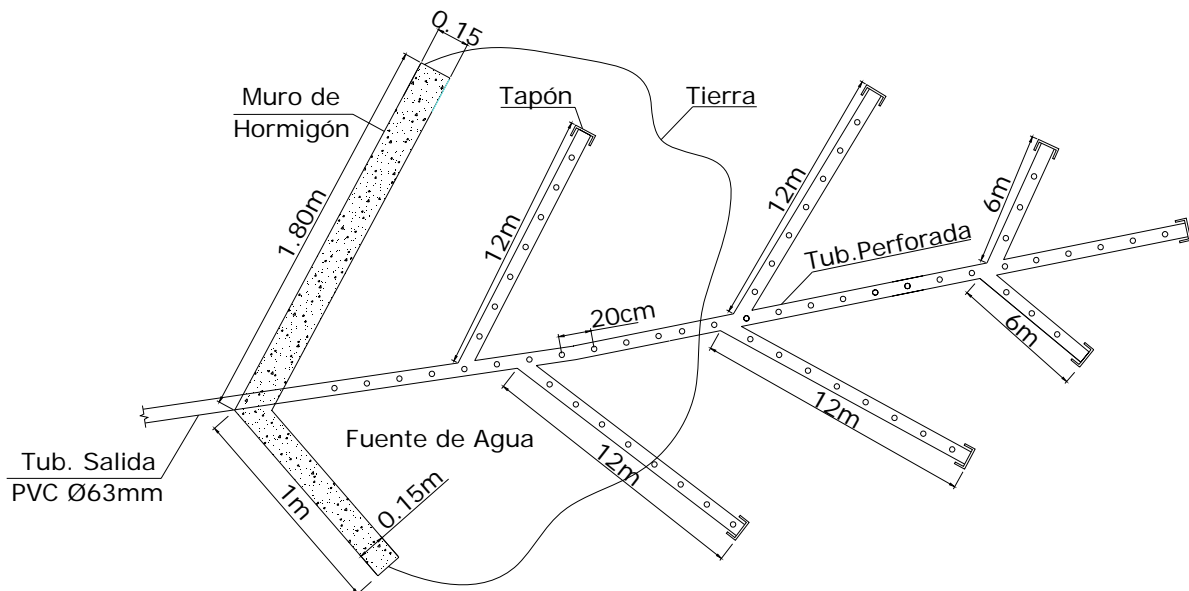


Foto V-29 Estructura de Captación 8.

Las dimensiones tomadas en campo se muestran a continuación en la FIG. V-16.



NOTA: Todas las tuberías perforadas terminan en tapones de PVC de 63mm.

FIG. V-16 Planta de la Captación 8.

Tuberías y Accesorios:

- Siete tuberías de PVC perforadas de 63mm de diámetro
- Tubería de PVC de 63mm de diámetro para conducción del agua. (FIG. V-17)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

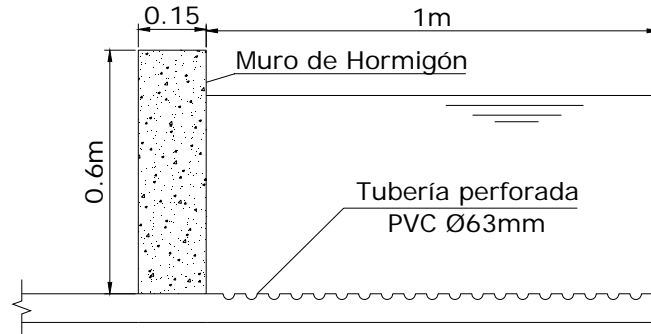


FIG. V-17 Corte longitudinal de la captación 8.

Estado Físico: No posee ningún cerramiento y la estructura casi no se podía apreciar debido a que estaba cubierta de vegetación y rodeada por excremento de ganado, se encuentra en condiciones deplorables. (Foto. V-30).

Condiciones Sanitarias: presenta vegetación y excremento en su interior como se aprecia en la Foto. V-31, en general las condiciones ambientales son deplorables debido a la gran cantidad de materia fecal del ganado que se encuentra en los alrededores Foto. V-30 y que contaminan la fuente.



Foto V-30 Contaminación fecal debido a la presencia del ganado.



Foto V-31 Agua contaminada en la fuente.



V.1.9 CAPTACIÓN 9

Ubicación: Sector de Cuncay.

Año de Construcción: 1992

Tipo: subterránea, se capta mediante un sistema de drenes que toma agua de infiltraciones cercanas, constituido por una tubería principal de PVC perforada de 15 m de longitud aproximadamente y 63mm de diámetro, con empaque de grava y cuatro laterales del mismo material y características. (Foto V-32).

El agua así captada llega a la estructura de captación en cuyo fondo se halla una tubería de PVC de 63mm que realiza la conducción del agua hacia la planta.



Foto V-32 Captación Subterránea 9.

Forma y Estructura: la estructura que se muestra en la Foto V-33 consiste en un muro de hormigón de 15cm de diámetro y 1.23m de altura, tiene un empaque de grava a la entrada (Foto V-32) en la que existe bastante vegetación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto V-33 Vista Frontal de la Estructura de Captación 9.

Las dimensiones de esta captación se indican en la FIG V-18 a continuación:

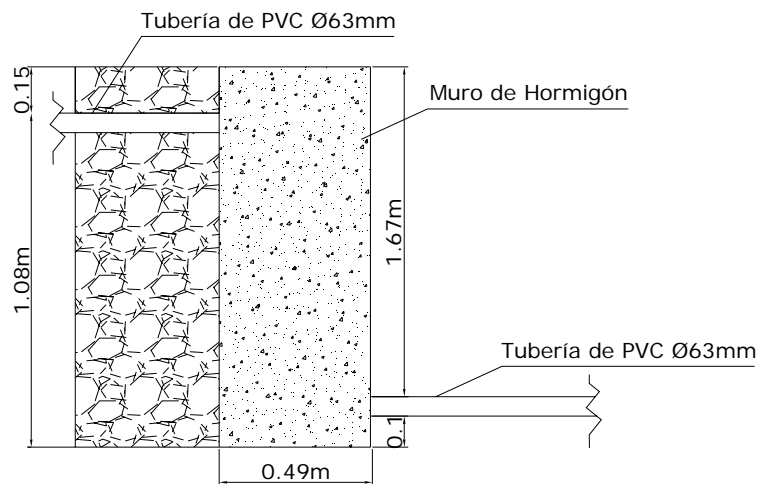


FIG. V-18 Corte longitudinal de la captación 9.

Tuberías y Accesorios:

- Cinco tuberías de PVC perforadas de 63mm de diámetro (FIG. V-19).
- Tubería de PVC de 63mm de diámetro para conducción del agua (FIG. V-18).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

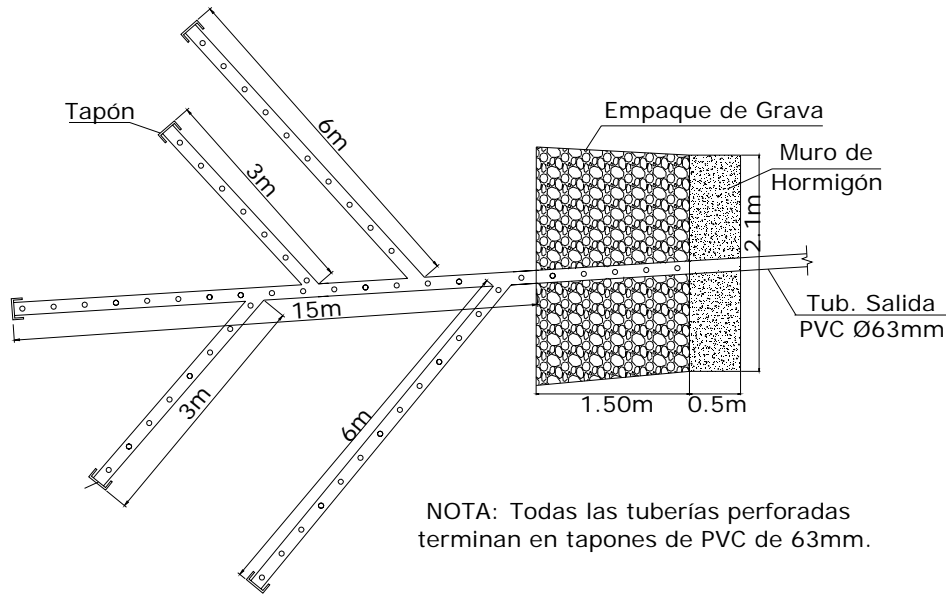


FIG. V-19 Vista en planta de la captación 9.

Estado: no adecuado ya que no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación. La estructura estaba deteriorada sin embargo parecía no presentar mayores fisuramientos.

Condiciones Sanitarias: las condiciones ambientales son buenas no existe contaminación en los alrededores y existe una variedad de plantas silvestres. (Foto V-34).



Foto V-34 Alrededores de la Captación 9.



V.1.10 CAPTACIÓN 10

Ubicación: Sector Cuncay - Azul Caca.

Año de Construcción: 1992

Tipo: subterránea, se capta mediante una tubería de PVC perforada de 90m de longitud aproximadamente y 63mm de diámetro, con empaque de grava. (Foto V-35). El agua así captada llega a la estructura de captación en cuyo fondo se halla una tubería de PVC de 63mm que realiza la conducción del agua hacia la planta.

Empaque de Grava



Foto V-35 Captación Subterránea 10

Forma y Estructura: La forma que presenta esta captación es la de un triángulo truncado (FIG. V-19), similar a la captaciones 4 y 5, la estructura es de mampostería de piedra, en su interior contiene grava de río cuyo tamaño varía entre 1 y 3 cm. (Foto V-35).

Las dimensiones de la estructura de Captación 10 se muestran en la FIG. V-20 a continuación:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

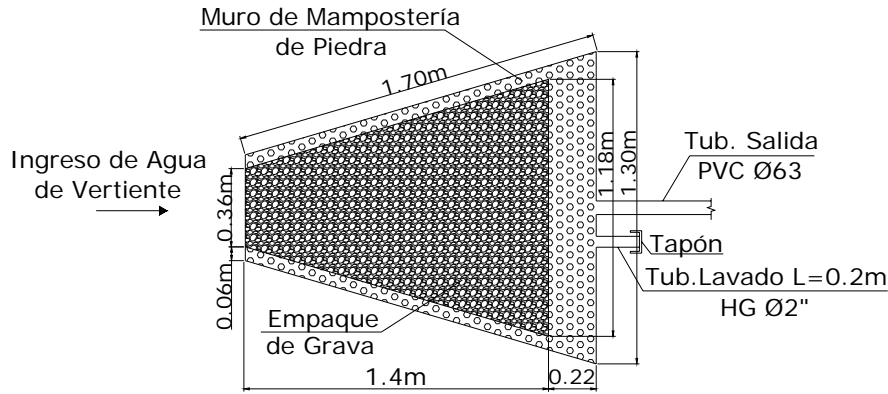


FIG. V-20 Vista en planta de la captación 10.

Tuberías y Accesorios:

- Tubería de HG de 2", para el lavado con su respectivo tapón.
- Tubería de salida de la captación de PVC diámetro de 63mm y longitud de 3m y se une a una tubería de 32mm que es la que conduce el agua hacia la planta (Ver Foto V-36).



Foto V-36 Accesorios de la Captación 10.

- Reductor de PVC de 63mm a 32mm (Foto V-37).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Reducción de
63mm a 32mm



Foto V-37 Reductor de PVC en la Tubería de Salida.

En la FIG V-21 se detallan las dimensiones y la ubicación de las tuberías y accesorios que tiene esta captación:

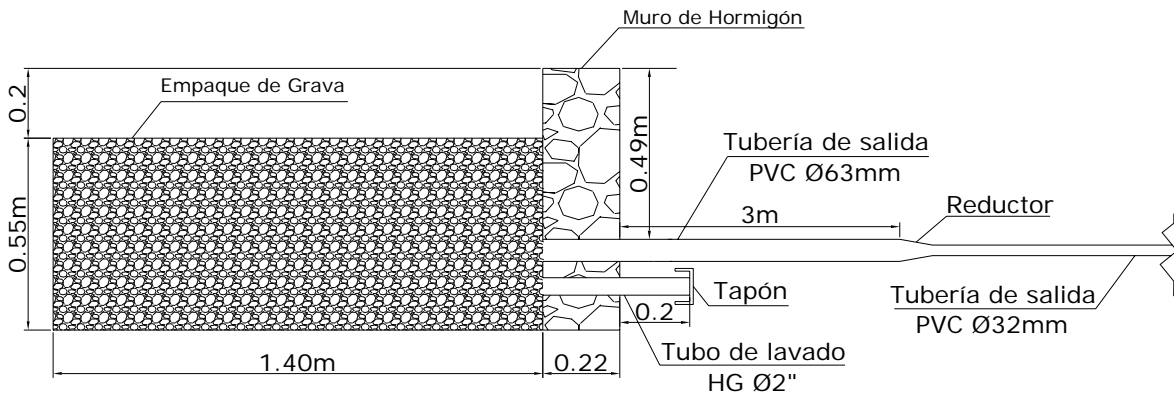


FIG. V-21 Corte longitudinal de la captación 10.

Estado: no adecuado ya que no presentaba ningún cerramiento además estaba rodeado de vegetación y sus accesorios con musgos. La estructura estaba un tanto deteriorada.

Condiciones Sanitarias: las condiciones ambientales en los alrededores de la captación son buenas, (Foto V-38) existe gran cantidad de vegetación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Entrada del Agua



Foto. V-38 Alrededores de la Captación

V.1.11 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE CAPTACIONES

Para la realización de la limpieza de las Captaciones existen dos procedimientos distintos en función de la Calidad de lavado y del Tiempo Disponible estos son:

1) Lavado sencillo:

Frecuencia:

Invierno: una vez al mes

Verano: cada tres meses

Procedimiento:

Para las captaciones cuya estructura es un tanque (Captación 1, Captación 2 y Captación 3), el lavado se realiza de la siguiente manera:

1. Se vacía el agua del tanque destapando la tubería y lavado y cerrando la llave de paso de la tubería de salida para evitar que entre aire.
2. Con una escoba se desmenuza todo el lodo y se lava el piso y las paredes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3. Una vez limpio el tanque se taponan la tubería de lavado y se abre la llave de paso de salida hacia la conducción.

Para las demás Captaciones (4 - 10):

1. Se quita el tapón de tubería de lavado.
2. Con el agua que llega a la estructura de captación se llenan baldes y se lava varias veces hasta que el agua empiece a salir más limpia.
3. Se cierra la tubería de lavado a que la estructura opere normalmente.

Personal Encargado:

- Operador de la planta
- Personal de mantenimiento de CODESA.

2) Lavado profundo:

Frecuencia:

Una vez al año.

Procedimiento:

Para las captaciones cuya estructura es un tanque (Captación 1, Captación 2 y Captación 3), el lavado se realiza de la siguiente manera:

1. Se vacía el agua del tanque destapando la tubería de lavado y cerrando la llave de paso de la tubería de salida para evitar que entre aire.
2. Con una escoba se desmenuza todo el lodo y se lava el piso y las paredes hasta que quede completamente limpio sin rastro de lodo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3. Una vez limpio el tanque se tapona la tubería de lavado y se abre la llave de paso de salida hacia la conducción.

Para las demás Captaciones (4 - 10):

1. Se quita el tapón de tubería de lavado.
2. Se saca todo el empaque de grava y se le lava bien para quitar todo el lodo y las impurezas adheridas a la misma.
3. Se coloca de nuevo el empaque de grava de acuerdo a su tamaño, es decir de más gruesa a más fina.
4. Se cierra la tubería de lavado a que la estructura opere normalmente.

Personal Encargado:

- Operador de la planta
- Personal de mantenimiento de CODESA
- Personas de la comunidad (Mingas).

Problemas de Limpieza y Mantenimiento:

- Acumulación de Lodo en las estructuras de captación, lo que difunta el lavado. El operador sugiere la construcción de un desarenador como parte de la estructura de captación sobre todo en las que mayor arrastre de lodos hay.
- En la mayoría de las captaciones no hay llave de paso, lo que dificulta el lavado de las mismas alargando el proceso y disminuyendo su eficacia.



V.2 EVALUACIÓN DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN

V.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN:

El Levantamiento topográfico de la Conducción se realizó gracias a la cooperación de la empresa ETAPA que nos proporcionó al Topógrafo Jorge Toledo con un grupo de 4 cadeneros. El equipo utilizado fue:

- Estación total marca Trimble (Foto V-39 y V-40)
- Nivel



Foto. V-39 Estación Total



Foto. V-40 Cadenero realizando mediciones

Así se llevo a cabo el levantamiento topográfico de las líneas de conducción, en un recorrido total de aproximadamente 13 km en planta (Ver Plano 16.1.1-1 del Capítulo 16.1 del Tomo 2).

Con los datos obtenidos en el campo se procederá a evaluar el funcionamiento de las conducciones para lo cual se empleará el programa EPANET y VALVEMATIC.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para la altimetría se utilizaron las mismas referencias de nivel empleadas para el levantamiento topográfico de la planta de potabilización

En los planos del Capítulo 16.2 del Tomo 2 se encuentra cada línea de conducción en planta y perfil, con indicación de diámetros, material, longitudes y accesorios tanto de instalación como de operación y mantenimiento.

V.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN

La conducción es a gravedad la mayor parte del tiempo, únicamente cuando el caudal de llegada a la planta es inferior a 4l/s se hace trabajar a una bomba de gasolina ubicada en el sector “Cuncay” para captar una fuente adicional procedente de un pequeño almacenamiento.

La conducción está integrada por tres líneas de tubería de PVC que conducen el agua de las diferentes captaciones hacia la planta de tratamiento como se puede apreciar en la FIG V-1.

La primera línea, denominada “Serragpamba 1” consiste en una tubería de PVC de 90mm diámetro y 3600m de longitud, este ramal conduce el agua proveniente de las captaciones 1,2 y 3 correspondientes a este sector. Esta línea dispone de una válvula de purga y otra aire como únicos accesorios.

La segunda línea “Serragpamba 2” consiste en una tubería de PVC de 90mm diámetro y 3225m de longitud, este ramal conduce el agua proveniente de las captaciones 4 y 5 de este sector. Tiene una válvula de aire.

Las dos líneas anteriores se unen mediante una te que continúa con una tubería de PVC de 110mm y 525m de longitud. Este tramo dispone de una válvula de purga y otra de aire (Foto V-39 y V-40).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La tercera línea “Cuncay” consiste en una tubería de PVC de 63mm de diámetro y 4600m de longitud, conduce el agua proveniente de las cinco captaciones del sector “Cuncay. En su trayecto tiene una válvula de aire. Esta línea intersecta a la unión de los dos anteriores formando una sola línea de conducción que llega hasta la planta, este último tramo tiene una longitud de 1400m, es de PVC de 90mm de diámetro y tiene una válvula de purga (Foto V-41).



Foto. V-39 Válvula de Purga inundada.



Foto. V-40 Válvula de Aire, actualmente en desuso



Foto. V-41 Válvula de Purga inundada

V.2.3 PROBLEMAS DE OPERACIÓN EN LA CONDUCCIÓN

- En invierno la conducción opera normalmente a gravedad, puesto que el caudal es alto, sin embargo en verano las condiciones cambian y el caudal se



UNIVERSIDAD DE CUENCA

reduce demasiado, esto ocasionaba que muchas veces no llegue prácticamente nada de agua a la planta razón por la cual la comunidad decidió colocar una bomba a gasolina en el sector de Cuncay, esta bomba funciona durante 8 horas diarias bajo la supervisión de un operador, de esta forma han logrado aumentar el caudal de llegada a la planta en 1l/s. Mientras el caudal que llega a la planta sea mayor que 4l/s la bomba permanece apagada.

- Cuando hay daños en las captaciones, entra aire a la tubería lo que dificulta el proceso de conducción.
- De acuerdo al operador las válvulas de purga están situadas en puntos muy bajos y se inundan con facilidad (Foto. V-39 y V-41), mientras que una de las de aire no funciona bien debido a su mala ubicación (Foto. V-40), la única válvula de aire que funciona normalmente es la de la línea de Cuncay.
- Debido a ciertos derrumbes y reptaciones del terreno que se presentan en ciertos lugares de la conducción, se produce la separación de tramos de tubería ocasionando serios problemas tales como obstrucciones, disminución de caudal, baja calidad del agua captada, etc.

V.2.4 EVALUACIÓN HIDRAULICO SANITARIA DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN

Las líneas de conducción transportan un caudal aproximadamente de 10l/s en época invierno y de 3l/s en época de verano, que resulta del aporte de las diez captaciones hacia la planta de tratamiento. Para el trazo de la misma se utilizaron los datos topográficos los mismos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

que nos permiten conocer las coordenadas y cotas de cada punto.

Para la evaluación hidráulica del sistema de tuberías de conducción se ha utilizado el programa EPANET 2 versión en español, aplicando la fórmula Hazen y Williams para calcular la pérdida de carga en los diferentes tramos, la fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$H_f = \frac{10.666Q^{1.852}}{D^{4.87} C^{1.852}}$$

En donde:

- Q** = Caudal en m³/s
- D** = Diámetro de la tubería
- C** = Coeficiente de rugosidad para PVC
- H_f** = Pérdidas de carga (m/m)

El coeficiente “C” de Hazen Williams que se seleccionó para la tubería de PVC es de C=120, debido a la alineación del emplazamiento y otros problemas de instalación de la tubería.

La línea piezométrica debe estar al menos al mismo nivel que la tubería para que su adecuado funcionamiento hidráulico, sin embargo es recomendable una altura de 5m sobre el nivel de la misma.

La velocidad máxima en la tubería es recomendable que sea menor a 3m/s, y la presión que soporta no debe exceder los 100m de columna de agua.

Para realizar la evaluación hidráulica de esta conducción se realizaron las siguientes alternativas de cálculo, con el objeto de poder analizar el comportamiento de la misma.

Alternativa 1:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Analizando la conducción como si las tuberías trabajaran siempre a sección llena, es decir calcular el máximo caudal que podría ser llevada por la misma.

Observaciones:

- Al realizar la corrida con el programa Epanet, se observo que en algunas captaciones el agua se estaba regresando a las mismas en vez de ir hacia la planta.
- El caudal final de llegada a la planta obtenido fue de 9l/s. Sin embargo en la línea de conducción Serragpamba 2 se registraron ocho puntos que tenían presión negativa, por lo que el caudal conducido por la misma inicialmente de 7,7l/s se redujo a 5,5l/s evitando de esta manera presiones negativas, con lo que el caudal de llegada a la planta disminuyó a 6,78l/s. (Ver Tabla V-1 y Tabla V-2)

TABLA V-1 Resumen de Resultados de Conducciones obtenidos con el Epanet para la Alternativa 1

Línea de Conducción	Diámetro mm	Caudal l/s	Velocidad m/s
Tramo Final hacia Planta	90	9	1,41
Serragpamba 1 y 2	110	7,41	0,78
Serragpamba 2	90	7,72	1,21
Serragpamba 1	90	-0,31	-0,05
Cuncay	63	1,59	0,51

Fuente: Resultados de Análisis de Conducciones con Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA V-2 Resumen de Resultados de Conducciones para la Alternativa 1, con reducción de caudal en la línea Serragpamba 2

Línea de Conducción	Diámetro mm	Caudal l/s	Velocidad m/s
Tramo Final hacia Planta	90	6,78	1,07
Serragpamba 1 y 2	110	5,19	0,55
Serragpamba 2	90	5,5	0,86
Serragpamba 1	90	-0,31	-0,05
Cuncay	63	1,59	0,51

Fuente: Resultados de Análisis de Conducciones con Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

- El mayor aporte de caudal proviene de la línea de conducción Serragpamba 2, esto se debe a que las cotas de las captaciones que alimentan a la misma son las más altas de toda la conducción.
- La línea de conducción Serragpamba 1, no aporta caudal alguno a la planta de tratamiento, incluso una pequeña parte del caudal conducido por la línea Serragpamba 2 regresa hacia las captaciones 1,2 y 3 que forman parte de la línea de conducción Serragpamba 1. (Ver Tabla V-1)

Alternativa 2:

Se planteó una segunda suposición, colocando válvulas de retención (check), en las tuberías de salida de las captaciones a las que el agua se estaba regresando.

Observaciones:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Al realizar la corrida con el programa Epanet, se observó que el caudal de llegada a la planta era de 10l/s, es decir mayor que el obtenido con la alternativa anterior, de todas formas este caudal se redujo a 8,5l/s debido a presiones negativas presentes en la línea de conducción Serragpamba 2 cuyo aporte inicial era de 7l/s y bajó a 5,5l/s para evitar la presencia de dichas presiones. (Ver Tabla V-3)

TABLA V-3 Resumen de Resultados de Conducciones obtenidos con el Epanet para la Alternativa 2

Línea de Conducción	Diámetro mm	Caudal l/s	Velocidad m/s
Tramo Final hacia Planta	90	10,08	1,58
Serragpamba 1 y 2	110	8,16	0,86
Serragpamba 2	90	7,05	1,11
Serragpamba 1	90	1,11	0,17
Cuncay	63	1,92	0,62

Fuente: Resultados de Análisis de Conducciones con Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA V-4 Resumen de Resultados de Conducciones para la Alternativa 2, con reducción de caudal en la línea Serragpamba 2

Línea de Conducción	Diámetro mm	Caudal l/s	Velocidad m/s
Tramo Final hacia Planta	90	8,53	1,34
Serragpamba 1 y 2	110	6,61	0,70
Serragpamba 2	90	5,5	0,86
Serragpamba 1	90	1,11	0,17
Cuncay	63	1,92	0,62



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fuente: Resultados de Análisis de Conducciones con Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

- Con esta alternativa, se consiguió que todas las líneas de conducción aporten caudal a la planta. Al igual en el caso anterior, el mayor aporte proviene de la línea de conducción Serragpamba 2, seguida por la línea Cuncay, siendo la de menor aporte la línea Serragpamba 1. (Ver Tabla V-3 y Tabla V-4)

En las tablas y figuras del Anexo 2 se pueden ver los resultados obtenidos para las dos alternativas planteadas.

En toda conducción es necesario considerar además su limpieza y mantenimiento, para lo que se deben colocar válvulas de desagüe y/o purga, ubicadas en sitios estratégicos, el diámetro de las mismas se consideró igual al de la tubería; en la tabla 3-2 del Anexo 3 se detalla la ubicación de estas válvulas y su diámetro para cada línea de conducción.

Se aplicó el programa VALVEMATIC para determinar los puntos del perfil de la tubería que requieren instalación válvulas de aire, se consideraron los siguientes tipos de válvulas:

- Válvulas que permitan evacuar el exceso de aire.
- Válvulas que permitan el ingreso de aire.
- Doble acción (evacuan o permiten el ingreso de aire de acuerdo a las condiciones)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los puntos de ubicación de las válvulas, su diámetro y tipo se indican para cada línea de conducción, en el Anexo 3.

En el plano 16.3.1-1 del Capítulo 16.3 (Tomo 2) se ilustra los datos hidráulicos calculados así como la ubicación y tipo de válvulas requeridas para mejorar el Sistema.

V.2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- El número de válvulas tanto de aire como de purga, existentes actualmente es insuficiente. De acuerdo con el programa corrido para las válvulas de aire se necesitan 55, y solamente existen 4. Esto puede ocasionar interrupciones en el flujo y disminución del caudal que se transporta por las conducciones, por lo que sería recomendable que se proceda a instalar las válvulas faltantes en las abscisas indicadas en las tablas y figuras del Anexo 3
- Con relación a las válvulas de purga, igualmente se encuentra que el número de las mismas es deficitario: existen 3, y de acuerdo a la tabla 3-2 del Anexo 3 se requieren idealmente 39, pero por lo menos 30 eliminando aquellas colocadas en los tramos de menor longitud. La deficiencia de las válvulas de purga significa dificultades para la limpieza de la tubería.
- En ciertos puntos el terreno por donde atraviesa la tubería, presenta reptaciones y deslizamientos, lo que puede ocasionar la separación de los tramos, provocando fugas en la conducción. En las zonas en donde la geología sea un factor de riesgo para la conducción, se recomienda realizar canales de circulación de agua de lluvia para evitar los movimientos del suelo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- En las captaciones no existe la facilidad para realizar aforos del caudal, por lo que sería conveniente instalar en todas una válvula que permita interrumpir el paso de agua hacia la tubería de salida.
- El caudal de llegada a la planta obtenido con la aplicación del programa Epanet, da una buena aproximación del caudal real que según datos proporcionados por el operador es de 10l/s en épocas de invierno.
- La Captación 1, no alimenta a la conducción debido a su ubicación, pues su cota es demasiado baja, sería necesario analizar si el caudal que llega a la misma es alto y si su aporte fuera significativo para el caudal total de llegada a la planta, en caso de serlo se debería estudiar la posibilidad de colocar una bomba que permita la llegada del caudal hasta la te de intersección con la otra línea de conducción.
- El caudal de llegada a la planta obtenido en el EPANET es mayor cuando se colocan válvulas de retención para evitar que parte del mismo se regrese hacia las captaciones, de esta forma se observa que las captaciones que alimentan a la conducción son: 2, 4, 5 y la 10. De estas captaciones se debe estudiar su caudal de aporte para ver si es similar al calculado, de ser así se debería instalar válvulas check en los puntos de las tuberías que conectan a las demás captaciones al sistema; caso contrario es decir si el caudal de aporte de las captaciones antes mencionados fuera menor al calculado, se debe procurar trabajar con todas las captaciones excepto la 1.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO VI

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS OPERACIONALES ACTUALES, COMPROBACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE pH, TURBIEDAD, COLOR, CLORO RESIDUAL A CARGO DE LOS OPERADORES. ESTRUCTURAS DE MEDICION DE CAUDALES

Este capítulo consiste en una evaluación del trabajo del operador dentro de la planta a más de los equipos que él mismo utiliza para realizar las medidas; con el objeto de conocer el desempeño operacional que el operador ha ido adquiriendo con su experiencia y los problemas que se den debidos a la incorrecta operación o mal funcionamiento de los equipos de medición, y es este sentido buscar mejoras tanto a las prácticas actuales como a los equipos que así lo requieran.

VI.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS PRÁCTICAS OPERACIONALES

A continuación se hará una descripción sobre las prácticas operacionales del operador quien de acuerdo a su propia experiencia ha ido adecuando nuevas ideas a los procedimientos operacionales indicados en el Capítulo III.

VI.1.1 Preparación de Solución de Sulfato de Aluminio

Procedimiento:

- Vacía el tanque de mezcla, el sobrante de la solución del tanque vacío mezclar manualmente y pasar este líquido al tanque en uso, para evitar desperdicios.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-1 Vaciado del Tanque de Mezcla de Sulfato de Aluminio.

- Limpia con escoba los residuos sólidos del fondo del tanque.



Foto VI-2 Limpieza de los Residuos Sólidos.

- Llena el tanque con agua hasta los 500 litros.



Foto VI-3 Llenado del Tanque con Agua Tratada

- Añade 6Kg. de sulfato de aluminio que equivale a llenar el recipiente amarillo hasta la marca señalada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-4 Balde de Medida del Sulfato en Grano.

- Enciende el mezclador automático mediante el tablero.



Foto VI-5 Tablero de Control de Mezcla

- Consumido el tanque hasta la señal marcada al nivel inferior de la llave de salida de la solución, realizar el cambio al otro tanque.

VI.1.2 Medición de Color Aparente y Turbiedad

El operador realiza los procedimientos descritos en prácticas operacionales del Capítulo III.

VI.1.3 Dosificación de la Solución de Sulfato de Aluminio

Procedimiento:

- Determina el caudal de ingreso del agua cruda y la turbiedad de la misma.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- De acuerdo a su experiencia da el número de vueltas que considera necesario en el dosificador, pues el se ha dado cuenta que el número de vueltas indicado en las tablas del Manual de Operación no es suficiente por lo que no hace uso de ellas.
- Observa después de dosificar la formación de flóculos en el floculador y la calidad del agua de salida del sedimentador, según eso él ve si aumenta o reduce el número de vueltas.
- Constantemente el operador visualiza las unidades de floculación para verificar que la coagulación sea correcta.

VI.1.4 Medición de Cloro

Para esta medición sigue el proceso indicado en prácticas operacionales del Capítulo III.



Foto VI-6 Equipo para medición de Cloro Residual

VI.1.5 Lavado del Floculador y Sedimentador

Existen dos tipos de lavado:

1) Lavado Rutinario.-

Frecuencia: Tres días.

Tiempo de duración: 1 hora.

Personal: Operador de la Planta y dos ayudantes.

Procedimiento:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Verifica que el nivel del tanque de abastecimiento sea superior al 30%.
- Suspende la dosificación de sulfato 15min antes del lavado. Aprovecha este tiempo para lavar el dosificador retirando los restos sólidos de sulfato y desobstruyendo el orificio de la tubería de salida.



Foto VI-7 Limpieza del Dosificador

- Cierra la compuerta de entrada de agua cruda cuando el caudal sea alto, si esta bajo no cierra para poder lavar con la misma agua cruda y con manguera.
- Abre la válvula de desagüe del floculador para que empiece a salir el agua sucia.



Foto VI-8 Válvula de desfogue evacuando el agua sucia

- Con una escoba, una manguera a presión y un balde se friegan y lavan los tabiques del floculador, las placas del sedimentador y las paredes y pisos de las dos unidades.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-9 Personal realizando la limpieza del Floculador y Sedimentador

- El canal de recolección y la cámara de salida del sedimentador, se lavan con una escoba fregando el piso y paredes, luego se saca el agua sucia con un balde hasta que queden vacíos.



Foto VI-10 Personal realizando la Limpieza del Canal de Recolección y la Cámara de Salida del Sedimentador

- Una vez que estén las unidades limpias y vacías es decir que toda el agua de lavado haya salido al desagüe; se procede a cerrar la válvulas de desagüe del floculador.
- Finalmente abre la válvula de entrada de agua cruda y dosifica la solución de sulfato de aluminio normalmente.

2) Lavado Completo.-

Frecuencia: Cada seis meses.

Tiempo de duración: 3-4 horas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Personal: Operador de la Planta y cuatro ayudantes.

Procedimiento:

- Se realizan los pasos indicados anteriormente, con la diferencia de que este lavado es más profundo y se friegan bien con cepillo cada uno de los tabiques, placas, pisos y paredes hasta que queden en lo posible completamente limpios.

Algo que dificulta el lavado del sedimentador es que todas sus placas son fijas por lo que es imposible limpiarlas completamente.

El operador comenta que él nunca realiza el lavado utilizando hipoclorito como dice en el Manual, por dos razones:

1. El hipoclorito corroe las tuberías de recolección de agua sedimentada puesto que son de HG, con lo que aumenta el desgaste de las mismas.
2. Existe el riesgo de que una parte del agua de lavado con hipoclorito vaya a los filtros lentos con lo que sus microorganismos morirían y perdería su acción biológica.

VI.1.6 Limpieza del Filtro Grueso

Existen dos tipos de lavado:

1) Lavado de Rutina.-

Frecuencia: Cada que el agua comience a rebosar.

Tiempo de duración: 20min.

Personal: Operador de la Planta.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Procedimiento:

- Efectúa de 5-8 aperturas y cierres rápidos de la válvula cierre rápido del filtro grueso y le mantiene abierta a que salga el agua a la cámara de desagüe. Al mismo tiempo abre la llave tipo globo permitiendo que la unidad se vacíe totalmente.



Foto VI-11 Operado abriendo la Vaciado de agua en la válvula de desfogue de fondo. desfogue del Prefiltro



Foto VI-12 cámara de desfogue

- Lava las paredes de la cámara de entrada del filtro grueso, usando un cepillo de nylon y agua.
- Vaciada la unidad, cierra la válvula de apertura rápida y la llave tipo globo.



Foto VI-13 Filtro Grueso Vacío

- Espera a que se llene el tanque, una vez lleno abre la llave de rebose durante 5min para que todos los lodos de la parte superior del filtro se laven.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-14 Llenado del Prefiltro

- Semanalmente retira una parte de la capa superior del Filtro Grueso para lavarla con manguera y escoba limpiando todos los lodos e impurezas adheridas a la gravilla.



Foto VI-15 Capa Superior con lodos e impurezas

2) Lavado Completo.-

Frecuencia: Cada 2-3 meses.

Tiempo de duración: 3 horas.

Personal: Operador de la Planta y cuatro ayudantes.

Procedimiento:

- Se lava normalmente como un lavado de rutina y aparte se retira una parte del material de la capa



UNIVERSIDAD DE CUENCA

superior para lavarla con manguera y escoba limpiando todos los lodos e impurezas adheridas a la gravilla hasta que el agua salga limpia.

- Se remueve con una pala el material del filtrante y se va metiendo la manguera a través de las capas en diferentes puntos, para que se laven todos los lodos adheridos al material.
- Además se deben lavar las paredes de la cámara de entrada y salida del filtro grueso, usando un cepillo de nylon y agua.

VI.1.7 Limpieza del Filtro Lento de Arena

Frecuencia: cada vez que el nivel del agua sobrenadante de uno de los filtros llegue hasta 3cm por debajo del nivel del vertedero de ingreso a los filtros.

Tiempo de duración: 4 horas.

Personal: Operador de la Planta y un Ayudante.

Procedimiento:

- Cerrar la válvula de ingreso de agua al filtro, permitiendo que todo el caudal de tratamiento de la planta se dirija hacia la otra unidad de filtración lenta. Cuando la unidad este vacía, abre las válvulas de desagüe a que se seque el filtro en su totalidad, todo el proceso anterior dura aproximadamente una noche.
- Limpia la cámara de entrada al filtro con un cepillo de nylon y agua fregando bien las paredes y fondo, luego abre las llaves de desagüe de esta cámara a que salga el agua de lavado hacia la cámara de desfogue de distintas unidades.
- Una vez seco el filtro, cierra las válvulas de desagüe del mismo e ingresa a su interior pero no coloca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ninguna tabla para caminar en sobre el lecho de arena puesto que esto dificulta su movilidad y con ello el proceso de limpieza.

- Lava las paredes del filtro con agua y cepillo de cerdas nylon.



Foto VI-16 Operador raspando las paredes del filtro lento

- Raspa el lecho de arena mediante una pala plana y retira más o menos 1cm del espesor, dependiendo de la cantidad de lodos.
- Almacena la arena raspada para su posterior lavado.
- Coloca en el filtro la arena lavada que se encontraba almacenada y va tendiéndola y nivelándola con una especie de aplanadora manual, hasta que el lecho recupere su espesor original.



Foto VI-17 Colocado de arena limpia



Foto VI-18 Tendido de arena



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-19 Filtro nivelado, listo para su llenado

- Realiza el retrolenado del filtro. Para ello abre la válvula de interconexión de los filtros, con lo que el agua del filtro en funcionamiento comenzará a ingresar al filtro lavado, por el fondo.



Marca hasta donde se debe llenar con agua del otro filtro

Foto VI-20 Retrolenado del Filtro

- Cuando el agua alcance la marca indicada en la pared del filtro, se abre la válvula de ingreso al mismo a que opere normalmente.

VI.1.8 Lavado de Arena

El Operador ha ido adecuando la unidad de lavado tratando de optimizar de la mejor manera el espacio que dispone.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-21 Partes de la Unidad de Lavado de Arena

Frecuencia: cada vez que lave un filtro lento de arena.

Tiempo de duración: 3 horas.

Personal: Operador de la Planta y un Ayudante.

Procedimiento:

- Coloca la arena en la parte central de la unidad de lavado.
- Con la manguera y una pala revuelve la arena vigorosamente, y con la escoba le friega hasta cuando el agua de lavado salga completamente limpia.



Foto VI-22 Lavado de Arena

- Acumula la arena lavada en la parte derecha de la unidad de lavado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

VI.1.9 Limpieza del Tanque de Almacenamiento

Frecuencia: cada 2 o 4 meses.

Tiempo de duración: 30min a una hora.

Personal: Operador de la Planta y un Ayudante.

Procedimiento:

- Cierra la válvula de salida del agua hacia la red de distribución.
- Abre la válvula de desagüe del tanque para que se empiece a vaciar.
- Ingresa al tanque cuando el nivel de agua dentro del mismo sea bajo y con una escoba y un cepillo de nylon friega bien las paredes y el piso, utilizando el agua potable que ingresa al tanque.
- Una vez limpio el interior del tanque, cierra la válvula de desagüe y abre la de salida hacia la distribución.

VI.1.10 Estado del Dosificador de Cloro Gas

El operador realiza los procedimientos correspondientes a esta operación, descritos en prácticas operacionales del Capítulo III.

VI.1.11 Cambio de Cilindro de Cloro

Para este proceso, el operador sigue los pasos indicados en el manual de operación descrito en prácticas operacionales del Capítulo III.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-23 Equipo del Operador para cambio de cilindro de cloro

VI.2 COMPROBACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN DE pH, TURBIEDAD, COLOR, CLORO RESIDUAL A CARGO DE LOS OPERADORES.

- En la planta no se dispone de un equipo para la medición de pH, por lo que no se pudo realizar ninguna comprobación del mismo.
- En lo que respecta a los de equipos para medición de Color y turbiedad la planta cuenta con:
 - Un Equipo Colorímetro HACH DR-700
 - Un Turbidímetro HACH 2100P



Foto VI-24 Equipos HACH para medidas de Color y Turbiedad



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La medición de color y turbiedad se realiza correctamente siguiendo todos los pasos de acuerdo al manual de operación de la planta, sin embargo el equipo para la medición del color no es preciso y da medidas menores al valor dado en otros equipos de laboratorio. Lo más preocupante es que en muchos casos el agua de salida de la planta da valores de color de cero y a veces hasta negativos lo cual es imposible.

Otro problema con el equipo colorímetro es que da lectura hasta de un valor máximo de 550 UC entonces el operador ya no puede medir este parámetro de aguas que estén bastante coloreadas, por lo que consideramos importante que se enseñe al operador a diluir las muestras y se le proporcione el equipo necesario para ello como probetas y pipetas.

El turbidímetro no presenta problemas y las lecturas dadas por el mismo son muy similares a la del turbidímetro de los Laboratorios de la Universidad y de la Planta de Tixán.

- El Medidor de Cloro Residual es adecuado y no presento ningún problema, los resultados fueron muy similares a los leídos con otro medidor.



Foto VI-25 Operador midiendo el Cloro Residual en Tanque de Almacenamiento



UNIVERSIDAD DE CUENCA

A continuación se muestran los resultados de algunas medidas de cloro realizadas en el tanque de cloración, tanque de almacenamiento y algunos domicilios con el fin de comprobar si la dosis de cloro adicionada por el operador es suficiente.

1. Cloro Residual en el Tanque de Cloración

Como se puede apreciar en las Fotos VI-26 y VI-27:

El valor obtenido por el operador fue de 1.5mg/l

El valor obtenido por nosotras fue de 1.5 mg/l



Foto VI-26 Medidor utilizado en Planta



Foto VI-27 Medidor utilizado en la Evaluación

2. Cloro Residual en el Tanque de Almacenamiento

Como se puede apreciar en las Fotos VI-28 y VI-29:

El valor obtenido por el operador fue de 1mg/l

El valor obtenido por nosotras fue de 1 mg/l



UNIVERSIDAD DE CUENCA

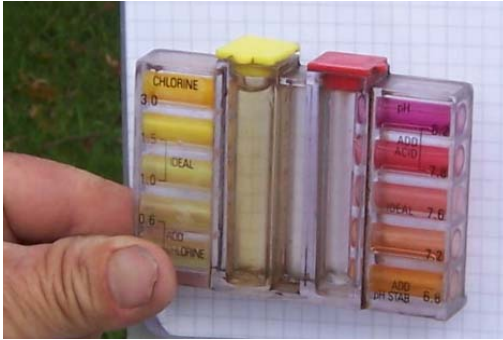


Foto VI-28 Medidor utilizado en Planta

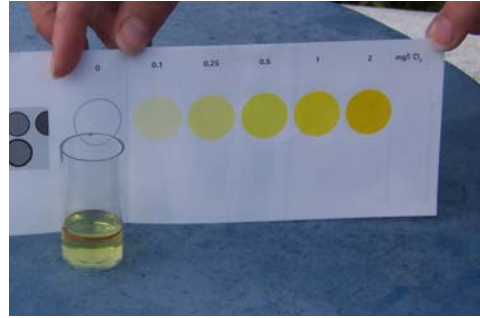


Foto VI-29 Medidor utilizado en la Evaluación

2. Cloro Residual en el Tanque de Distribución “La Dolorosa”, punto más cercano de la red de distribución.

Como se puede apreciar en la Foto VI-31:

El valor obtenido por nosotras fue de 0.20 mg/l



Foto VI-30 Tanque la Dolorosa

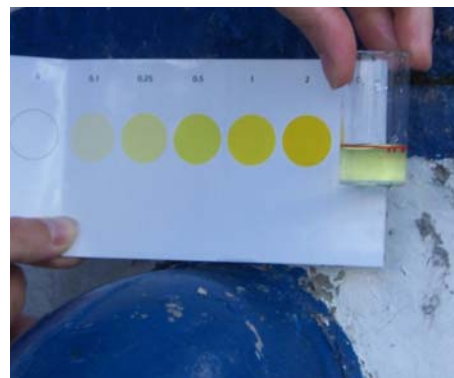


Foto VI-31 Medida de Cloro Residual

3. Cloro Residual en un domicilio del Centro Parroquial, punto intermedio de la red de distribución.

Como se puede apreciar en la Foto VI-33:

El valor obtenido por nosotras fue de 0.25 mg/l



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VI-32 Domicilio entrada Centro Parroquial

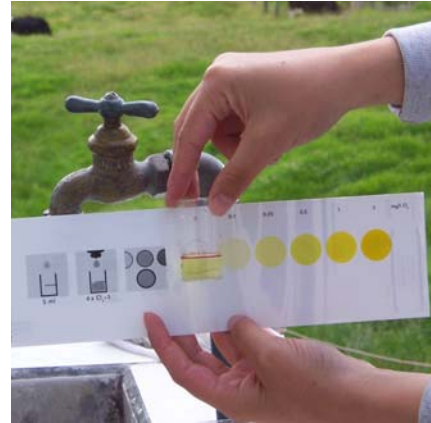


Foto VI-33 Medida de Cloro Residual

4. Cloro Residual en CODESA ubicada en el Centro Parroquial, punto intermedio de la red de distribución.

Como se puede apreciar en la Foto VI-35:

El valor obtenido por nosotras fue de 0.15 mg/l



Foto VI-34 CODESA

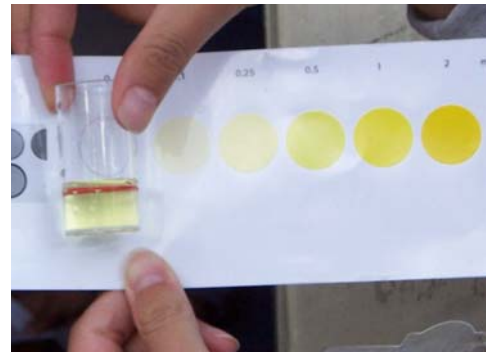


Foto VI-35 Medida de Cloro Residual

5. Cloro Residual en un domicilio del Centro Parroquial, en este caso el agua estaba almacenada en un tanque de reserva.

Como se puede apreciar en la Foto VI-37:

El valor obtenido por nosotras fue de 0 mg/l, esto se debe a que el tanque de reserva del domicilio el cloro se debe haber perdido.



Foto VI-36 Domicilio en pleno Centro Parroquial

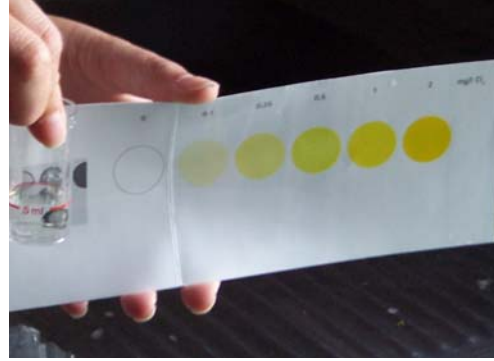


Foto VI-37 Medida de Cloro Residual

6. Cloro Residual en una tienda del Centro Parroquial

Como se puede apreciar en la Foto VI-39:

El valor obtenido por nosotras fue de 0.25mg/l.



Foto VI-38 Tienda en pleno Centro Parroquial

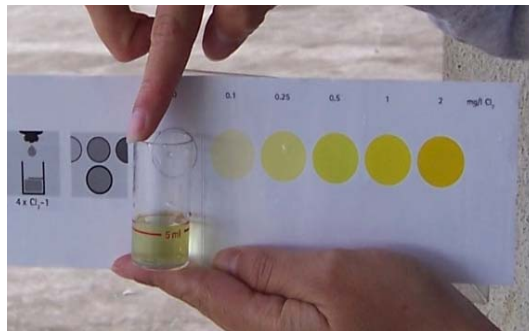


Foto VI-39 Medida de Cloro Residual

6. Cloro Residual en la última casa abastecida, es decir en un extremo de la red de distribución.

Como se puede apreciar en la Foto VI-41:

El valor obtenido por nosotras fue de 0mg/l.



Foto VI-40 Tienda en pleno Centro Parroquial

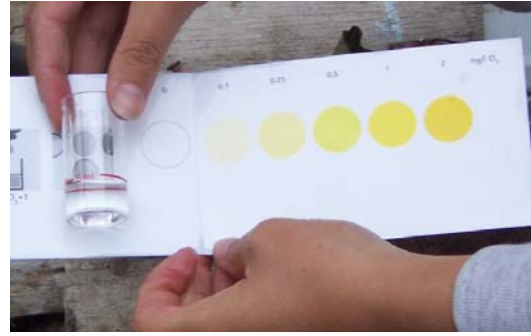


Foto VI-41 Medida de Cloro Residual

Conclusiones:

- No existe diferencia entre las medidas realizadas por el operador y las realizadas por nosotros, lo que prueba que el medidor utilizado en planta es adecuado.
- El cloro residual en el tanque de almacenamiento debe ser igual o mayor a 0,8mg/l, los valores medidos estaban alrededor de este valor.
- El cloro residual en cualquier punto de la red de distribución es recomendable que mantenga un nivel de por lo menos 0.2mg/l, se comprobó que en todos los puntos medidos el valor del residual estaba dentro de este rango, con excepción de la punta de red y de un domicilio en donde el agua medida provenía de un tanque de reserva donde el cloro residual puede haberse consumido.

VI.3 ESTRUCTURAS DE MEDICION DE CAUDALES

Existen tres vertederos triangulares de 90° para la medición del caudal dentro de la planta. A continuación se describen las características y ubicación de cada uno de los vertederos existentes:



1. Vertedero 1:

Ubicación: A la entrada de la Planta en la Cámara de Ingreso de Agua Cruda

Material: Acero

Dimensiones: se indican en la siguiente figura.

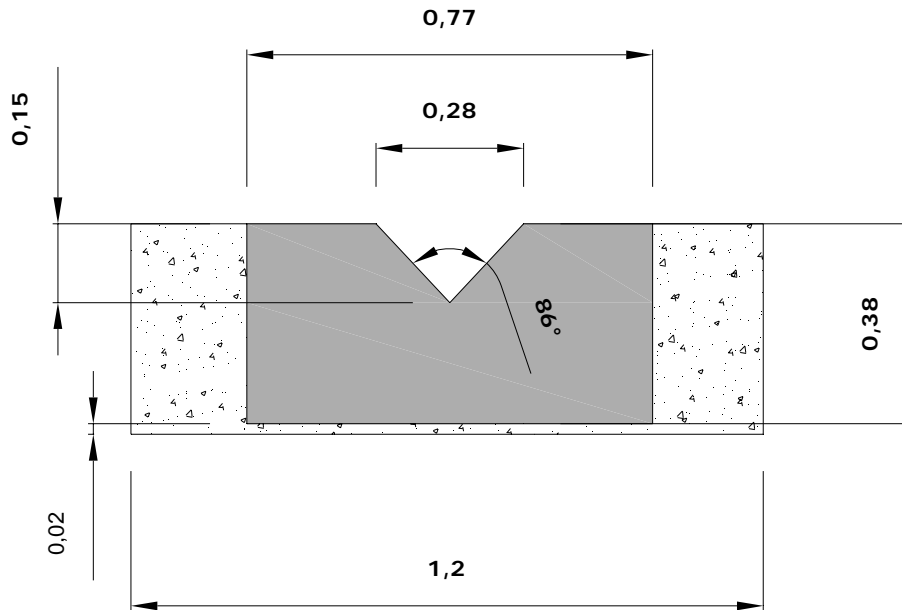


FIG. VI-1 Vertedero de Entrada a la Planta



Foto II-42 Vista Frontal del Vertedero 1



Foto II-43 Vista Lateral del Vertedero 1

Medidor de Caudal

Vertedero



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2. Vertedero 2:

Ubicación: En la cámara de entrada del Filtro Lento 1

Material: Acero

Dimensiones: se indican en la siguiente figura.

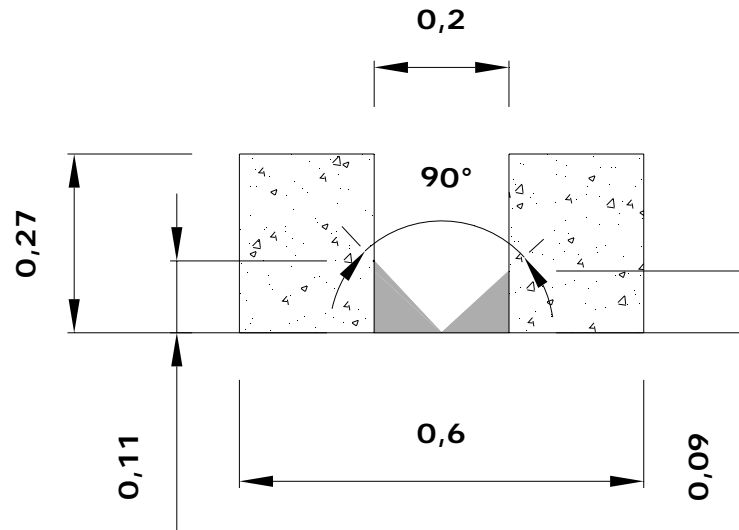


FIG. VI-2 Vertedero de Entrada al Filtro Lento 1



Foto II-44 Vista Frontal del Vertedero 2



Foto II-45 Vista Lateral del Vertedero 2

Nota: El filtro estaba siendo lavado por lo que no estaba pasando caudal alguno a través del vertedero.



3. Vertedero 3:

Ubicación: En la cámara de entrada del Filtro Lento 2

Material: Acero

Dimensiones: se indican en la siguiente figura.

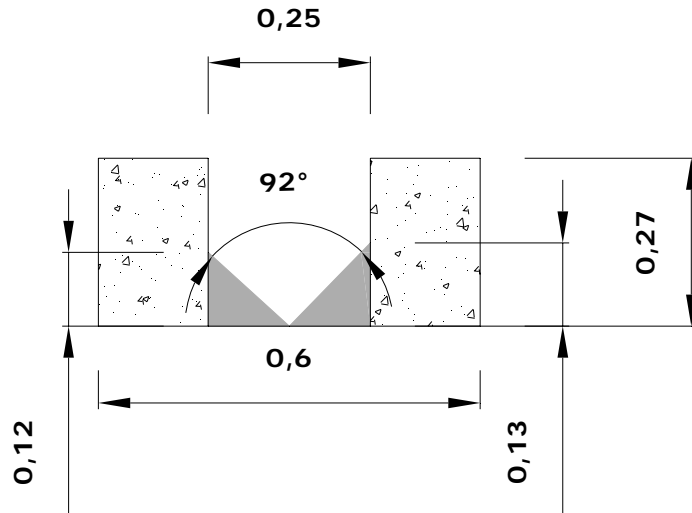


FIG. VI-3 Vertedero de Entrada al Filtro Lento 2



Foto II-46 Vista Frontal del Vertedero 3

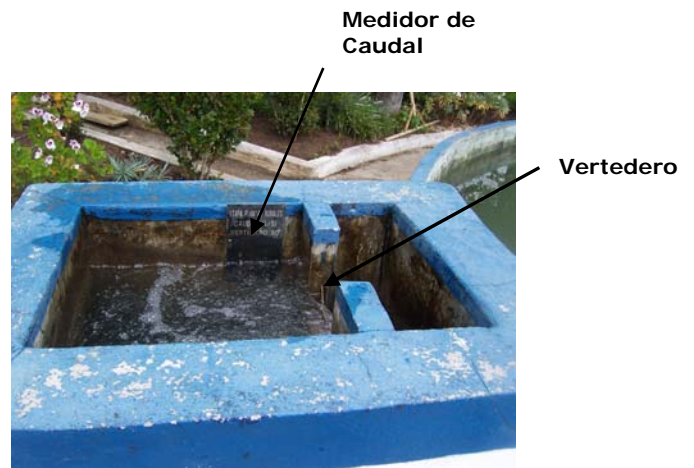


Foto II-47 Vista Lateral del Vertedero 3



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Se realizó la comprobación de los caudales medidos por los vertederos, aplicando la siguiente fórmula hidráulica para vertederos triangulares de 90°:

$$Q = 1.4 \times H^{5/2}$$

Donde: H es la altura de la cresta del vertedero en m
Q es el caudal que pasa a través del vertedero en m³/s

COMPROBACIÓN DE MEDIDA DE CAUDAL EN VERTEDERO 1

Caudal Medido	5	l/s
Hcresta vert	10,8	cm
Caudal Calculado	5,37	l/s

COMPROBACIÓN DE MEDIDA DE CAUDAL EN VERTEDERO 2

Caudal Medido	2	l/s
Hcresta vert	7,6	cm
Caudal Calculado	2,23	l/s

COMPROBACIÓN DE MEDIDA DE CAUDAL EN VERTEDERO 3

Caudal Medido	2,5	l/s
Hcresta vert	7,9	cm
Caudal Calculado	2,46	l/s



Conclusiones:

Los caudales medidos en la regla medidora de caudal de cada vertedero son muy similares a los caudales calculados con la fórmula hidráulica para vertederos triangulares de 90° , las pequeñas variaciones presentadas pueden deberse a que el ángulo del vertedero no es en todos casos de 90° , además el agua llega a cada vertedero con cierta turbulencia por lo que se dificulta la medida exacta en el medidor de caudal ya que el agua al moverse oscila entre un valor de caudal y otro por lo que se pierde la precisión.

CAPITULO VII

CARACTERIZACION DEL AGUA CRUDA MEDIANTE TOMA DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS, ANALISIS FÍSICO, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO

Este capítulo comprende la obtención de información respecto a los principales parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua, y referentes a las variaciones de calidad del agua en el tiempo, información que nos permitirá caracterizar el agua cruda para de acuerdo a ello comparar los parámetros obtenidos con los establecidos en las normas del IEOS para poblaciones de más de 1000 habitantes, y determinar la eficiencia del sistema de potabilización para tratar el agua en las condiciones más críticas.

Esta caracterización comprende un análisis conjunto de resultados obtenidos mediante la toma de muestras representativas y su respectivo análisis físico, químico y bacteriológico, y de los datos históricos existentes en ETAPA.

Se realizaron muestreos durante los meses de abril, mayo y junio con el fin de determinar las principales características físicas, químicas y bacteriológicas en condiciones climáticas desfavorables, a través de las cuales se pueda definir la calidad del agua en estudio.

VII.1 MUESTREOS

VII.1.1 Muestreo Nro 1

El primer muestreo se realizó a mediados del mes de abril, tomando muestras del agua cruda (cuando se encontraba con elevado color y turbiedad) y otras a la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

salida del filtro lento únicamente con el fin de tener una primera aproximación de la calidad del agua de salida. Las muestras tomadas fueron analizadas en el laboratorio de la planta de Tixán, los valores de color aparente y turbiedad para el agua cruda se muestran en la TABLA VII-1. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el muestreo fueron de lluvia de alta intensidad, de corta y larga duración

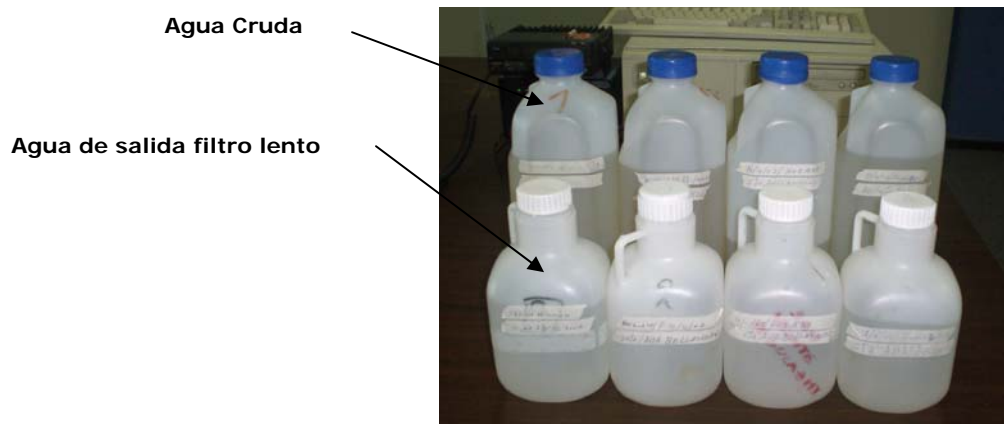


Foto VII-1 Muestras correspondientes al primer muestreo



Foto VII-2 Turbidímetro HACH utilizado para las mediciones



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VII-1 Resultados de Color y Turbiedad correspondientes al 1er muestreo.

Fecha	Hora	Tipo de agua	Turbiedad N.T.U	Color Aparente U.C
11/04/2007	11:00 AM	Cruda	25,3	211
12/04/2007	6:00 AM	Cruda	41	320
16/04/2007	8:00 AM	Cruda	26,7	251
17/04/2007	10:00 AM	Cruda	19,2	145

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- A mayor turbiedad, mayor es el color aparente, notándose la influencia de ésta en el color.
- Los valores de turbiedad relativamente altos, permiten predecir una respuesta positiva del agua a la coagulación.

VII.1.2 Muestreo Nro 2

Posteriormente se realizaron muestreos adicionales, determinándose el color aparente, el color real y la turbiedad en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca gracias a la cooperación de la Dra. Guillermina Pauta; los resultados se muestran en la TABLA VII-2.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VII-2 Resultados de Color y turbiedad correspondientes al 2do muestreo.

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Fecha de toma	Agua Cruda	
de la muestra		
17 de Abril/2007		
TURBIEDAD	21.3	NTU,FTU
COLOR APARENTE	179	UC,PtCo
COLOR REAL	82	UC,PtCo
Fecha de toma	Agua Cruda	
de la muestra		
18 de Abril/2007		
TURBIEDAD	28.8	NTU,FTU
COLOR APARENTE	233	UC,PtCo
COLOR REAL	156	UC,PtCo
Fecha de toma	Agua Cruda	
de la		



UNIVERSIDAD DE CUENCA

muestra		
25 de Abril/2007		
TURBIEDAD	47.5	NTU,FTU
COLOR APARENTE	432	UC,PtCo
COLOR REAL	259	UC,PtCo

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- Estos resultados aportan mayor información, con respecto al primer muestreo, pues los datos de color real indican que ése es el color que el agua tiene debido a sustancias en solución o en estado coloidal, lo cual deberá tomarse en cuenta para la determinación de la dosis óptima de coagulante.

VII.1.3 Muestreo Nro 3

Para ver la variación horaria de calidad del agua en un período prolongado de tiempo, utilizamos un muestreador automático proporcionado por la Empresa ETAPA. Este muestreador dispone de 24 botellas de 1lt de capacidad, lo que nos permitía realizar el muestreo cada hora durante las 24 horas del día. En las fotos VII-3 y VII-4 se pueden apreciar el muestreador y las botellas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto VII-3 Muestreador Automático

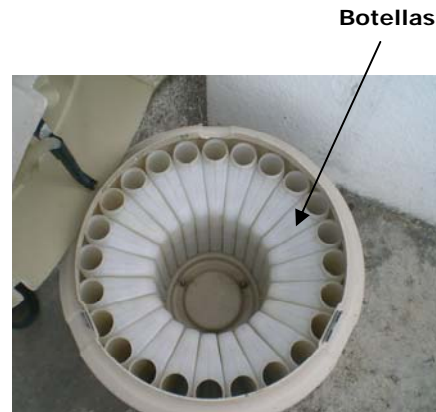


Foto VII-4 Interior del muestreador automático con las 24 botellas

Se colocó el muestreador en la cámara de entrada de agua cruda a la planta. (Ver Foto VII-5)



Foto VII-5 Muestreador colocado en la cámara de entrada del floculador

Al día siguiente se recogieron las muestras tomadas y se activó el muestreador nuevamente. Observamos una variación horaria bastante amplia en el color y turbiedad de las muestras.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto. VII-6 Muestreador a la entrada de la planta con todas las muestras tomadas.

Se repitió el muestreo automático por dos días más. Las muestras de agua cruda correspondientes al segundo y tercer muestreo estaban altamente coloreadas y turbias debido a la intensa lluvia de la noche y madrugada.

Las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Sanitaria, se tienen datos del color aparente y la turbiedad, en muchos casos fue necesario diluir las muestras, para obtener lecturas del color. Seleccionamos las muestras más representativas en cuanto a color para obtener datos como: el color real, hierro y manganeso, (éstos últimos por su relación con el color). En las muestras correspondientes al último día de muestreo, se midió el pH, y en alguna la conductividad, para conocer aproximadamente el grado de mineralización del agua en cuestión.

Los resultados obtenidos en el Laboratorio se encuentran tabulados y graficados en las TABLAS VII-3, VII-4, VII-5 y VII-6 y FIGS. VII-1 y VII-2.



TABLA VII-3 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeso del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 2-3/Mayo/2007.

Fecha	Hora	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeso (mg/l)
02/05/2007	13:27	5,3	70			
02/05/2007	14:27	10,8	92			
02/05/2007	15:27	13,7	115	48		
02/05/2007	16:27	8,03	91			
02/05/2007	17:27	13,7	113			
02/05/2007	18:27					
02/05/2007	19:27	26,9	132	68		
02/05/2007	20:27					
02/05/2007	21:27	21,4	163	70		
02/05/2007	22:27					
02/05/2007	23:27	20,4	135			
03/05/2007	0:27					
03/05/2007	1:27	8,57	90			
03/05/2007	2:27					
03/05/2007	3:27	10,4	101	45		
03/05/2007	4:27	12,2	115			
03/05/2007	5:27	14,1	126			
03/05/2007	6:27					
03/05/2007	7:27	10,7	97			
03/05/2007	8:27					
03/05/2007	9:27					
03/05/2007	10:27	13,7	136	60		
03/05/2007	11:27	14,2	114			
03/05/2007	12:27	11,5	112			
Min		5,3	70			
Prom		13,48	112,63			
Max		26,9	163			

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VII-4 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeso del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 3-4/Mayo/2007.

Fecha	Hora	Turbiedad (N.T.U)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeso (mg/l)
03/05/2007	14:43	17,9	146			
03/05/2007	15:43	45,1	284			
03/05/2007	16:43	30,6	202			
03/05/2007	17:43	14	101			
03/05/2007	18:43	28,6	260			
03/05/2007	19:43	8,79	93			
03/05/2007	20:43	12,8	112			
03/05/2007	21:43	6,39	70			
03/05/2007	22:43	8,78	90			
03/05/2007	23:43	3,72	46			
04/05/2007	0:43	7,94	82			
04/05/2007	1:43	13,2	112			
04/05/2007	2:43	221,5	1536			
04/05/2007	3:43	297,5	2210		2,36	-
04/05/2007	4:43	254,5	1944			
04/05/2007	5:43	167	1348		2,3	-
04/05/2007	6:43	100	868			
04/05/2007	7:43	86,1	692			
04/05/2007	8:43	168	1192			
04/05/2007	9:43	63,8	588			
04/05/2007	10:43	42,5	428			
04/05/2007	11:43	43,1	398			
04/05/2007	12:43	40,5	380		1,73	-
04/05/2007	13:43	31,9	331			
Min		3,72	46			
Prom		71,43	563,04			
Max		297,5	2210			

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

**UNIVERSIDAD DE CUENCA****TABLA VII-5** Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeso del Agua Cruda, correspondientes al Muestreo Automático del 4-5/Mayo/2007.

Fecha	Hora	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (CU)	Hierro (mg/l)	Manganeso (mg/l)
04/05/2007	14:26	65,8	580			
04/05/2007	15:26	185	1412		1,17	-
04/05/2007	16:26	223	1756	360	1,54	
04/05/2007	17:26	136	1220			
04/05/2007	18:26	96,2	952			
04/05/2007	19:26	114	992			
04/05/2007	20:26	80,9	732			
04/05/2007	21:26	68,2	724			
04/05/2007	22:26	53,7	543			
04/05/2007	23:26	78,9	780	286	1,66	-
05/05/2007	0:26	47,5	435			
05/05/2007	1:26	45,4	436		1,55	-
05/05/2007	2:26	36,2	379			
05/05/2007	3:26	35,8	354			
05/05/2007	4:26	33,7	343		1,89	-
05/05/2007	5:26	33,6	338			
05/05/2007	6:26	36,2	346			
05/05/2007	7:26	41,1	354			
05/05/2007	8:26	40,6	330			
05/05/2007	9:26	19,8	220		1,24	-
05/05/2007	10:26	38,2	353			
05/05/2007	11:26	21,7	234			
05/05/2007	12:26	26,1	244			
05/05/2007	13:26	31,3	265			
Min		19,8	220			
Prom		66,20	596,75			
Max		223	1756			

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

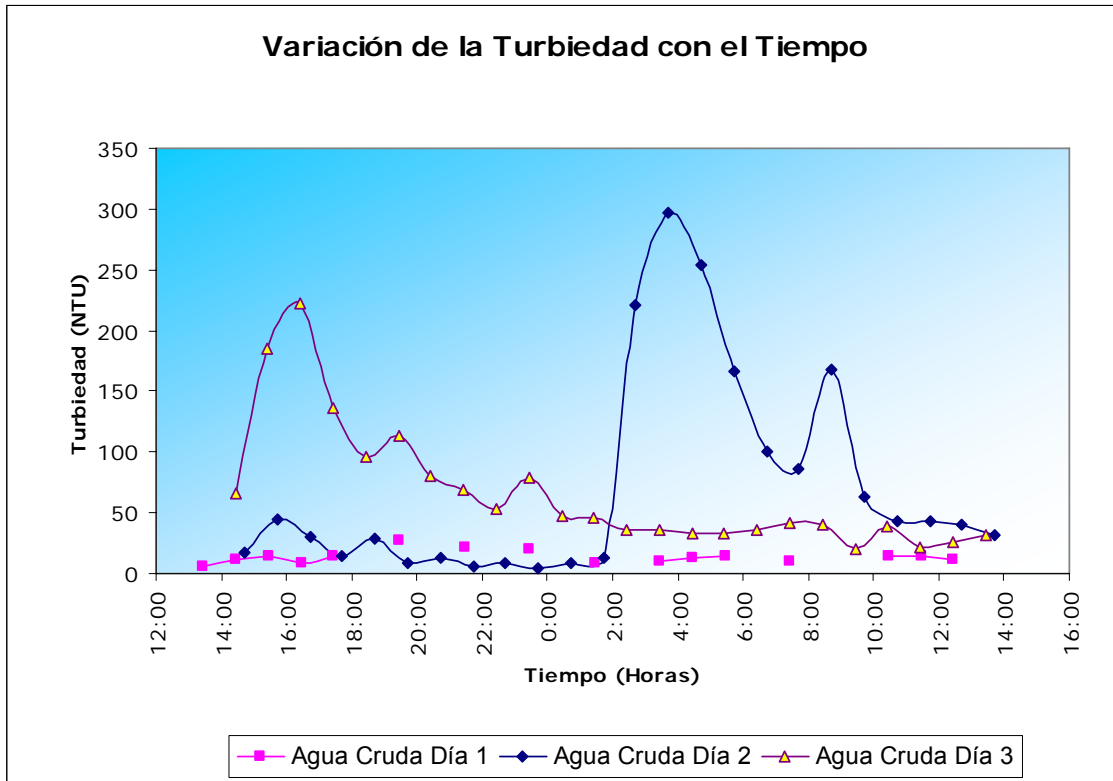


FIG. VII-1 Variación de la Turbiedad a lo largo de los tres días de muestreo.

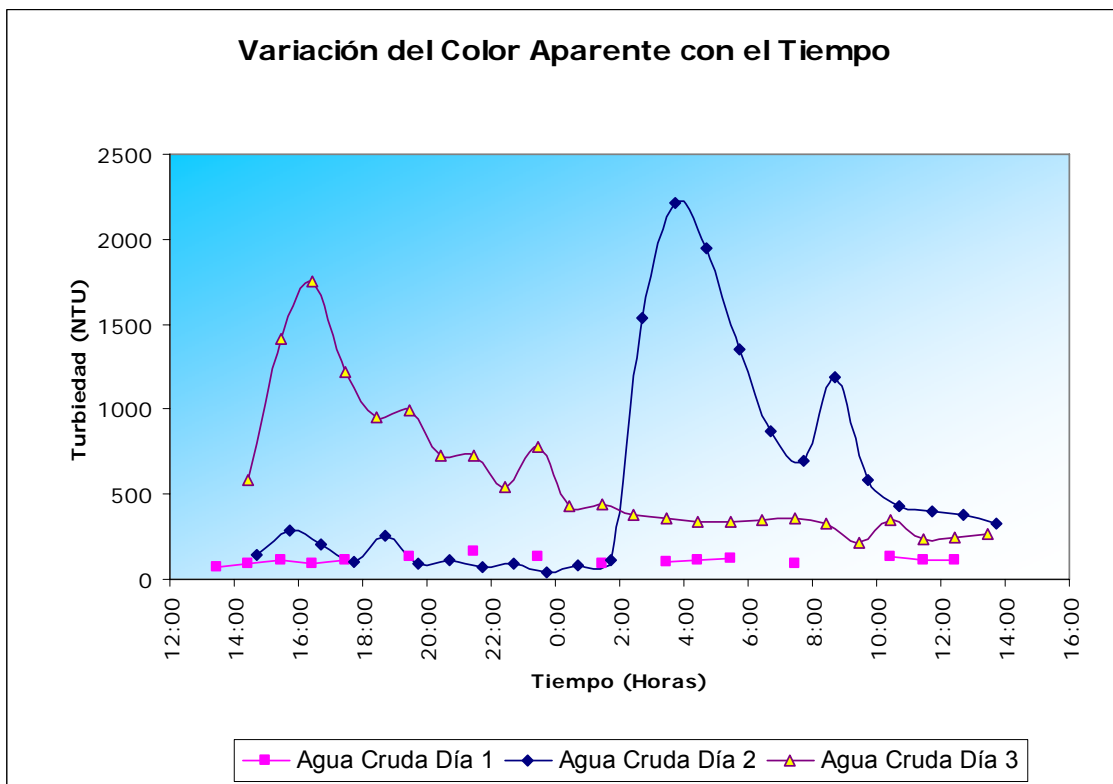


FIG. VII-2 Variación del Color Aparente a lo largo de los tres días de muestreo.

Análisis de Resultados:

- En las gráficas anteriores se puede observar como cambian bruscamente las características del agua cruda cuando hay lluvias excesivas, esto se aprecia claramente en el segundo día de muestreo en el cual en un lapso de dos horas se observa un ascenso brusco de los valores del color y turbiedad que inicialmente oscilaban entre 100 UC y 13 NTU y ascendieron a 2210 UC y 298 NTU.
- Durante el tercer día se puede observar como los valores de color y turbiedad comienzan a bajar hasta normalizarse.

TABLA VII-6 Resumen de Resultados de Turbiedad, Color Aparente y Color Real del Agua Cruda durante los tres días de muestreo.

AGUA CRUDA				
Fecha	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (CU)	% Color Real
02/05/2007	13,7	115	48	41,74
02/05/2007	26,9	132	68	51,52
02/05/2007	21,4	163	70	42,94
03/05/2007	10,4	101	45	44,55
03/05/2007	13,7	136	60	44,12
04/05/2007	223	1756	360	20,50
04/05/2007	78,9	780	286	36,67

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- El porcentaje de color real con respecto al aparente es alto lo que significa un elevado contenido de partículas en estado coloidal y en solución.
- Se observa que mientras mayor es el color aparente, el % de color real con respecto al mismo disminuye, lo que nos indica que cuando llueve se da un mayor arrastre de partículas en suspensión que elevan la turbiedad del agua y con ello el color aparente.

Al no tener los valores de color real de todas las muestras tomadas ya que su obtención requiere de mucho tiempo; se realizó una correlación entre los valores de color real medidos y su respectivo color aparente, el valor del coeficiente de correlación obtenido fue de: 0.95, lo que nos indica que los valores están muy bien correlacionados.

Al tener los valores una buena correlación, fue posible obtener una ecuación mediante el ajuste de los valores a una curva logarítmica, que permita calcular el color real a partir del color aparente. En la figura VII-3 se muestra el ajuste de los puntos a la curva con la ecuación correspondiente.

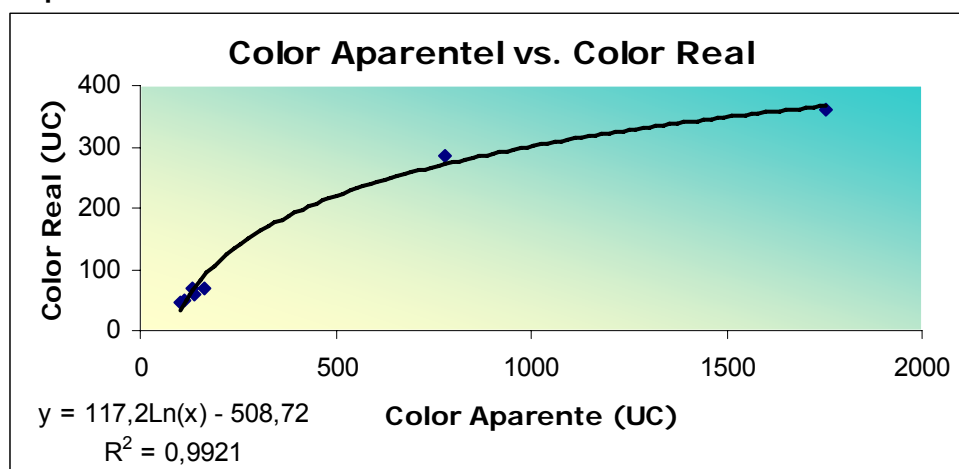


FIG. VII-3 Ajuste de los valores de color real y aparente a una curva logarítmica

En la figura anterior se puede apreciar que la ecuación de ajuste es:

$$y = 117.2 \ln(x) - 508.72$$

Donde: y = Color Real

x = Color Aparente

Esta ecuación sirve para valores de Color Aparente comprendidos en el rango de 100 - 2210 UC. Al aplicar la ecuación se obtienen los valores de color real indicados en las TABLAS VII-7, VII-8 y VII-9.

TABLA VII-7 Resultados Color Aparente y Real del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 2-3/Mayo/2007.

Hora	AGUA CRUDA		
	Color Aparente	Color Real	% Color Real
0	70		
1	92	21,23	23,08
2	115	47,39	41,21
3	91	19,95	21,93
15	115	47,39	41,21
16	126	58,09	46,10
21	136	67,04	49,30
22	114	46,36	40,67
23	112	44,29	39,54
Min	70	19,95	28,50
Prom	107,89	43,97	40,75
Max	136	67,04	49,30

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Nota: En la tabla anterior la hora 0 corresponde a las 13:27, la hora 1 a las 14:27 y así sucesivamente hasta llegar a la hora 23 que corresponde a las 12:27.

TABLA VII-8 Resultados Color Aparente y Real del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 3-4/Mayo/2007.

Hora	AGUA CRUDA		
	Color Aparente	Color Real	% Color Real
0	146	75,36	51,62
1	284	153,34	53,99
2	202	113,41	56,14
3	101	32,17	31,85
4	260	142,99	55,00
5	93	22,50	24,19
6	112	44,29	39,54
7	70		0,00
8	90		20,73
9	46		0,00
10	82		0,00
11	112	44,29	39,54
12	1536	351,17	22,86
13	2210	393,81	17,82
14	1944	378,78	19,48
15	1348	335,87	24,92
16	868	284,28	32,75
17	692	257,72	37,24
18	1192	321,45	26,97
19	588	238,63	40,58
20	428	201,41	47,06
21	398	192,89	48,47
22	380	187,47	49,33
23	331	171,29	51,75
Min	46	18,66	40,56



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Prom	563,04	188,66	33,51
Max	2210	393,81	17,82

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior la hora 0 corresponde a las 14:43, la hora 1 a las 15:43 y así sucesivamente hasta llegar a la hora 23 que corresponde a las 13:43.

TABLA VII-9 Resultados Color Aparente y Real del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 4-5/Mayo/2007.

Hora	AGUA CRUDA		
	Color Aparente	Color Real	% Color Real
0	580	237,03	40,87
1	1412	341,30	24,17
2	1756	366,86	20,89
3	1220	324,17	26,57
4	952	295,10	31,00
5	992	299,93	30,23
6	732	264,31	36,11
7	724	263,02	36,33
8	543	229,30	42,23
9	780	271,75	34,84
10	435	203,31	46,74
11	436	203,58	46,69
12	379	187,16	49,38
13	354	179,16	50,61
14	343	175,46	51,16
15	338	173,74	51,40
16	346	176,48	51,01
17	354	179,16	50,61
18	330	170,93	51,80
19	220	123,41	56,10

UNIVERSIDAD DE CUENCA

20	353	178,83	50,66
21	234	130,64	55,83
22	244	135,55	55,55
23	265	145,22	54,80
Min	220	123,41	56,10
Prom	596,75	218,98	36,69
Max	1756	366,86	20,89

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior la hora 0 corresponde a las 14:26, la hora 1 a las 15:26 y así sucesivamente hasta llegar a la hora 23 que corresponde a las 13:26.

En la figura VII-4 se grafican los resultados de las tablas VII-7, VII-8 y VII-9.

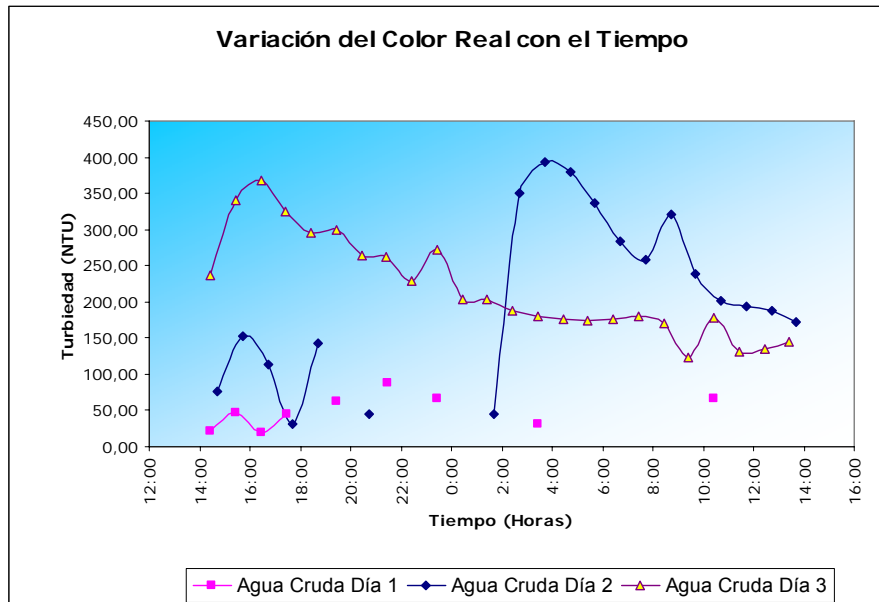


FIG. VII-4 Variación del Color Real a lo largo de los tres días de Muestreo.

Análisis de Resultados:

- En la gráfica anterior se puede observar como cambian bruscamente los valores del color real en las horas en las cuales hay lluvia, esto se aprecia claramente en el segundo día de muestreo en donde en un lapso de dos horas hay un ascenso brusco del color real de 44 UC a 394 UC.
- Durante el tercer día se observa como los valores de color real comienzan a descender.

En las muestras de mayor color aparente, se determinó el hierro, los valores obtenidos se muestran en la tabla VII-10.

TABLA VII-10 Tabla Resumen de Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real y Hierro.

AGUA CRUDA				
Fecha	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)
04/05/2007	297,5	2210	393,81	2,36
04/05/2007	167	1348	335,87	2,3
04/05/2007	40,5	380	187,47	1,73
04/05/2007	185	1412	341,30	1,17
04/05/2007	223	1756	366,86	1,54
04/05/2007	78,9	780	271,75	1,66
04/05/2007	45,4	436	203,58	1,55
04/05/2007	33,7	343	175,46	1,89
04/05/2007	19,8	220	123,41	1,24

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Debido a que los valores de hierro son altos, y por su posible aporte al color del agua, se realizaron ensayos para su remoción, que básicamente consisten en una oxidación



UNIVERSIDAD DE CUENCA

del mismo, previa elevación del pH. Se emplea hidróxido de sodio para alcalinizar el agua, y aeración para oxidar el hierro, es decir para insolubilizarlo y separarlo de la solución, se deja un tiempo a que sedimente y luego se filtra. No hay respuesta significativa del agua a este ensayo, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

TABLA VII-11 Resultados de Turbiedad y Color Aparente correspondientes al Ensayo de Eliminación del Color de Hierro.

	Agua Cruda	Agua Sedimentada	Agua Filtrada
Color Aparente (UC)	1012	377	244
Turbiedad NTU	118	31,7	16,2

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- El color del agua es parcialmente debido al hierro; sin embargo, el color remanente en el sobrenadante (agua tratada), aún es alto, lo que significa que la mayor parte del color, es debido a materia orgánica de origen vegetal (sustancias húmicas coloidales), que ya no puede ser removido por el método anterior y requiere de coagulación para su desestabilización.

Se midió la alcalinidad de una muestra agua cruda, obteniéndose un valor de 46mg/lt, lo que nos indica una baja capacidad de amortiguamiento de la misma, con una conductividad de 86 μ s/cm.

Valores de pH, se muestran en la tabla VII-12.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VII-12 Resultados de pH del Agua Cruda

Fecha	Hora	# de muestra	pH
04/05/2007	15:26	146	7,24
04/05/2007	16:26	147	6,80
05/05/2007	23:26	154	7,14
05/05/2007	1:26	156	7,33
05/05/2007	4:26	159	7,35
05/05/2007	9:26	164	7,59

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- El valor de pH, está dentro del rango de pH para las aguas naturales no contaminadas (6-8), la única forma de alcalinidad presente, es de bicarbonatos.

VII.1.4 Muestreo Nro 4

Se realizaron algunos muestreos más el 7 de junio, determinándose el color aparente, la turbiedad, pH y conductividad. En la tabla VII-13 se muestran los resultados de laboratorio.

TABLA VII-13 Resultados de Color Aparente, Turbiedad, pH y Conductividad del Agua Cruda correspondiente al Muestreo del 7 de Junio del 2007

Hora	Color Aparente (UC)	Turbiedad (NTU)	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
10:34	273	37,7	6,815	138,2
11:34	211	33,8	7,11	133,6
12:36	154	21,8	7,11	131,9

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- Si comparamos los resultados de la tabla VII-12 y VII-13, se ve que el pH no cambia.
- En cuanto a la conductividad se aprecia que el valor de la misma aumento con respecto al muestreo anterior, esto puede deberse a un mayor contenido de sólidos disueltos en agua del muestreo del 7 de junio, sin embargo el cambio no es significativo.

El análisis bacteriológico mediante el ensayo de tubos múltiples, de una muestra de agua cruda tomada el 7 de junio dio un valor de 130 NMP por 100ml de muestra. Se efectuó también un ensayo de recuento en placa, para conocer el crecimiento bacteriano en general del agua, con un resultado de 20 colonias/ ml., lo que representa una baja población microbiana.

VII.1.5 Muestreo Nro 5

Finalmente se realizó un muestreo el 21 de junio, para ser sometida la muestra a un Análisis Físico-Químico completo.

En la tabla VII-14 se muestran los resultados de laboratorio.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VII-14 Resultados del Análisis Físico-Químico del Agua Cruda de la Muestra tomada el 21 de Junio del 2007

PARAMETRO	AGUA CRUDA	UNIDAD	OBSERVACIONES
TURBIEDAD	55,4	NTU,FTU	
COLOR APARENTE	460	UC,PtCo	
COLOR REAL	258	UC,PtCo	
CONDUCTIVIDAD	82,6	µs/cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	54,5	mg/l	por cálculo
pH	6,9		
ALCALINIDAD TOTAL	40	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	48	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	14,4	mg/l	
Mg ⁺⁺	2,8	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	1,25	mg/l	
MANGANESO	0	mg/l	
CLORUROS	3	mg/l	
SULFATOS	0	mg/l	
N.NITRITOS	0*	µg/l	como Nitrógeno
N.NITRATOS	0,12	mg/l	como Nitrógeno

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

En la Tabla VII-15 se muestran los registros de ETAPA de los datos históricos referentes a la calidad del agua cruda.



TABLA VII-15 Registros de Calidad de Agua Cruda proporcionados por ETAPA

Fecha	ColiTotal NMP/100ml	ColiTr NMP/100ml	ColorAparente UC	Turbiedad NTU	pH	Alcalinidad mg/l CaCO3	DTotal mg/l CaCO3	DCalcica mg/l CaCO3	DMagnesica mg/l CaCO3	Calcio mg/l	Acidez mg/l	Conductividad µS/cm	SDT mg/l	ILangelier	TipoH2O
24-Ene-06	170	170	113	10,20	7,24	59,26	78,76	45,72	33,04	18,29	0,88	14,18	92,17	-1,18	Corrosiva
26-Ene-06	30	23	85	9,82	7,03	62,10	48,10	32,70	15,40	13,08	2,64	14,00	91,00	-1,51	Corrosiva
21-Feb-06	80	22	91	8,28	7,26	71,28	55,51	38,02	17,49	15,21	1,76	15,34	99,71	-1,16	Corrosiva
21-Mar-06	30	30	91	9,20	7,32	22,38	14,83	8,36	6,47	3,34	1,76	14,81	96,27	-2,26	Corrosiva
23-Mar-06	50	30													
18-Abr-06	0	0	68	6,48	7,29	69,20	65,77	46,76	19,01	18,70	0,88	17,49	113,69	-1,06	Corrosiva
20-Abr-06	130	80		10,40	7,12	64,20	51,30	34,20	17,10	13,68	0,88	17,90	116,35	-1,40	Corrosiva
16-May-06	50	50	84	16,20	7,18	74,59	71,20	37,60	33,60	15,04	1,76	19,99	129,94	-1,25	Corrosiva
11-Jul-06	79	79	93	4,53	7,27	79,15	98,00	59,60	38,40	23,84	1,76	20,60	133,90	-0,93	Corrosiva
25-Jul-06	21	11	79	7,57	7,29	99,46	116,28	57,66	58,62	23,06	0,88	21,30	138,45	-0,83	Corrosiva
08-Ago-06	49	33	4	3,87	7,35	87,02	90,35	52,85	37,50	21,14	0,88	21,10	137,15	-0,86	Corrosiva

Fuente: Registros de Calidad de ETAPA

Elaboración: ETAPA

VII.2 CONCLUSIONES

Luego de analizar todos los resultados obtenidos en laboratorio y complementarlos con los registros proporcionados en ETAPA, el agua cruda presenta las siguientes características:

- Es un agua de mineralización media, el valor de conductividad es inferior a 200 uS/cm, en todos los muestreos.
- Debido a la naturaleza de la fuente, las características físicas son variables y dependientes totalmente de las condiciones meteorológicas, por lo que en época de lluvia, se incrementa el color y la turbiedad, siendo necesario recurrir a tratamiento adecuado.
- Desde el punto de vista químico, el agua presenta una composición característica de las aguas superficiales; el componente que predomina es bicarbonato de calcio.
- La alcalinidad, entendida como la capacidad del agua para neutralizar los ácidos, es relativamente baja; sin embargo, en época de lluvia el arrastre de sólidos incrementa la conductividad, debido a compuestos como silicatos, fosfatos, boratos y otros que incrementan la capacidad de amortiguamiento del agua, manteniendo constante la cantidad de bicarbonato.
- El contenido de calcio y magnesio, es decir la dureza del agua es baja, pudiendo calificarla como un agua blanda, de características corrosivas.
- Elementos indeseables como hierro está presente en concentraciones muy bajas en época de verano, y sólo se incrementa cuando las características físicas del agua se deterioran en invierno.
- El pH del agua, está dentro del rango considerado normal para aguas naturales no contaminadas: 6 – 8.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Elementos como cloruros y sulfatos que pueden producir sabores desagradables al agua, están presentes en concentraciones muy pequeñas.
- Compuestos indicadores de contaminación orgánica como nitritos y nitratos, también se encuentran en concentraciones bajas, lo que revela la calidad de la fuente.
- La calidad bacteriológica del agua puede interpretarse como aceptable, para el tipo de fuente.
- En conclusión debido a la naturaleza de la fuente, y de los análisis realizados, el agua requiere corrección de sus características físicas y biológicas, por lo que el tratamiento aplicado deberá considerar estos aspectos.

CAPITULO VIII

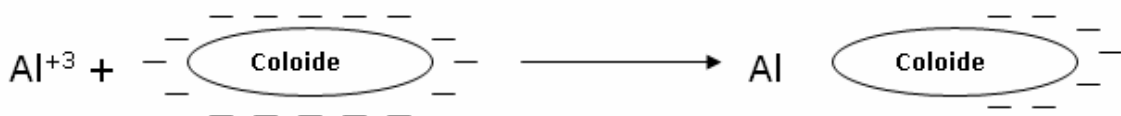
PRUEBA DE TRATABILIDAD EN UNA MUESTRA DE CARACTERISTICAS REPRESENTATIVAS

Con el objetivo de explicar el comportamiento del agua, a través de las diferentes operaciones que se llevan a cabo en la Planta de Tratamiento de Bella Unión, se realizó un ensayo de tratabilidad, en una muestra representativa, que permita evaluar la respuesta del agua a la coagulación-floculación, en las condiciones más desfavorables para la planta de tratamiento, justamente en las épocas de lluvia.

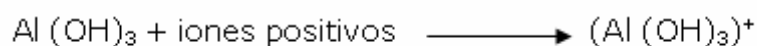
VIII.1 REACCIONES QUÍMICAS

Para un mejor entendimiento del proceso coagulación-floculación se explican a continuación las reacciones químicas que lo fundamentan:

Cuando se añaden soluciones de sulfato de aluminio al agua, las moléculas se disocian para dar Al^{+3} y SO_4 . Las moléculas de Al^{+3} se combinan con los coloides del agua que tienen carga negativa y neutralizan parte de ella así:

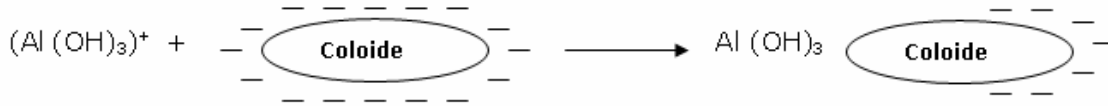


El Al^{+3} también se puede combinar con el OH^- del agua para formar hidróxido de aluminio:

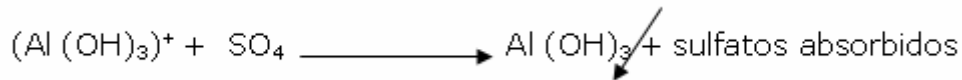


El hidróxido de aluminio formado es de carácter coloidal, por lo que absorbe iones positivos de la solución para dar lugar a un flóculo positivamente cargado, que actúa

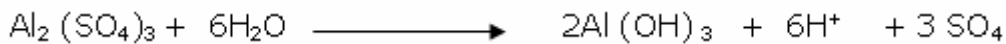
activamente en la neutralización de las cargas negativas de los coloides y completa su posterior aglomeración.



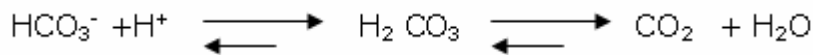
Siempre se forma un exceso del floculo de hidróxido de aluminio, y su destrucción y precipitación se consigue por los iones sulfato y otros negativos presentes en el agua:



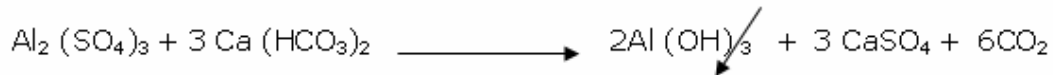
Al entrar el sulfato de aluminio en contacto con el agua, se combinan con los iones OH^- de está para formar iones pobremente ionizados de $(Al(OH)_3)^+$, hidrógeno y sulfato:



Los iones hidrógeno bajan el pH hasta un punto donde se dificulte la formación de $Al(OH)_3$, a menos que estos iones se remuevan de la solución lo que se consigue con los bicarbonatos presentes en las aguas naturales, así:



En la reacción final todo el aluminio añadido se precipita en forma de hidróxido de aluminio y el carbonato de calcio se transforma en sulfato de calcio quedando un residual de CO_2 que explica la reducción del pH.



VIII.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA.

La muestra fue tomada el 22 de mayo de 2007, debido a la fuerte lluvia que se manifestó el día anterior, presenta las condiciones ideales para el presente ensayo.

Las características del agua cruda, se muestran en la TABLA VIII-1.

TABLA VIII-1 Condiciones Iniciales del Agua Cruda

Parámetros	Valores
Turbiedad:	118 NTU
Color Aparente:	1012 UC
Color Real:	321 UC
pH:	6.73
Alcalinidad:	46 mg/l como CaCO ₃
Conductividad:	116,4 uS/cm
Temperatura:	23°C

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

- La muestra de agua tiene un color aparente muy alto (1012 UC) que es debido en su mayor parte a la influencia de la turbiedad (118 NTU), ya que al centrifugarla y determinar el color real es de 321 UC., que comparada con el color aparente es la tercera parte, las condiciones son aparentemente favorables para el proceso convencional de coagulación-floculación-sedimentación-filtración.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- La alcalinidad, representa una débil capacidad del agua para neutralizar los ácidos, propiedad de interés para el presente ensayo, por el descenso del pH que sufrirá el agua, al adicionar el sulfato de aluminio.

VIII.3 PARAMETROS DE DOSIFICACION.

VIII.3.1 ENSAYO 1: Dosis Óptima de coagulante.

Es la cantidad de coagulante que produce la más rápida desestabilización de los coloides, permitiendo la formación de un flóculo compacto, pesado, de rápida sedimentación y que pueda ser retenido fácilmente por los filtros, es decir que de la mayor eficiencia en todo el conjunto de las operaciones llevadas a cabo en la planta de tratamiento. Una dosis de coagulante menor a la óptima, no permite la desestabilización de todos los coloides, una dosis superior a la óptima, los estabiliza nuevamente, desmejorando la calidad del efluente final, por lo que es conveniente determinar cuidadosamente esta dosis, a través del ensayo de jarras.

Para este ensayo se utilizó el equipo de jarras de 2 litros de volumen (Foto VIII-1).



Foto VIII-1 Equipo de jarras empleado en el ensayo.

Condiciones del ensayo:

Concentración de la solución de Sulfato de Aluminio (1%).

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

$G = 1000s^{-1}$

Tiempo = 1 minuto

Mezcla Lenta

R. P. M = 40

$G = 35s^{-1}$

Tiempo = 20 minutos

Tiempo de Sedimentación = 20 minutos.

Transcurrido el tiempo de sedimentación se procede a tomar las muestras de agua de cada jarra mediante la manguera frontal, en un volumen pequeño, para realizar mediciones de color, turbiedad y pH (Ver Foto VIII-2 y Foto VIII-3) y determinar la dosis óptima.



Foto VIII-2 Toma de muestras para realizar las mediciones.



Foto VIII-3 Muestras obtenidas del Ensayo Convencional.

Los resultados se indican en la TABLA VIII-2.



TABLA VIII-2 Resultados obtenidos en el Ensayo Convencional para el Agua Cruda tomada el día 22 de mayo de 2007.

ENSAYO CONVENCIONAL DE JARRAS						
Solución (cc):	8	10	12	14	16	18
Dosis (mg/l):	40	50	60	70	80	90
Color (UC):	384	377	150	89	38	23
Turbiedad (NTU):	31.1	31.3	10.2	5.47	2.15	2
pH:	6.6	6.51	6.38	6.32	6.2	6.11

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

- La formación de los flóculos es inmediata, los que aumentan de tamaño paulatinamente durante la floculación. (Foto VIII-4)



Foto VIII-4 Mezcla rápida formación de flóculos.

- Durante la etapa de Sedimentación observamos que para las jarras con dosis superiores a los 60 mg/l. la mayoría de flóculos se sedimentaron en los primeros cinco minutos por lo que se puede concluir que los flóculos que se forman son pesados (Ver foto VIII-5).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

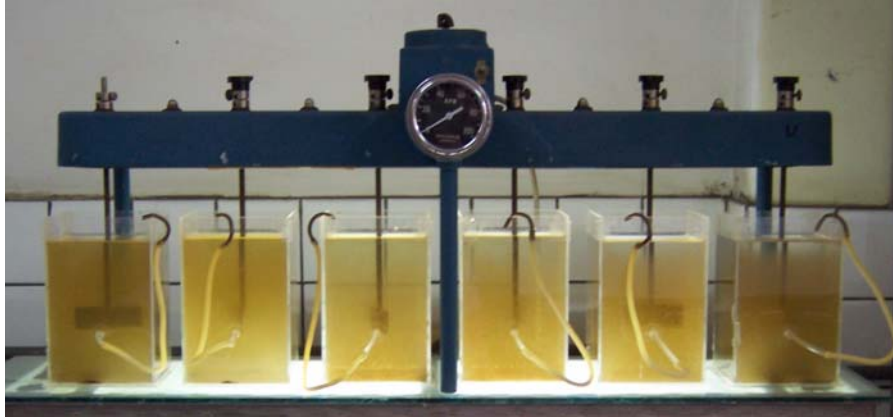


Foto VIII-5 Formación de Flóculos pesados a los 5 minutos de sedimentación.

- Una vez que han transcurrido los 20 minutos de Sedimentación se observa claramente en la Foto VIII-6 que los flóculos han caído al fondo de la jarra removiéndose el color sobre todo para las jarras con dosis mayores a los 60mg/l.

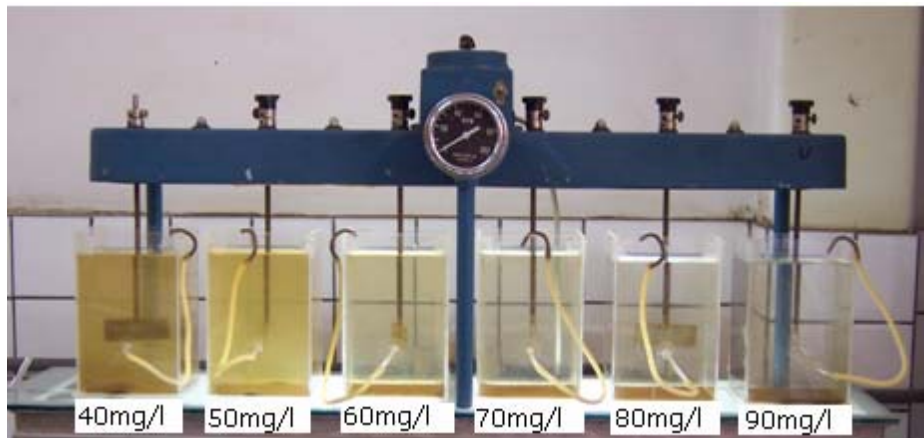


Foto VIII-6 Etapa de Sedimentación Terminada.

La dosis de 40 mg/l es insuficiente ya que los flóculos que se forman son muy pequeños, livianos y no se sedimentan fácilmente, el agua se ve coloreada, pues es una dosis muy inferior a la óptima.

La dosis de 50 mg/l es insuficiente también a pesar que los flóculos son más grandes, pero el agua resulta con color por lo que esta dosis es también menor a la óptima.

La dosis de 60 mg/l y 70 mg/l son mejores que las anteriores, sus flóculos tienen mayor velocidad de caída pues fueron los primeros en sedimentarse, sin embargo aún son muy coloreadas respecto a las de 80 y 90 mg/l, por lo que estas dosis son inferiores a la óptima.

Las dosis de 80 mg/l y 90 mg/l son las que mejores resultados presentan, a simple vista el agua se ve sin color y turbiedad además se observó que los flóculos sedimentados en el fondo eran mucho más grandes y compactos que en las demás jarras y al realizar las mediciones, se comprobaron que estas dosis eran las mejores como se puede apreciar en la TABLA VIII-2.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al revisar los resultados obtenidos de color para cada dosis tenemos que mientras mayor dosis de coagulante se agregue al agua la remoción de color es mayor, es decir que se produce una eficiente desestabilización de los coloides y los flóculos formados son más grandes y pesados (Foto VIII-7). En la FIG. VIII-1 se muestra la curva obtenida con los valores de color para cada dosis adicionada.

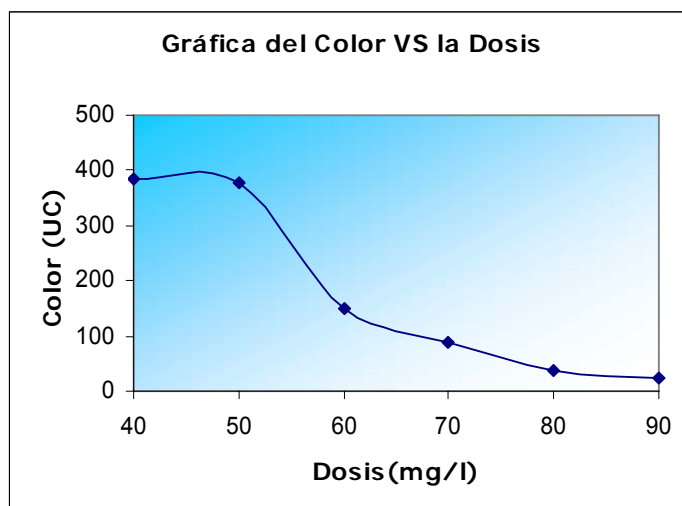


FIG. VIII-1 Variación del Color obtenido de acuerdo a la Dosis empleada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- De igual manera la turbiedad disminuye, a mayor dosis puesto que si los flóculos formados son más pesados sedimentan con mayor facilidad y por ende aumenta la remoción de la turbiedad. (Ver FIG. VIII-2):

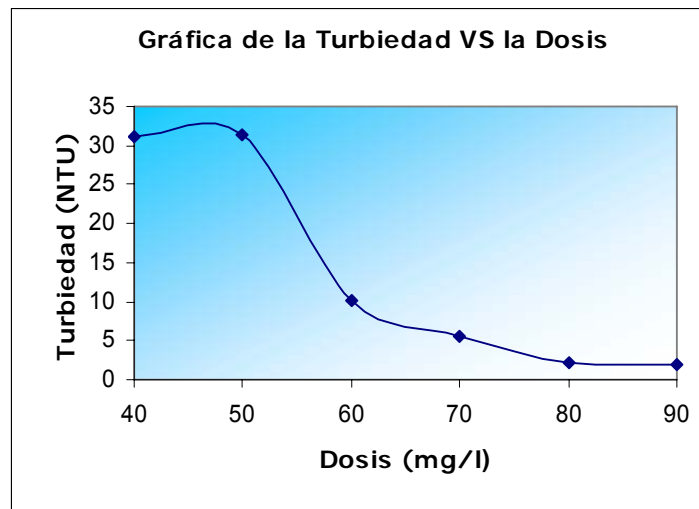


FIG. VIII-2 Variación de la Turbiedad obtenida de acuerdo a la Dosis empleada.

- Los valores del pH reflejan que a medida que se pone mayor dosis de sulfato de aluminio en el agua se va acidificando más, por lo tanto el valor del pH disminuye, sin embargo comparando los valores del pH obtenidos después de añadir el sulfato de aluminio, con el pH del agua a la entrada de la planta se puede notar que la variación para este ensayo no es significativa. (Ver FIG. VIII-3):

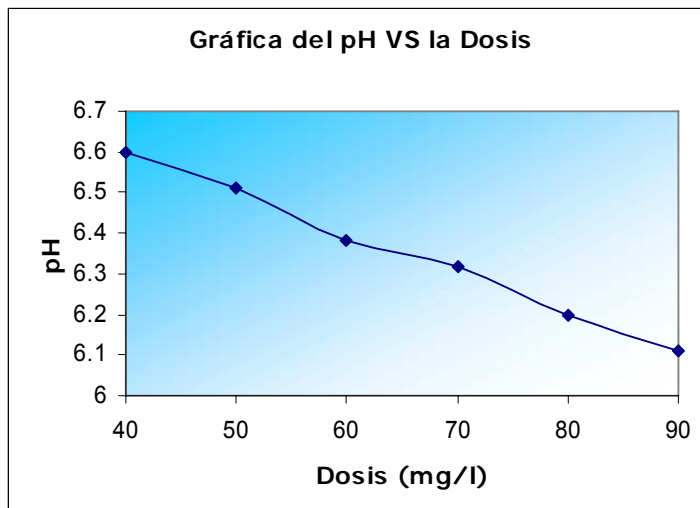


FIG. VIII-3 Variación del pH de acuerdo a la Dosis empleada.

- La muestra de mejores resultados (mayor remoción de color y turbiedad), es la de 90 mg/l, por lo que para efectos del ensayo es la Dosis Óptima (Ver Foto VIII-7), no obstante ésta puede ser mayor.

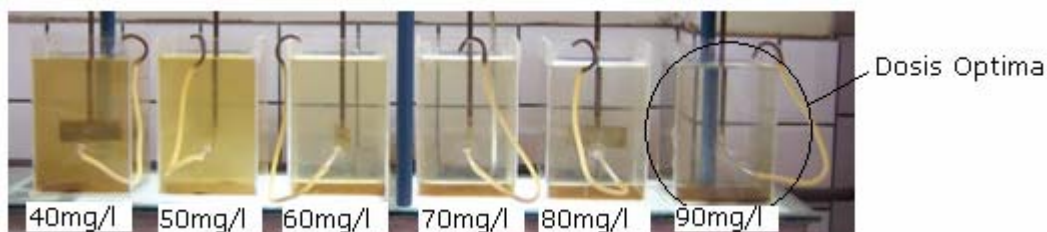


Foto. VIII-7 Determinación de la Dosis Óptima.

El agua de la jarra # 6, que contiene la dosis óptima se le filtra, empleando papel Wathman # 40, con los siguientes resultados (TABLA VIII-3):



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA VIII-3 Resultados obtenidos de la Filtración de la muestra de agua cuya dosis es la óptima.

Parámetros	Valores
Turbiedad:	0.45 NTU (FTU)
Color:	12 UC
pH:	6.11

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

La filtración permite la remoción de color y turbiedad, en los siguientes porcentajes:

TABLA VIII-4 Cuadro Comparativo de los resultados obtenidos en los ensayos realizados y su porcentaje de Remoción.

Parámetros:	Agua Cruda	Agua Sedimentada	% Remoción.	Agua Filtrada	% Remoción.
Color (UC):	1012	23	97.7	12	1.1
Turbiedad (NTU):	118	2	98.3	0.45	1.3
pH:	6.73	6.11		6.11	

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

- De la TABLA VIII-4 podemos concluir que la mayor remoción de Color y Turbiedad ocurre después de la Sedimentación, y posteriormente la filtración retiene flóculos livianos, dejando un efluente de características físicas satisfactorias.

- La remoción Total de Color en el agua es del 98.8% y de turbiedad del 99.6%, eficiencias satisfactorias, que representan la calidad de agua que sale del Filtro Lento en la Planta de Tratamiento.
- El valor del pH es el mismo para el agua antes de la filtración que para el agua filtrada.

VIII.4 PARAMETROS DE FLOCULACION

El objetivo de estos ensayos es determinar la gradiente de velocidad y el tiempo óptimos para la floculación, etapa durante la cual los coloides desestabilizados empiezan a aglutinarse para formar flóculos cada vez más grandes y pesados.

Para cada gradiente de velocidad existe un tiempo, en el cual se produce la mejor calidad de efluente (menor color y turbiedad remanente); es decir que para cada gradiente hay un tiempo óptimo de floculación, así como para cada tiempo, existe una gradiente óptima.

Se selecciona inicialmente un rango de gradientes entre 20 y 80 s⁻¹.

VIII.4.1 ENSAYO 2: Gradiente de velocidad=20 s⁻¹

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%)= 60mg/l.

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

G = 1000s⁻¹

Tiempo = 1 minuto

Mezcla Lenta

R. P. M = 28

G = 20s⁻¹



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tiempo = 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos
Tiempo de Sedimentación = 10 minutos.

Observaciones:

Al inicio del Ensayo:

Se colocaron las jarras con el agua cruda en el equipo, se accionan las paletas para homogenizar el agua y a 500rpm se adicionó el Sulfato de Aluminio al mismo tiempo en todas las jarras manteniendo la mezcla por un minuto. (Foto VIII-8)

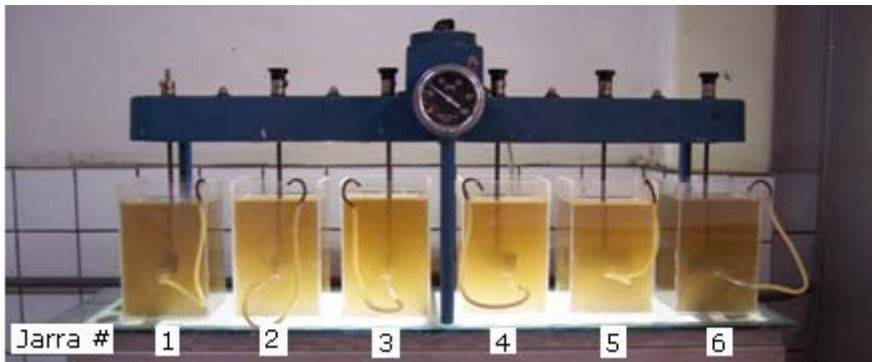


Foto VIII-8 Ensayo 2: Gradiente Constante y Tiempo Variable.

Un minuto después de la adición de Sulfato de Aluminio:

Se observa la formación de los flocúlos de tamaño moderado, se cambió la Velocidad de 500rpm a 28rpm lo que equivale a un gradiente de $20s^{-1}$ (Ver FIG. 3.1 del Anexo 3).

Cinco minutos de floculación:

Al finalizar los 5 minutos de mezcla, se levanta la paleta de la jarra #1 para que empiece la etapa de sedimentación, se observa que inmediatamente los flocúlos más pesados caen al fondo de la jarra y durante el primer minuto la mayoría de ellos habían ya sedimentado. (Ver Foto VIII-9)



Foto VIII-9 Inicio de Sedimentación de la jarra #1.

Diez minutos de floculación:

Como podemos observar en la Foto VIII-10 en la jarra #1 prácticamente se han sedimentado todos los flóculos pero faltan 5 minutos más de sedimentación, y en la jarra #2 recién inicia el proceso de sedimentación y la mayoría de partículas caen al fondo casi instantáneamente.

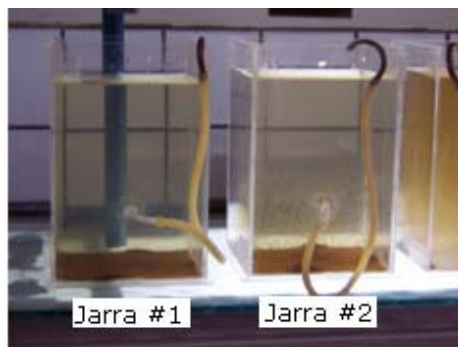


Foto VIII-10 Inicio de Sedimentación de la jarra #2.

Quince minutos de floculación:

Se termina la etapa de sedimentación de 10 minutos de la Jarra #1, se toma la muestra y se determina el color y turbiedad residual. En la Foto VIII-11 podemos ver que en la Jarra #2 prácticamente se han sedimentado todos los flóculos pesados pero todavía quedan 5 minutos de

sedimentación, mientras que en la Jarra # 3 empieza la Etapa de la Sedimentación.

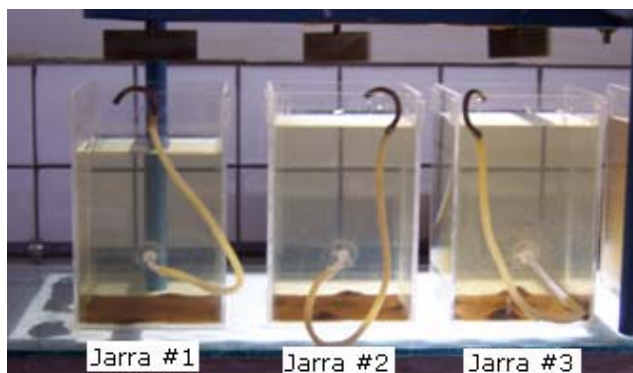


Foto VIII-11 Fin de la Etapa de Sedimentación de la Jarra #1 y el inicio de Sedimentación de la jarra #3.

Veinte minutos de floculación:

Se termina la etapa de sedimentación de 10 minutos de la Jarra #2 por lo que tomamos la muestra y determinamos su color y turbiedad. En la Foto VIII-12 podemos ver que en la Jarra #3 se han sedimentado gran parte de los flóculos pero todavía quedan 5 minutos de sedimentación, y para la Jarra #4 empieza la Etapa de la Sedimentación.

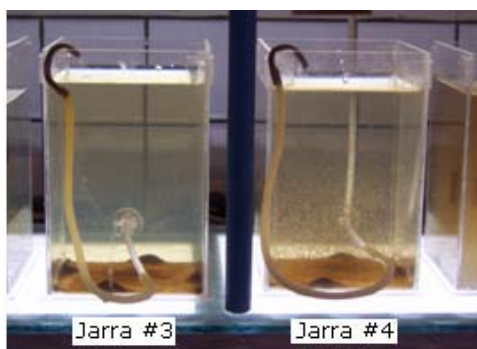


Foto VIII-12 Fin de la Etapa de Sedimentación de la Jarra #2 y el inicio de Sedimentación de la jarra #4.

Continúa el procedimiento para todas las jarras y al final cuando se termina la sedimentación de la jarra #6, es decir transcurrido 41 minutos desde que se adicionó el sulfato de

aluminio, la mayor parte del color y turbiedad ha sido removido en todas las jarras. (Ver Foto VIII-13)

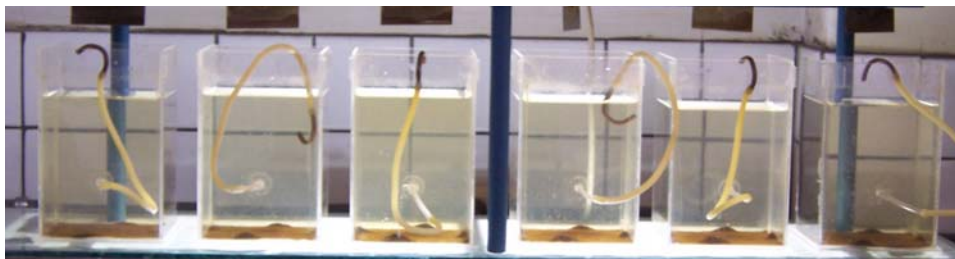


Foto VIII-13 Fin de la Etapa de Sedimentación de la Jarra #13

En cada jarra se determinaron los valores de color, turbiedad, pH y alcalinidad, los resultados se muestran en la TABLA VIII-5.

TABLA VIII-5 Valores obtenidos para un Gradiente de 20s^{-1} y Tiempo Variable.

ENSAYO 2: Gradiente Constante y Tiempo Variable						
G=20 s ⁻¹ D: 60 mg/l 28 rpm	1	2	3	4	5	6
	Tiempo:	5'	10'	15'	20'	25'
Solución (cc):	12	12	12	12	12	12
Dosis (mg/l):	60	60	60	60	60	60
Color (UC):	128	129	176	124	117	129
Turbiedad (NTU):	8.73	8.24	11.8	7.32	6.85	8.22
pH:	6.13	6.00	6.13	6.09	6.15	6.16
Alcalinidad (mg/l - CaCO ₃):	28	28	28	28	28	28

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

De acuerdo a la TABLA VIII-7, los menores valores tanto de color como de turbiedad se producen para un tiempo de 25 minutos, los siguientes gráficos reflejan lo indicado.

- En la FIG. VIII-4 se muestra la variación del color en el tiempo y en ella podemos apreciar claramente que para esta gradiente ($G=20 \text{ s}^{-1}$), el mejor tiempo de floculación, es de 25 minutos.

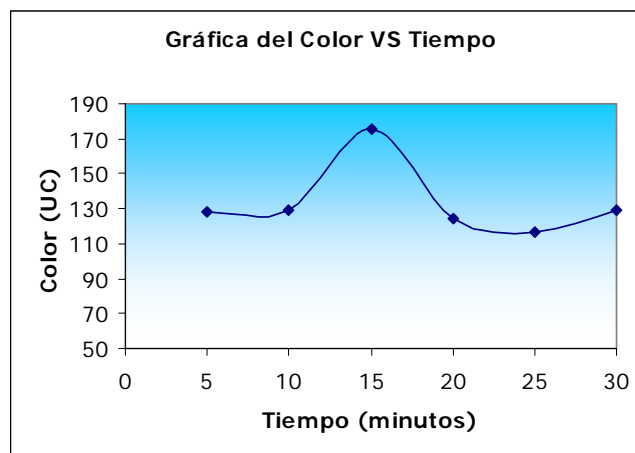


FIG. VIII-4 Variación del Color con respecto al Tiempo.

- La FIG. VIII-5 muestra los mismos resultados para la turbiedad.

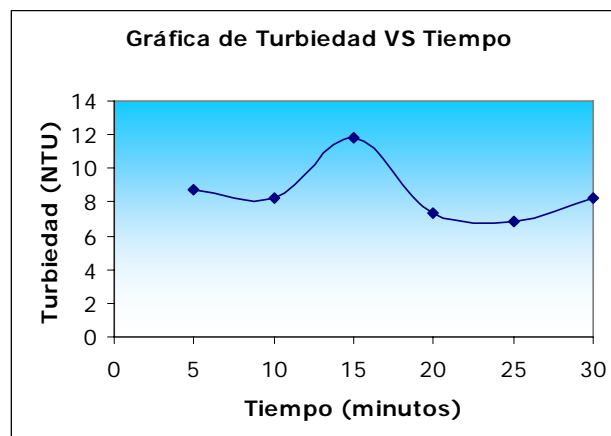


FIG. VIII-5 Variación de la Turbiedad con respecto al Tiempo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- La TABLA VIII-6 compara los resultados del presente ensayo con los datos obtenidos en el Ensayo convencional, y podemos mencionar que a menor velocidad pero con mayor tiempo de floculación para una misma dosis, la remoción que se produce tanto en color como turbiedad es mayor.

TABLA VIII-6 Comparación del ensayo 2 con el ensayo convencional.

Parámetro	Ensayo Convencional	Ensayo 2
Dosis:	60 mg/l	60 mg/l
Velocidad:	40 rpm	28 rpm
Tiempo:	20 min	25 min
Color:	150 UC	117 UC
Turbiedad:	10.2 NTU	6.85 NTU

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

- En la FIG. VIII-6 vemos que los valores de pH se mantienen constantes ya que se aplica la misma dosis a todas las jarras, y con respecto al pH del agua cruda no existe mayor alteración; gráficamente se puede apreciar:

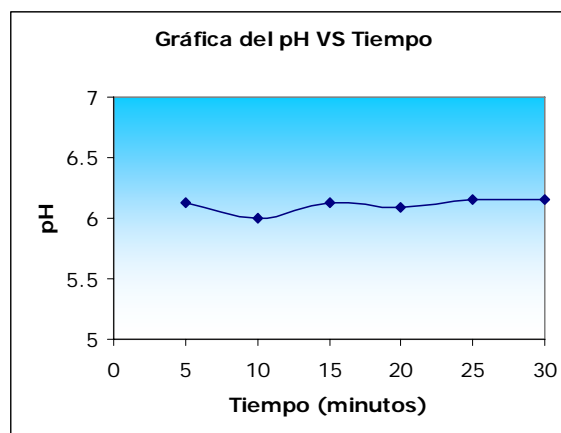


FIG. VIII-6 Variación de la pH con respecto al Tiempo.

VIII.4.2 ENSAYO 3: Gradiente de velocidad= 40 s^{-1}

Condiciones del ensayo:

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%)= 60mg/l.

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

$G = 1000 \text{ s}^{-1}$

Tiempo = 1 minuto

Mezcla Lenta

R. P. M = 45

$G = 40 \text{ s}^{-1}$

Tiempo = 5, 10, 15, 20 y 25 minutos

Tiempo de Sedimentación = 10 minutos.

El comportamiento del agua es exactamente igual que en el ensayo anterior, al final de la etapa de sedimentación se ha sedimentado casi todo (Foto VIII-14):

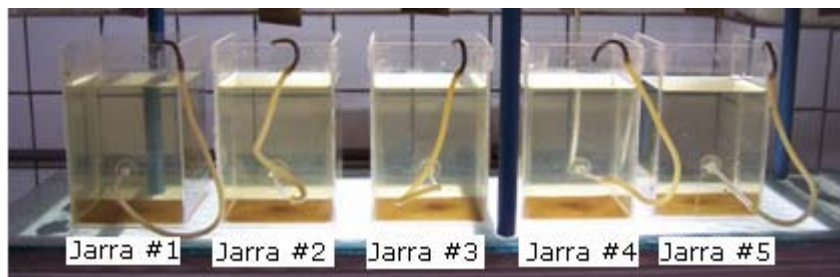


Foto VIII-14 Fin de la Etapa de Sedimentación de la Jarra #5

Los valores de los parámetros obtenidos se muestran en la TABLA VIII-7

TABLA VIII-7 Valores obtenidos para un gradiente de 40s^{-1} y tiempo variable.

ENSAYO 3: Gradiente Constante y Tiempo Variable					
G=40 s⁻¹ D: 60 mg/l 45 rpm					
	1	2	3	4	5
Tiempo:	5'	10'	15'	20'	25'
Solución (cc):	12	12	12	12	12
Dosis (mg/l):	60	60	60	60	60
Color (UC):	156	186	151	135	118
Turbiedad (NTU):	11.9	13.1	10.2	9.32	8.73
pH:	5.92	5.98	6.00	6.02	6.05
Alcalinidad (mg/l):	28	28	28	28	28

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

Los valores de la TABLA VIII-7 indican que los mejores resultados se producen para un tiempo de 25 minutos, los gráficos siguientes confirman lo indicado:

- En la FIG. VIII-7 se muestra la variación del color en el tiempo, produciéndose un mínimo a los 25 minutos.

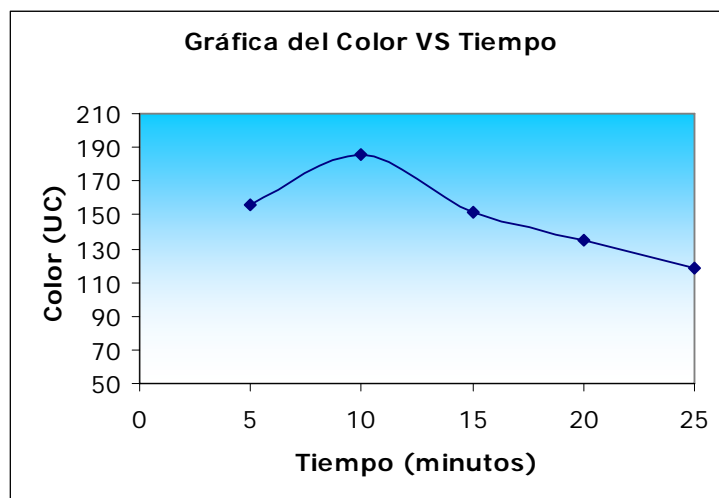


FIG. VIII-7 Variación del Color con respecto al Tiempo.

- Para la turbiedad, resultados semejantes. (Ver FIG. VIII-8).

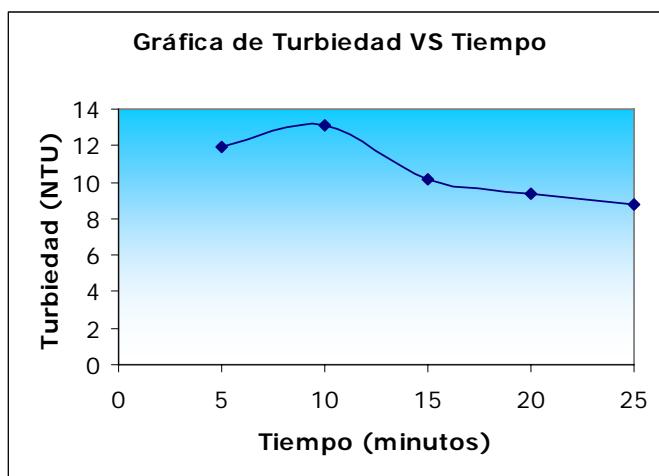


FIG. VIII-8 Variación de la Turbiedad con respecto al Tiempo.

- Los valores de pH son similares en todas las jarras. FIG. VIII-9:

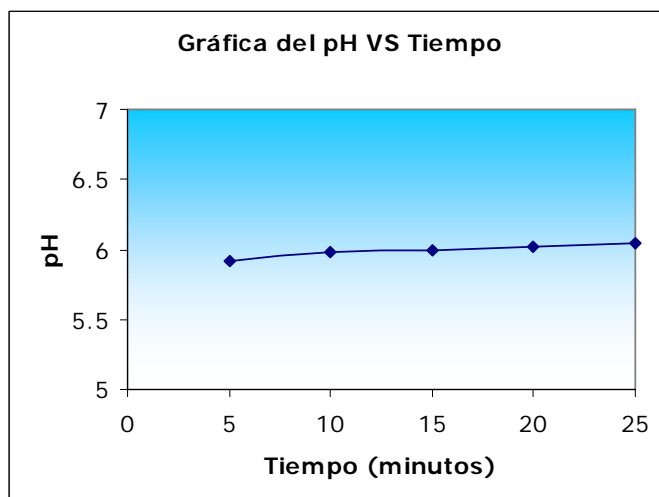


FIG. VIII-9 Variación del pH con respecto al Tiempo.

- La TABLA VIII-8 compara los resultados de los ensayos 2 y 3 evidenciando que a mayor gradiente desmejora la calidad del efluente, por lo que ensayos para gradientes mayores (60 y 80 s^{-1}) sería inútiles, ya que los valores aumentarían.

TABLA VIII-8 Comparación del ensayo 2 y el ensayo 3

Parámetro	Ensayo 2	Ensayo 3
Dosis:	60 mg/l	60 mg/l
Gradiente:	20 s ⁻¹	40 s ⁻¹
Velocidad:	28 rpm	45 rpm
Tiempo:	25 min	25 min
Color:	117 UC	118 UC
Turbiedad:	6.85 NTU	8.73 NTU

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

La variación del Color y la Turbiedad de acuerdo a los tiempos y con el cambio de gradientes se observa en la FIG. VIII-10 y FIG: VIII-11 a continuación:

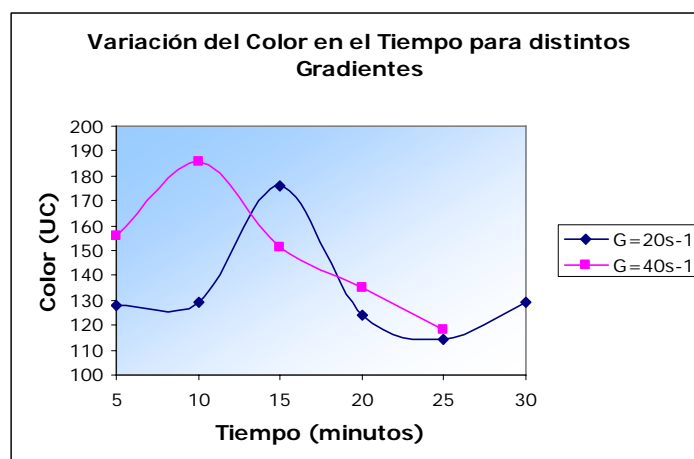


FIG. VIII-10 Variación del Color con respecto al Tiempo para los gradientes de 20 y 40 s-1.

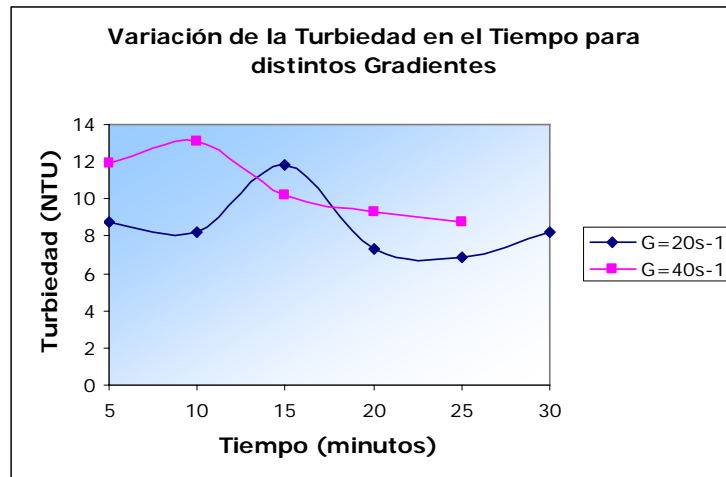


FIG. VIII-11 Variación de la turbiedad con respecto al Tiempo para los gradientes de 20 y 40 s-1.

Como se ve en la FIG. VIII-11 y FIG. VIII-12 la curva de gradiente 20 s^{-1} da mejores resultados para color y turbiedad.

VIII.5 ENSAYOS DE SIMULACION AL TRATAMIENTO DE LA PLANTA.

VIII.5.1 ENSAYO 4: Modificando el tiempo de sedimentación.

El propósito de este ensayo es simular las condiciones que existen y con las cuales se opera en la Planta de tratamiento, empleando un tiempo de 20 minutos de sedimentación,

El ensayo se efectuó bajo las siguientes condiciones de Laboratorio:

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%)= 90mg/l.

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

G = 1000 s^{-1}

Tiempo = 1 minuto

Mezcla Lenta

R. P. M = 35

$$G = 30s^{-1}$$

Tiempo = 10 minutos

Tiempo de Sedimentación = 20 minutos.

Los resultados de las mediciones realizadas para este ensayo se muestran en la TABLA VIII-9:

TABLA VIII-9 Valores obtenidos en el
Ensayo 4 sin Filtración.

Parámetro	Ensayo 4
Dosis:	90 mg/l
Velocidad:	35 rpm
Tiempo:	10 min
Color:	28 UC
Turbiedad:	1.62 NTU
pH:	5.89

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Agua filtrada:

TABLA VIII-10 Valores obtenidos en el
Ensayo 4 con Filtración

Parámetro	Ensayo 4
Dosis:	90 mg/l
Velocidad:	35 rpm
Tiempo:	10 min
Color:	15 UC
Turbiedad:	0.47 NTU
pH:	5.89

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones

- Los flóculos formados son grandes, pesados y sedimentan rápidamente. (Ver Foto VIII-15).

-



Foto VIII-15 Inicio de la Etapa de Sedimentación.

- A los 8 minutos, la mayor parte de los flóculos formados han sedimentado. (Ver Foto VIII-16)

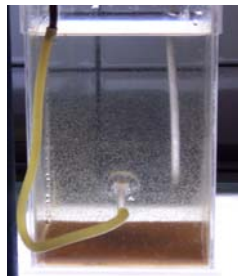


Foto VIII-16 Durante la Etapa de Sedimentación.

- La filtración remueve el color y la turbiedad, por lo que se puede decir que en la planta todas las unidades están trabajando, y aportando para el proceso de Potabilización.
- El valor del pH es el más bajo que hemos obtenido en todos los ensayos realizados.

VIII.5.2 ENSAYO 5: Empleando un tiempo de floculación de 25 minutos.

El objeto de este ensayo es determinar la eficiencia de la dosis óptima, con el tiempo óptimo de floculación obtenido, a los 25 minutos.

El ensayo se efectuó bajo las siguientes condiciones de Laboratorio:

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%)= 90mg/l.

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

G = 1000s⁻¹

Tiempo = 1 minuto

Mezcla Lenta

R. P. M = 35

G = 30s⁻¹

Tiempo = 25 minutos

Tiempo de Sedimentación = 20 minutos.

Los resultados de las mediciones realizadas para este ensayo se muestran en la TABLA VIII-11:

TABLA VIII-11 Valores obtenidos en el
Ensayo 5 sin Filtración

Parámetro	Ensayo 5
Dosis:	90 mg/l
Velocidad:	35 rpm
Tiempo:	25 min
Color:	27 UC
Turbiedad:	1.38 NTU
pH:	5.9

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Agua filtrada:

TABLA VIII-12 Valores obtenidos en el
Ensayo 5 con Filtración

Parámetro	Ensayo 5
Dosis:	90 mg/l
Velocidad:	35 rpm
Tiempo:	25 min
Color:	24 UC
Turbiedad:	0.44 NTU
pH:	5.9

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones

- Comparando los resultados de los ensayos 4 y 5, en la TABLA VIII-13 se observa que a mayor tiempo de contacto la remoción es algo mayor antes de la filtración, sin embargo las partículas coloidales que se forman con un menor tiempo de contacto son más

grandes y se retienen mejor en el filtro, obteniendo mejores resultados en el ensayo 4.

TABLA VIII-13 Comparación de los Valores obtenidos en el Ensayo 4 y Ensayo 5

Parámetro	Ensayo 4	Ensayo 5
Antes de la Filtración :		
Color:	28 UC	27 UC
Turbiedad:	1.62 UC	1.38 NTU
Después de la Filtración :		
Color:	15 UC	24 UC
Turbiedad:	0.47 UC	0.44 NTU

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

- El valor del pH se mantiene constante para los dos ensayos y constante tanto para el agua sedimentada y filtrada.

VIII.6 ENSAYOS ALTERNATIVOS REALIZADOS

A continuación se realizan varios ensayos utilizando diferentes dosis, gradientes de velocidad y variación del tiempo con el objeto de evaluar como se comportan las unidades de tratamiento y si están funcionando adecuadamente, además determinar si la cantidad de sulfato de aluminio que se está adicionando en la planta es la necesaria o si se emplea un exceso con una “dosis de barrido” que permite un arrastre total de los coloides desestabilizados, generando un efluente de características

físicas excelentes, pero con elevadas concentraciones de productos del coagulante.

VIII.6.1 ENSAYO 6: Filtración Directa

El objetivo de este ensayo es observar el comportamiento del agua en contacto con el Sulfato de Aluminio, es decir la formación de los flóculos en la mezcla rápida y pasar directamente a la filtración.

El ensayo se efectuó bajo las siguientes condiciones de Laboratorio:

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%) = 30 mg/l

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

$G = 1000s^{-1}$

Tiempo = 1 minuto

Filtración Directa

La muestra antes de la adición de Sulfato de Aluminio presentaba un color café oscuro como se puede observar en la Foto VIII-17:

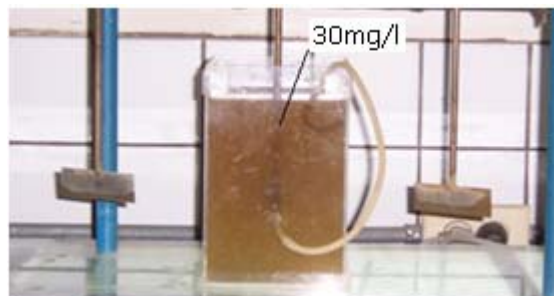


Foto VIII-17 Ensayo 6: Filtración Directa.

La formación de los flóculos, es inmediata, en los primeros segundos de mezcla rápida. (Ver Foto VIII-18).



Foto VIII-18 Formación de Flóculos casi instantánea. Una vez transcurrido el minuto, se filtra la muestra a través del papel Wathman # 40. (Ver Foto VIII-19)



Foto VIII-19 Filtración directa.

Los resultados de color y turbiedad para la muestra filtrada se encuentran en la TABLA VIII-14:

TABLA VIII-14 Valores obtenidos en el ensayo 6

Parámetro	Ensayo 6: Filtración Directa
Dosis:	30 mg/l
Velocidad:	500 rpm
Tiempo:	1 min
Color:	257 UC
Turbiedad:	15.1 NTU

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:



Los valores que nos muestra la TABLA VIII-14 son bastante bajos con respecto a los iniciales del agua cruda (TABLA VIII-1), la remoción de la turbiedad (de 118 NTU a 15.1 NTU) y el color aparente (de 1012 UC a 257 UC) es alta y nos da una idea de que la floculación que se produce es por contacto ya que los flóculos que se forman inmediatamente después de agregar el sulfato de aluminio son grandes y filtrables; sin embargo, los valores obtenidos son altos comparados con los que se obtienen con el tratamiento en la planta, por lo que da la idea de que la dosis de 30 mg/l podría ser insuficiente.

VIII.6.2 ENSAYO 7: Filtración Directa, con dosis óptima del proceso convencional.

El objeto de este ensayo es determinar si la remoción de color y turbiedad es mayor utilizando la dosis óptima de 90mg/l bajo las mismas condiciones del ensayo anterior.

Las condiciones del ensayo son:

Dosis de Sulfato de Aluminio (1%) = 90 mg/l

Mezcla Rápida

R. P. M = 500

$G = 1000s^{-1}$

Tiempo = 1 minuto

Filtración Directa

Los resultados del ensayo se presentan en TABLA VIII-15.

TABLA VIII-15 Valores obtenidos en el ensayo 7

Parámetro	Ensayo 7: Filtración Directa
Dosis:	90 mg/l
Velocidad:	500 rpm
Tiempo:	1 min
Color:	19 UC
Turbiedad:	0.65 NTU

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Observaciones:

Los valores que nos muestra la TABLA VIII-15 son menores a los valores obtenidos en el ensayo convencional (TABLA VIII-2), lo que nos indica que la mayor remoción se produce por contacto y no se requiere floculación y sedimentación sino que es suficiente la mezcla rápida seguida de la filtración, estos resultados podrían darnos a entender que la floculación y sedimentación se llevan a cabo mientras la muestra se filtra; sin embargo, la gran acumulación de los lodos en el filtro grueso y lento sería un problema pues se colmatarían muy seguido y no funcionarían adecuadamente.

Por otro lado los valores obtenidos en este ensayo son menores a los que se obtuvieron en el ensayo 6 de filtración directa con una dosis de 30mg/l, por lo que la dosis de 90mg/l puede ser un valor muy alto pero remueve eficazmente el color y la turbiedad sin bajar mucho el pH del agua.

VIII.7 CONCLUSIONES

- ✓ La mayor Remoción de Color y Turbiedad se obtiene con el Ensayo Convencional, de coagulación-floculación-sedimentación-filtración, y con una Dosis Optima de 90 mg/l, sin embargo esta dosis puede considerarse alta y podría significar la presencia de Aluminio en el agua potable, elemento considerado nocivo para la salud de los consumidores, por lo tanto esta suposición debería confirmarse con un análisis de Aluminio en el agua tratada.
- ✓ El pH del agua de entrada a la Planta (6.73) no se ve afectado con la adición de Sulfato de Aluminio en los diferentes ensayos y se mantiene entre 6-6.5, por lo que la capacidad de amortiguamiento del agua es muy buena a pesar que la alcalinidad no es tan alta.
- ✓ El agua cruda al tener una conductividad de 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos indica que es medianamente mineralizada.
- ✓ La adición de una dosis de 30mg/l seguida de la Filtración Directa no da buenos resultados.
- ✓ La filtración directa definitivamente no funciona bien para este tipo de agua, pues su objetivo es que con dosis bajas se formen flóculos que sean retenidos en los filtros sin que su eficiencia se vea afeada por la gran acumulación de lodos en los mismos.
- ✓ Para una dosis de 60 mg/l la remoción de Color y Turbiedad no es suficiente, por más que varíen los tiempos de floculación y los gradientes de velocidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- ✓ El tiempo de contacto con el que opera el floculador existente en la Planta de tratamiento es de 10 minutos y en los ensayos realizados podemos darnos cuenta que este tiempo es el que da los mejores resultados.
- ✓ La mayor parte de la Sedimentación se realiza en los primeros 10 minutos ya que los flóculos que se forman son pesados y sedimentan en un período de tiempo corto, por lo que el tiempo de 41 minutos correspondiente al tiempo de retención del sedimentador en la planta asegura que los lodos sedimenten, sin embargo no se requiere tanto tiempo y se podría economizar el tiempo de tratamiento.
- ✓ La filtración complementa bien al proceso de floculación y sedimentación cuando la dosis de sulfato adicionada es suficiente para que se de la coagulación en un tiempo de contacto no muy prolongado de tal manera que la mayoría de flóculos queden sedimentados y los restantes tengan el tamaño lo suficientemente grande como para quedar retenidos en el filtro.
- ✓ En la Curva de Dosificación de Sulfato de Aluminio de la FIG. 1.3 del ANEXO 1 se puede observar que para una turbiedad de 118NTU la Dosis Optima es aproximadamente de 58mg/l y en el ensayo convencional realizado obtuvimos una dosis de 90mg/l por lo que sugerimos una revisión periódica de esta Curva mediante la realización de pruebas de tratabilidad en muestras de agua representativas.

CAPITULO IX

EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO Y ESTRUCTURAL DE LAS UNIDADES EXISTENTES

En este capítulo se presentan las diferentes condiciones estructurales y físicas de las unidades de la Planta de Tratamiento de Agua Potable “Bella Unión”, es decir la evaluación de las características físicas y estructurales que muestran cada una de las unidades.

IX.1 FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL

- A la entrada del floculador está ubicado un vertedero triangular y una placa para la medición del caudal que ingresa a la planta, tanto el vertedero como la placa son de acero y debido al contacto continuo con el agua que es rica en hierro y a la adición de sulfato de aluminio, se encuentran oxidados y presentan un color amarillento razón por la cual se deben tomar medidas ya sea con pintura epóxica o con el reemplazo de los mismos puesto que pueden desprender elementos que cambien la calidad del agua a la entrada de la planta. (Foto IX-1).
- Las pantallas o tabiques de asbesto-cemento no se encuentran en condiciones óptimas ya que la separación entre ellos es irregular dentro de un mismo módulo, además de no están perpendiculares a las paredes sino que tienen cierta inclinación esto es debido a fallas constructivas y a la falta de mantenimiento. (Foto IX-2)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto IX-1 Vertedero a la entrada de la planta se encuentra oxidado.



Foto IX-2 Tabiques se encuentran en mal estado.

- La profundidad de esta unidad es muy baja pues es tan solo de 40cm.
- El espaciamiento entre el extremo de la pantalla y la pared del floculador, es decir el paso de un canal a otro no cumple con las recomendaciones de que debe ser 1.5 veces el espaciamiento entre las pantallas; además la distancia entre las pantallas es muy variable.

Paso de un canal a otro	Distancia entre Pantallas	1.5 x Distancia entre pantallas
17cm	22cm	1.5x22= 33cm
17cm	40cm	1.5x40= 60cm

- En cuanto al estado estructural de las paredes de las zonas de floculación, como podemos apreciar en la Foto IX-3 y Foto IX-4 se encuentran muy agrietadas y descoloridas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto IX-3 Agrietamiento en las paredes internas del floculador.



Foto IX-4 Pérdida de la pintura en la parte superior e interna de las paredes.

- El piso es de hormigón y se encuentra en condiciones normales, no existe erosión ni desprendimientos pero tiene un color oscuro debido al sulfato de aluminio y al hierro del agua cruda que se impregnan tanto en la parte inferior de las paredes como en el fondo. En la Foto IX-5 se puede observar el cambio brusco del color de las paredes y el fondo.



Foto IX-5 Paredes y fondo del floculador se encuentran percudidos por el hierro.

IX.2 SEDIMENTADOR LAMINAR

- A la salida del floculador está la cámara de entrada al sedimentador, las paredes de esta cámara se encuentran afectadas debido al sulfato de aluminio adicionado y al contenido de hierro que tiene el agua además de la gran cantidad de algas que se forman. (Foto IX-6)



Foto IX-6 Paredes de la cámara de entrada al sedimentador se encuentran afectadas.

- Las paredes del tanque de sedimentación no presentan grietas apreciables y su estado es bueno, sin embargo la pintura está visiblemente deteriorada (Foto IX-7)
- La unidad de sedimentación cuenta con tres tuberías de hierro galvanizado que se encuentran oxidadas, presentan un color tomate amarillento que no se lo puede quitar con el lavado además se han empezado a formar agujeros cerca de las perforaciones existentes en la tubería debido a la corrosión(Foto IX-8).
- Las placas inclinadas no conservan la misma distancia entre ellas (Foto IX-9) y existe una placa que está rota (Foto IX-10), y cabe indicar que las placas también son afectadas por los componentes químicos del agua así como por el sulfato de aluminio y se han tornado coloreadas como se puede observar en las fotografías a continuación:



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto IX-7 Paredes del sedimentador en condiciones aceptables.



Foto IX-8 Tuberías oxidadas de la Unidad de sedimentación.



Foto IX-9 Placas del sedimentador con separación variable.



Foto IX-10 Placa rota en la unidad de Sedimentación.

- El ángulo de inclinación de las placas es de 60° con la horizontal aproximadamente, es decir esta dentro del rango usual para este tipo de sedimentadores.
- La superficie de las placas deberá estar entre 0.3m y 0.9m bajo la superficie del líquido según la normativa del IEOS, esto no se cumple puesto que las placas están a unos 20cm por debajo de la superficie del líquido.
- La distancia entre el extremo inferior de las placas y el fondo del tanque es mayor a 1.2m, es decir cumple con la normativa consultada
- La carga hidráulica superficial aparente del sedimentador es de $84 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-d}$, para un caudal de 5l/s.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- La normativa indica que en los tanques de flujo ascendente, se puede cubrir toda la superficie con placas, de las cuales algunas deberán ser removibles; es cierto que el sedimentador en estudio tiene placas en toda su superficie sin embargo ninguna de ellas es móvil.
- A la salida del sedimentador se encuentra un canal recolector y una cámara pequeña de hormigón, las condiciones de estas dos estructuras son medias ya que existe erosión y el descascaramiento del fondo de las mismas (Foto IX-11), la cara interna de las paredes esta percutida (Foto IX-12). Desde el punto de vista estructural no se observaron grietas ni fisuras importantes.



Foto IX-11 Desgaste del fondo del Canal de Recolección



Foto IX-12 Paredes interiores de la cámara percutidas.

IX.3 FILTRO GRUESO DE GRAVA DE FLUJO ASCENDENTE

- La cámara de entrada al filtro grueso está en buenas condiciones pero con pequeños desprendimientos de la pintura, en su interior tiene una placa de acero que está parcialmente oxidada (Foto IX-13).
- El Filtro grueso tiene una estructura cilíndrica que no presenta grietas y se conserva en excelentes



UNIVERSIDAD DE CUENCA

condiciones inclusive la pintura está en buen estado (Foto IX-13).

- La carga hidráulica superficial aparente de esta unidad es de $45 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-d}$, para un caudal de 5l/s.
- En la parte interna del filtro grueso se presenta la formación de bolas de lodo (Foto IX-14) que para la capa superior no es problema porque se remueve con el lavado, sin embargo el lavado de las capas inferiores se vuelve un problema ya que es muy difícil desarmarlo.



Foto IX-13 Estado Físico del Filtro Grueso



Foto IX-14 Bolas de lodo en la capa superior

IX.4 FILTROS LENTOS CON LECHO DE ARENA DE FLUJO DESCENDENTE

- Los dos filtros lentos 1 y 2 tienen una cámara de entrada en donde se halla un vertedero triangular de acero que se encuentra parcialmente oxidado (Foto IX-15), además para medir los caudales cuenta con una placa de metal que definitivamente no permite la lectura adecuada del caudal ya que el agua la ha oxidado y los números y las marcas no se ven claramente. (Foto IX-16).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto IX-15 Cámara de Entrada del Filtro Lento de Arena.



Foto IX-16 Placa medidora de caudal en mal estado.

- La cámara de entrada presenta agrietamientos severos. (Ver Foto IX-17 y Foto IX-18).

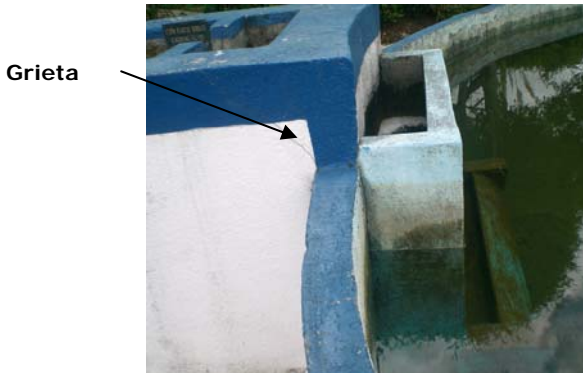


Foto IX-17 Cámara de entrada al Filtro Lento de Arena 2.

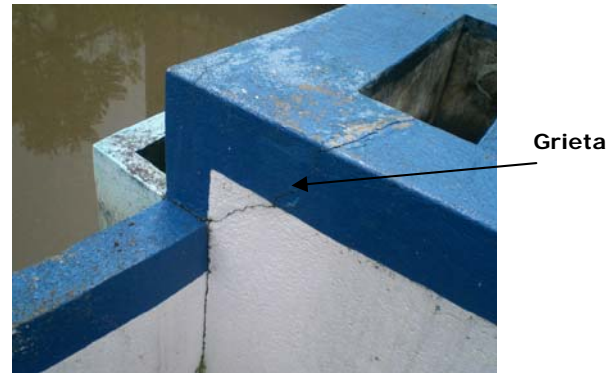


Foto IX-18 Cámara de entrada al Filtro Lento de Arena 1.

- La parte interna de las paredes de los filtros se encuentra en malas condiciones ya que se forman bolas de lodo y algas debido al contacto con el agua que percuden y desprenden la pintura, por más que se lave el filtro ya no se puede remover estos lodos y algas; todo lo contrario sucede en la parte exterior de las paredes del filtro que se encuentran en muy buen estado no presentan fallas estructurales y la pintura está bien mantenida. (Ver Foto IX-19 y Foto IX-20).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto IX-19 Pared Interna del Filtro Lento de Arena enmohecido. condiciones.



Foto IX-20 Pared Exterior del Filtro Lento de Arena en buenas condiciones.

- Los tanques de salida de los filtros lentos están en buenas condiciones, no presentan fisuras y la pintura esta en buen estado.
- De acuerdo a la normativa consultada el lecho de arena debe tener un espesor mínimo de 0.5m, al ser el lecho de los filtros en estudio de 0.6m se ve que esta dentro del límite.
- La capa de agua sobrenadante por lo general tiene una altura de 0.7m a 1.0m, es decir cumple la norma consultada que limita la altura del sobrenadante de 0.8m a 1.0m.
- Existen dos unidades de filtración, que es lo mínimo admitido por la normativa consultada. La carga hidráulica superficial aparente de cada unidad de filtración es de $4.4\text{m}^3/\text{m}^2\text{-d}$, para un caudal de 2.5l/s.
- La altura de la capa de drenaje de grava es de 0.2m, lo que indica que esta dentro del rango adecuado que varia de 0.2 a 0.5m según las normas consultadas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

IX.5 CAMARA DE CONTACTO CON EL DESINFECTANTE

En esta cámara se realiza la desinfección del agua, estructuralmente presenta pequeñas grietas en los bordes superiores y pérdida de recubrimiento. En cuanto al estado físico podemos decir que existe descascaramiento de la pintura de las paredes pero no en gran magnitud; la tapa del tanque se encuentra parcialmente oxidada pero sin mayor problema por lo que podemos concluir que las condiciones del tanque de contacto con el desinfectante cloro son aceptables. (Ver Foto IX-21).



Foto IX-21 Cámara de Contacto con el Desinfectante

IX.6 CÁMARAS DE DESAGÜE DE UNIDADES

IX.6.1 Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador (CD1)

Esta cámara tiene una forma rectangular y es de hormigón, además en la parte superior tiene una tapa de hormigón que está en condiciones aceptables. En su parte interior tiene escaleras de acero empotradas a la pared pero son incómodas razón por la cual se utiliza una escalera de madera para bajar, el piso es de hormigón y presenta



UNIVERSIDAD DE CUENCA

pocos sedimentos. De manera general esta cámara está en buenas condiciones. (Ver Foto IX-22).



Foto IX-22 Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador.

IX.6.2 Cámara de Desagüe del Filtro Grueso (CD3)

En la parte frontal del Filtro grueso existe una Cámara de Desagüe construida con hormigón y mampostería de ladrillo, estructuralmente tanto en su parte externa como interna las paredes, así como la tapa están en buenas condiciones, no presenta grietas considerables, pero en lo que tiene que ver con el estado físico de la parte interna de la cámara las condiciones son deplorables, las paredes están llenas de lodo y algas. (Ver Foto IX-23 y Foto IX-24).



Foto IX-23 Parte externa de la Cámara de Desagüe del Prefiltro.



Foto IX-24 Parte interna de la Cámara de Desagüe del Prefiltro.



IX.6.3 Cámara de Desagüe de Distintas Unidades (CD4)

En esta cámara descargan el agua diferentes unidades generalmente cuando se realiza el lavado, por esta razón las condiciones físicas son malas las paredes están saturadas de lodo.



Foto X-25 Cámara de Desagüe de Distintas Unidades.

IX.6.4 Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos (CD5)

Las condiciones físicas y estructurales no son buenas ni en el interior de la cámara ni en el exterior pues las fisuras y desprendimientos de hormigón son visibles, al parecer no existe filtraciones del agua en el fondo.



Foto X-26 Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

IX.6.5 Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento (CD6)

Esta cámara se encuentra ubicada el la parte de atrás del Tanque de Reserva presenta condiciones normales, pocos sedimentos en el fondo, no tiene pintura de recubrimiento.



Foto X-27 Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento.

CAPITULO X

EVALUACIÓN DE ACCESORIOS Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS

En este capítulo se realizará una descripción de todas las tuberías y los accesorios con los que cuenta la planta de tratamiento, si están funcionando adecuadamente, si el estado en el que se encuentra es óptimo, además se indicarán cuales son las unidades complementarias y el estado en el que se encuentran.

X.1 EVALUACIÓN DE ACCESORIOS

- Válvula de Ingreso de agua a la Planta (V1)

Esta válvula sirve para controlar el volumen de agua cruda que ingresa a la planta, generalmente se cierra completamente para el proceso de lavado del floculador y sedimentador. Su material es de HG (Hierro Galvanizado) y su diámetro es de 90mm. (Foto X-1)



Foto X-1 Válvula para
Ingreso del Agua Cruda.

Estado Físico: La válvula se encuentra oxidada tanto en su base como en la manija por lo que se dificulta su



UNIVERSIDAD DE CUENCA

maniobrabilidad, pero podemos decir que cumple su función sin problema y no presenta fugas.

- Tubería de entrada a la planta

Esta tubería conduce el agua hasta la entrada del floculador su material es PVC con unión del tipo cementado solvente hasta el primer codo y tiene varios accesorios que son de Hierro Galvanizado (HG) como se puede apreciar en la Foto X-2.



Foto X-2 Detalle de accesorios de tubería de entrada de agua cruda.

Estado Físico: La tubería de ingreso se encuentra en buenas condiciones,

Detalle de Tubería de Entrada a la Planta de Tratamiento:

Los accesorios que tiene la tubería de entrada a la Planta se describen en la TABLA X-1 y gráficamente se muestran en la FIG X-1.

TABLA X-1 Accesorios de la Tubería de Entrada de Agua Cruda

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Tubería de PVC	90mm
2	Codo 90°	90mm
3	Neplo L=0.5m HG	90mm
4	Codo 90°	90mm
5	Neplo L=0.18m HG	90mm
6	Codo 90°	90mm
7	Tubería de HG	90mm



Elaboración: Grupo de Tesis

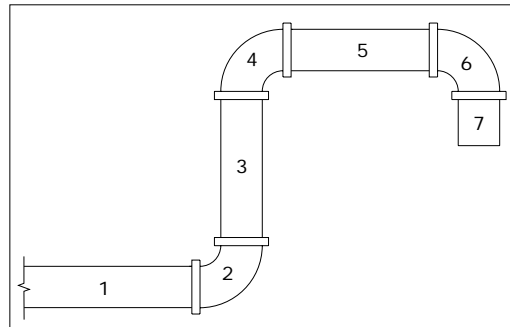


FIG. X-1 Detalle de los accesorios de la Tubería de Entrada de Agua Cruda a la Planta.

- Tubería de Salida del Sedimentador

Esta tubería es de PVC y su diámetro es de 90mm, su inicio se puede observar en la Foto X-3 en la parte inferior de la Cámara de Salida del Sedimentador y su parte final se observa en la Cámara de Entrada al Filtro Grueso. (Ver Foto X-4).



Tubería de PVC 90mm para salida del Sedimentador

Foto X-3 Inicio de la Tubería de Salida del Sedimentador.



Tubería de PVC 90mm
que conduce el agua del
Sedimentador al Prefiltro



Cámara de Entrada
al Prefiltro

Foto X-4 Tramo Final de la Tubería
de Salida del Sedimentador

Estado Físico: La tubería se encuentra en buen estado, a lo largo de su vida útil no ha presentado problemas de fugas ni obstrucciones ya que el agua que sale del sedimentador es de buena calidad, por lo que podemos deducir que la parte que está enterrada está en buenas condiciones, en cuanto a la parte visible de esta tubería podemos decir que la pintura está ligeramente deteriorada y se podría dar un mantenimiento. (Foto X-4).

- **Válvula Bypass al Prefiltro (V3) y Tubería de Entrada Directa (Bypass) desde la Conducción al Filtro Grueso**

Existe una válvula (V3) ubicada junto a la puerta de entrada a la planta (Foto X-5) que sirve para dar paso al agua cruda desde la conducción directamente al filtro grueso a través de una tubería bypass de HG de 90mm de diámetro que se muestra en la Foto X-6, el motivo de esta conexión se debe a que inicialmente la planta estaba integrada únicamente por el filtro grueso y los dos filtros lentos, y posteriormente se construyeron las unidades de floculación y sedimentación por lo que en la parte del parqueadero de la Planta existe una tee que distribuye el agua cruda por el un ramal al floculador y por el otro al filtro grueso ; sin embargo para el funcionamiento normal de la Planta esta Válvula V3 se encuentra cerrada.



Foto X-5 Válvula V3 Bypass al Filtro Grueso



Foto X-6 Tubería Bypass al Filtro Grueso

Estado Físico: Como se puede apreciar en la Foto X-5 la válvula se encuentra en condiciones aceptables a pesar que tiene cierto grado de oxidación, y la tubería bypass se encuentra en buen estado y la pintura está en muy buenas condiciones (Foto X-6).

- **Válvula de Ingreso de Agua al Filtro Grueso (V4)**

Para conducir el agua decantada, desde la cámara de entrada del filtro grueso hacia el fondo del mismo existe una conexión que consta de: tres neplós HG de 110mm



UNIVERSIDAD DE CUENCA

diámetro, una llave de paso de 4", una unión universal y un codo de HG de 90° que se une a una tubería perforada de HG de 110mm de diámetro por la cual ingresa el flujo de agua de manera ascendente. (Foto X-7). La válvula o llave de paso se mantiene operando abierta todo el tiempo.



Foto X-7 Válvula de Ingreso de Agua Sedimentada al Filtro Grueso

Todos los accesorios empleados en la entrada del Filtro Grueso tienen su razón de estar ahí; la llave de paso se mantiene abierta para permitir el paso del agua a través de la tubería, pero en caso que existiera daño en la tubería y necesitaría reemplazarse, entonces se debería cerrar la llave de paso y desarmar la conexión para esto está ahí la unión universal.

Estado Físico: La tubería se encuentra en buen estado, a lo largo de su vida útil no ha presentado problemas de fugas ni obstrucciones y la pintura está en muy buenas condiciones. (Foto X-7).

Detalle de Conexión del Ingreso de Agua al Fondo del Filtro Grueso:

Los accesorios de la Conexión de Ingreso de Agua al fondo del Filtro Grueso se describen en la TABLA X-2 y gráficamente se muestran en la FIG. X-2.

TABLA X-2 Accesorios de la Conexión de Ingreso del Agua al fondo del Filtro Grueso

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Neplo L=0.4m HG	110mm
2	Llave de Paso	4"
3	Neplo L=0.17m HG	110mm
4	Unión Universal HG	110mm
5	Neplo L=0.65m HG	110
6	Codo 90°	110mm x 110mm
7	Tubería Perforada HG	110mm

Elaboración: Grupo de Tesis

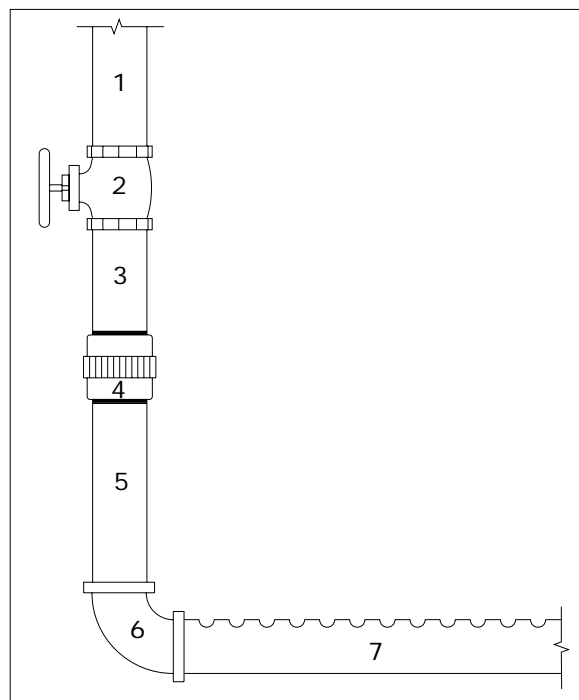


FIG. X-2 Detalle de Conexión de Tubería para Ingreso del agua al Fondo del Filtro Grueso



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Tubería de Salida al Filtro Lento 1 y Válvula (V5)

La salida del flujo de agua al Filtro Lento 1 consta de una conexión de tubería de PVC de 90mm de diámetro; tiene varios accesorios entre ellos está la llave de paso V5 que se mantiene abierta en la operación de rutina de la planta, sin embargo se la debe cerrar cuando se procede al lavado. (Ver Foto X-8)



Foto X-8 Válvula V5 y Tubería de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 1.

Estado Físico: La tubería y sus accesorios se encuentran en buen estado pero la pintura está parcialmente desgastada cerca de la llave de paso y la unión universal. (Foto X-8)

Detalle de la Conexión de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 1:

Los accesorios de esta conexión se presentan en la TABLA X-3 y en la Figura X-3.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA X-3 Accesorios de la Conexión de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 1

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Codo 90° HG	90mm
2	Unión Universal HG	90mm
3	Neplo L=7cm HG	90mm
4	Llave de Paso HG	90mm
5	Neplo L=8cm HG	90mm
6	Tubería de PVC L = 1.8m	90mm
7	Codo 90° PVC	90mm

Elaboración: Grupo de Tesis

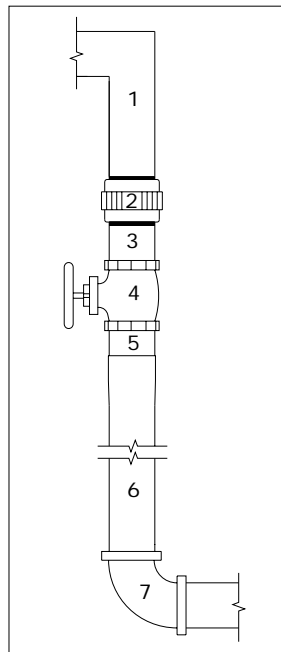


FIG. X-3 Detalle de los accesorios de la Tubería de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 1.

- Tubería de Rebose del Filtro Grueso y Válvula (V6)

Esta tubería es de HG y tiene un diámetro de 90mm, se ubica en la parte frontal del filtro grueso, el flujo a través de la misma está regulado por la válvula V6 que se encuentra cerrada en la operación normal de la planta, sin embargo en caso de rebose o para el lavado se abre permitiendo el paso del agua hacia la Cámara de Desagüe del Filtro Grueso y de esta al desperdicio. (Ver Foto X-9)

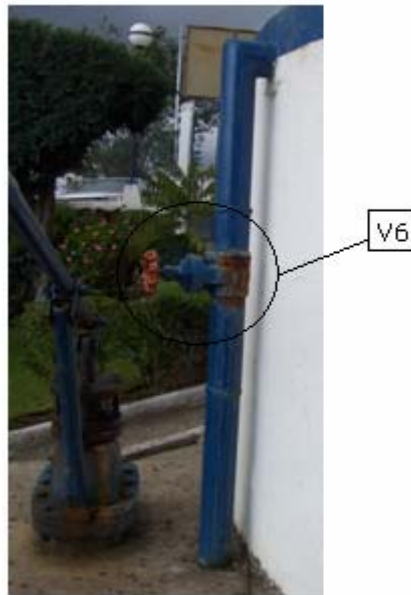


Foto X-9 Tubería de Rebose y Válvula (V6).

Estado Físico: La tubería se encuentra en buenas condiciones pero como podemos notar en la Foto X-10 la parte de la Válvula V6 está muy oxidada.

Detalle de la Tubería de Rebose del Filtro Grueso:

Los accesorios de la Tubería de Rebose del Filtro Grueso se presentan en la TABLA X-4 y en la FIG. X-4:

TABLA X-4 Accesorios de la Tubería de Rebose del Filtro Grueso

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Codo 90° HG	90mm
2	Neplo L=0.55m HG	90mm
3	Llave de Paso HG	90mm
4	Tubería de HG	90mm

Elaboración: Grupo de Tesis

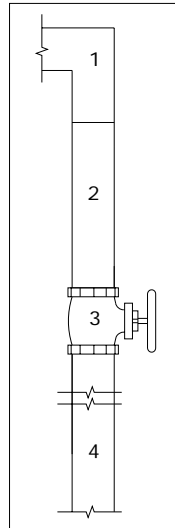


FIG. X-4 Detalle de la Tubería de Rebose del Filtro Grueso

- Tubería de Salida al Filtro Lento 2 y Válvula (V7)

La salida al Filtro Lento 2 consta de una conexión de tubería de PVC de 90mm de diámetro; tiene varios accesorios entre ellos está la llave de paso V7 que se mantiene abierta en la operación de rutina de la planta, sin embargo se la debe cerrar cuando se procede al lavado. (Ver Foto X-10).



Foto X-10 Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 2.

Estado Físico: La tubería está en buen estado y la pintura está en condiciones aceptables. Como se puede ver en la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Foto X-10 existe un adaptador de PVC en la tubería pero este no tiene ninguna utilidad y se lo debería retirar.

Detalle de la Conexión de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 2:

Los accesorios de esta conexión se presentan en la TABLA X-5 y en la FIG. X-5.

TABLA X-5 Accesorios de la Conexión de Salida del Filtro Grueso al Filtro Lento 2

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Codo 90° HG	90mm
2	Unión Universal HG	90mm
3	Neplo L=7cm HG	90mm
4	Llave de Paso HG	90mm
5	Neplo L=8cm HG	90mm
6	Tubería de PVC L = 1.8m	90mm
7	Codo 90° PVC	90mm

Elaboración: Grupo de Tesis

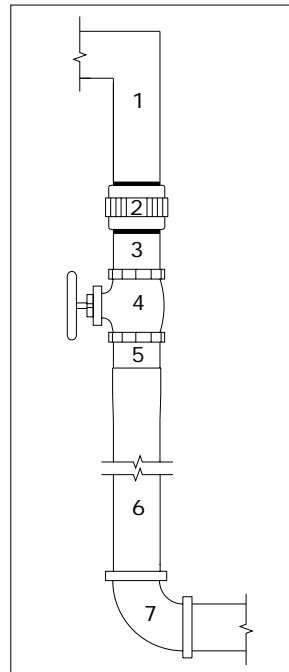


FIG. X-5 Detalle de los accesorios de la Tubería a la Salida del Filtro Lento 2.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Válvula de Desagüe de Fondo (V8)

Esta válvula de cierre rápido se utiliza para el lavado del filtro grueso por lo tanto debe estar cerrada durante la operación normal de la planta. Está ubicada en la parte frontal del filtro grueso y cuando se abre para el lavado descarga el agua en la Cámara de Desagüe del Prefiltro a través de una tubería de HG de 270mm. (Ver Foto X-11)



Foto X-11 Válvula V8 de Cierre Rápido para limpieza del Filtro Grueso.

Estado Físico: La válvula se encuentra bien oxidada sobre todo en su parte central y no está funcionando adecuadamente ya que aun cuando está cerrada un poco de agua sigue saliendo por la misma y se desperdicia por lo que se debería repararla o reemplazarla, ya que el desperdicio que se produce es significativo.

- Llave de Paso para Desagüe de la Cámara de Entrada del Filtro 1

Esta llave se encuentra ubicada en el piso junto a la Cámara de Entrada del Filtro 1 y sirve para descargar el agua que se encuentra en el tanque de entrada de la misma hacia la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades cuando se realiza el lavado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto X-12
de lavado de la Cámara de Entrada del Filtro 1.

- Tubería y Válvula para Desagüe de Filtro 1 (V9)

Esta tubería se ubica en la parte posterior del filtro 1 es de HG y tiene un diámetro de 2", el flujo a través de la misma esta regulado por la válvula V9 que se encuentra cerrada en la operación normal de la planta, y se abre cuando se realiza el vaciado del filtro para su lavado permitiendo la salida del agua hacia la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos; esta válvula evacua el agua que esta sobre 1.15m de altura en el filtro lento; para evacuar el agua restante se abre la llave de paso que se encuentra en el suelo debajo de la válvula V9 que conduce el flujo de agua hacia la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos.(Ver Foto X-13).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Válvula para Desagüe del Filtro 1 para $h > 1.15m$



Válvula para Desagüe del Filtro 1 para $h < 1.15m$



Foto X-13 Desagüe del Filtro 1

Estado Físico: La Válvula V9 y la tubería donde está instalada se encuentran en muy buenas condiciones, la pintura se conserva bien, la llave de paso por el momento se mantiene en buen estado ya que recientemente ha sido cambiada pero es de mala calidad y podría romperse.

Detalle de Conexión para Desagüe de Filtro 1:

Los accesorios que se utilizan para el desagüe del Filtro 1 se describen en la TABLA X-6 y gráficamente se muestran en la FIG X-6.

TABLA X-6 Accesorios de la Conexión para Desagüe del Filtro Lento 1

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Neplo L=0.12m HG	2"
2	Codo 90°	2"
3	Neplo L=0.18m HG	2"
4	Llave de Paso	2"
5	Neplo L=0.145m HG	2"
6	Unión Universal	2"
7	Neplo L=0.5m HG	2"

Elaboración: Grupo de Tesis

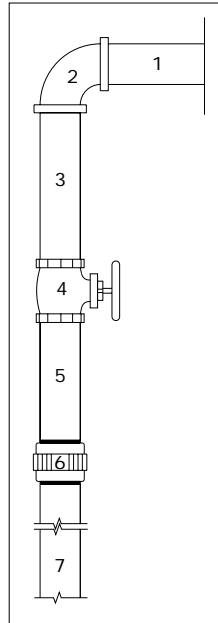


FIG. X-6 Detalle de los accesorios Usados en el Desagüe del Filtro 1.

- Tubería para Desagüe del Filtro 1

Esta tubería es de PVC de 2", se une mediante una Te de PVC a la tubería de HG de 2" donde se encuentra la válvula V9 y a la llave de paso del piso ambas indicadas anteriormente, esta tubería descarga el agua de lavado en la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos. (Ver Foto X-14)



Foto X-14 Tubería de Desagüe del Filtro 1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Estado Físico: La Tubería de Desagüe del Filtro 1 está en condiciones aceptables a pesar de su gran longitud no se presentan problemas debido a su falta de anclaje.

- Tubería y Válvula para Desagüe de Filtro 2 (V10)

Esta tubería se ubica en la parte posterior del filtro 2 es de HG y tiene un diámetro de 2", el flujo a través de la misma se regula mediante la válvula V10 que se encuentra cerrada en la operación normal de la planta y se abre para evacuar el agua del filtro que está sobre una altura de 1.1m, el resto del agua se evacua al abrir una llave de paso que se encuentra en el piso permitiendo el paso del agua hacia la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos. (Ver Foto X-15)

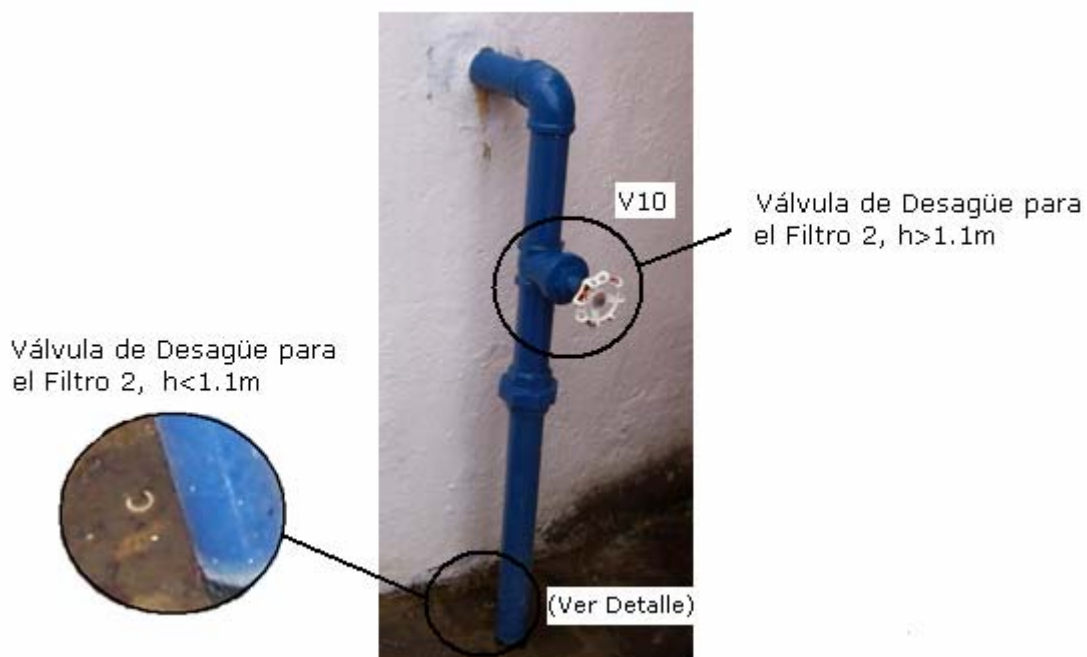


Foto X-15 Desagüe del Filtro 2

Estado Físico: La tubería de Desagüe del Filtro 2 y la Válvula V10 se encuentran en muy buenas condiciones, la pintura se conserva bien, la llave de paso que difícilmente se puede apreciar en la Foto X-15 está rota y no se la puede abrir manualmente sino con un playo, esta llave ha

sido cambiada recientemente pero como podemos confirmar la llave es de mala calidad.

Detalle de Conexión para desagüe de Filtro 2:

Los accesorios que se utilizan para el desagüe del Filtro 2 se describen en la TABLA X-7 y gráficamente se muestran en la FIG X-7.

TABLA X-7 Accesorios de la Conexión para Desagüe del Filtro Lento 2

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO
1	Neplo L=0.12m HG	2"
2	Codo 90°	2"
3	Neplo L=0.18m HG	2"
4	Llave de Paso	2"
5	Neplo L=0.145m HG	2"
6	Unión Universal	2"
7	Neplo L=0.5m HG	2"

Elaboración: Grupo de Tesis

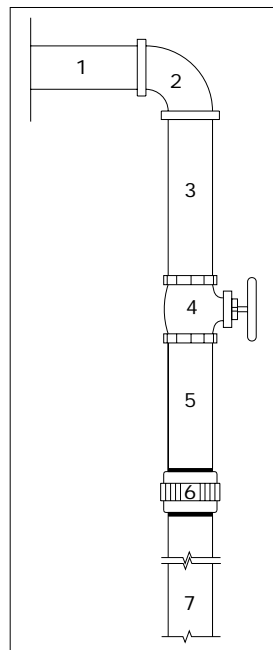


FIG X-7. Detalle de los accesorios Usados en el Desagüe del Filtro 2.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Tuberías que salen de cada Filtro Lento a su respectivo Tanque de Salida

Estas tuberías no están visibles pero son de PVC de 90mm de diámetro, conducen el agua al nivel del suelo desde los filtros 1 y 2 a los tanques de salida correspondientes a cada uno, en cuanto a su estado podríamos decir que es aceptable puesto que nunca han presentado ningún problema en la operación de la Planta.

- Llave de paso entre Tanques de Salida de Filtros Lentos

Esta llave se encuentra ubicada en el piso entre los tanques de Salida de los Filtros lentos, está conectada a una tubería de 90mm que está por debajo de los tanques y sirve para pasar el agua del un tanque al otro durante el retrolleado.



Foto X-16 Llave que permite el paso del agua del un tanque al otro.

Estado Físico: La llave de paso se encuentra en condiciones aceptables debido a que su material es de buena calidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Tuberías de Salida de los Tanques de Salida de los Filtros Lentos 1 y 2 a la Cámara de Contacto con el Desinfectante

Estas tuberías cortas son de HG de 90mm de diámetro y llevan el agua desde los Tanques de Salida de los Filtros a la Cámara de Contacto con el Desinfectante.



Foto X-17 Tuberías de salida de los Tanques de Salida de los Filtros.

Estado Físico: Como se puede apreciar en la Foto X-17 las tuberías se encuentran en condiciones aceptables a pesar de que la pintura se encuentra en mal estado.

- Llave de Paso al Hidroneumático:

Se ubica en el piso junto al Tanque de Salida del Filtro 2, se conecta a una tubería de PVC de 90mm y permite el flujo del agua desde el Tanque de Salida del Filtro 2 al hidroneumático por lo que esta llave se mantiene abierta todo el tiempo, pues si se cierra el hidroneumático dejaría de funcionar. (Foto X-18)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto X-18 Llave que permite el paso del agua filtrada al Hidroneumático.

Estado Físico: La llave de paso se encuentra en condiciones aceptables debido a la calidad de su material, sin embargo podemos decir que su ubicación no es buena ya que está en pleno paso y alguien podría tropezarse y romperla.

- Tubería para la Adición de la Solución de Cloro a la Cámara de Contacto

Esta tubería es de PVC de 1" de diámetro, inicia en el hidroneumático y llega a la casa de Cloración mediante unos accesorios tales como codos y neplos, en la casa de Cloración realiza un recorrido por la pared a una altura de 1.2m hasta llegar al Clorinador donde se adiciona el cloro gas y sale por la parte inferior de la casa de Cloración al ras del piso para llegar a la Cámara de Contacto con la utilización de dos codos. (Toda la trayectoria de esta tubería se muestra en la Foto X-19)



Foto X-19 Tubería que lleva la Solución de Cloro hacia la Cámara de Contacto

Estado Físico: Esta tubería se mantiene en condiciones aceptables, no presenta escapes ni fugas, la parte de la tubería que se encuentra dentro de la casa de cloración no tiene recubrimiento de pintura porque no necesita, en cambio en la parte que llega al Tanque requiere de pintura ya que está a la intemperie.

- Llave de Paso al Dosificador de Cloro

Esta llave se encuentra en la Casa de Cloración conectada a la tubería de 1" indicada anteriormente, sirve para permitir el paso del agua al inyector desde el hidroneumático, para la preparación de la solución de cloro. (Foto X-20)

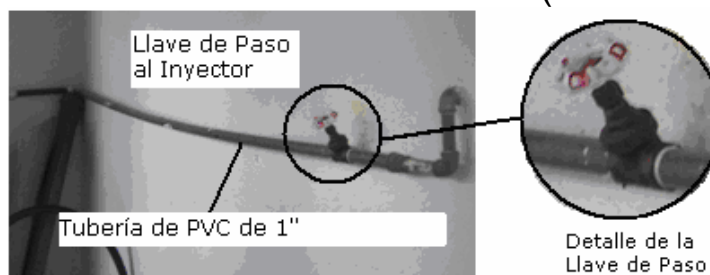


Foto X-20 Llave de Paso al Inyector

- Tubería de Salida del Tanque de Cloración hacia el Tanque de Almacenamiento

Esta tubería es de PVC de 90mm de diámetro, sigue la trayectoria indicada en la Foto X-21.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto X-21 Tubería que lleva el agua clorada al Tanque de Almacenamiento

- Válvula que permite el paso del agua a la Red de Distribución (V11)

Esta válvula se ubica en la parte de atrás del Tanque de almacenamiento y está conectada a la tubería de salida hacia la red de distribución que tiene un diámetro de 90mm y su material es PVC, la válvula V11 se encuentra abierta en la operación normal de la planta para dar paso al agua tratada a la red de Distribución. (Foto X-22)



Foto X-22 Válvula V11 de Salida a la Red de Distribución.

Estado Físico: Como se puede apreciar en la Foto X-22 esta válvula se encuentra muy oxidada en su parte inferior y esto no es bueno ya que podría desprender material y contaminar el agua de salida a la red de Distribución.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Llave de Paso para abastecer a la Comunidad de Santa Bárbara:

Esta llave de paso se ubica al lado de la Válvula de Salida a la Red de Distribución (V11), está conectada a una tubería de PVC de 1" que conduce el agua hasta la Comunidad de Santa Bárbara cuando la misma se queda sin este servicio, esta llave se encuentra cerrada en la operación normal de la Planta y se utiliza esporádicamente. Esta tubería se conecta a la tubería de salida hacia la distribución mediante una tee de PVC. (Ver Foto X-23)



Foto X-23 Llave de Paso para abastecimiento esporádico a Santa Bárbara

- Válvula de Desagüe del Reservorio (V12):

Esta válvula se ubica en la parte de atrás del tanque de almacenamiento se une a una tubería de PVC que tiene un diámetro de 90mm, la válvula V12 se encuentra cerrada en la operación normal de la planta, sin embargo se la abre para el lavado del tanque de almacenamiento. Esta válvula se encuentra en buenas condiciones y no presenta problemas en su manejo. (Ver Foto X-24)

Cámara de
Desagüe del
Tanque de
Almacenamiento



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto X-24 Válvula para Limpieza del Reservorio.

Estado Físico: Como se puede apreciar en la Foto X-24 la válvula V12 se encuentra en buenas condiciones y no presenta fugas, esta se encuentra cerrada en la operación normal de la planta.

Tuberías y Accesorios de la Cámara de Desagüe del Floculador y Sedimentador:

- **Válvula para Desagüe del Floculador y Sedimentador (V2)**: Esta válvula se encuentra ubicada dentro de la cámara de desagüe del floculador y sedimentador, está acoplada a una tubería de HG de 110mm de diámetro la misma que sale directamente desde el fondo de la cámara de sedimentación sin ningún accesorio. Esta Válvula se mantiene cerrada en la operación de la planta y se la abre para el lavado del Floculador y Sedimentador. (Foto X-25).
- **Tubería de Hormigón de 200mm de diámetro**: Esta tubería se encuentra al fondo de la cámara y sirve para conducir el agua de desperdicio hacia la siguiente cámara de desagüe del floculador y sedimentador.

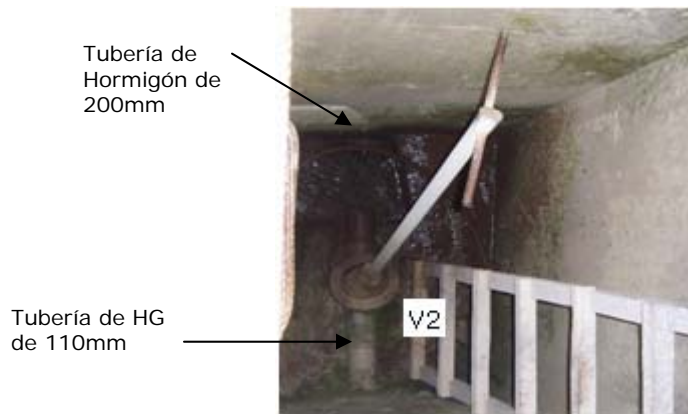


Foto X-25 Válvula V2 para desagüe del Sedimentador.

Estado Físico: La válvula se encuentra parcialmente oxidada en la base y en el mango, no da problemas en la maniobrabilidad, sin embargo se debe dar mantenimiento porque podría empezar a dar dificultades en el manejo. (Foto X-25)

Tuberías y Accesorios de la Cámara de Desagüe del Filtro Grueso:

Son tres las tuberías que descargan el agua del Filtro Grueso dentro de esta cámara durante su lavado y rebose (Ver Foto X-26), estas son:

- **Tubería 1:** Tubería de HG de 32mm de diámetro, tiene una llave tipo globo o esfera y al final tiene un codo de 90°, esta tubería permite la salida del agua en el proceso de lavado del Filtro Grueso.
- **Tubería 2:** Tubería de HG de 270mm de diámetro, descarga el agua del Filtro Grueso una vez que se ha abierto la Válvula V8.
- **Tubería 3:** Tubería de HG de 90mm de diámetro, descarga el agua del Filtro Grueso una vez que se ha abierto la Válvula V6.



Foto X-26 Tuberías de Desagüe del Filtro Grueso.

- Tubería de Asbesto Cemento de 300mm de diámetro: evacua el agua de esta Cámara hacia la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades.

Estado Físico: La tubería 1 y tubería 3 están en buenas condiciones no presentan fugas de agua y trabajan muy bien; no podemos decir lo mismo de la Tubería 2 que se encuentra muy oxidada y el agua fuga a través de esta debido al mal estado de la válvula V8. (Ver Foto X-26)

Tuberías y Accesorios de la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades:

Se indican a continuación y por facilidad han sido numeradas para poder identificarlas en las fotos, estas son:

1. Tubería de HG de 1" con llave tipo globo (color rojo), está ubicada en la parte izquierda de la cámara y sirve para descargar el agua retenida en el tanque de salida de la Cámara de Entrada del Filtro 1 para realizar el lavado de dicha cámara.

2. Tubería de HG de 1" con llave tipo globo (color rojo), está ubicada en la parte derecha de la cámara y sirve para



UNIVERSIDAD DE CUENCA

descargar el agua retenida en el tanque de ingreso de la Cámara de Entrada del Filtro 2 cuando se realiza el lavado.

3. Tubería de HG de 1" con llave tipo globo (color rojo), está ubicada en la parte derecha de la cámara y sirve para descargar el agua retenida en el tanque de salida de la Cámara de Entrada del Filtro 2 para realizar su lavado.

4. Tubería de PVC de 90mm, descarga el agua proveniente de la Unidad de Lavado de arena.

5. Tubería de Hormigón de 200mm de diámetro, esta sirve para descargar el agua del lavado del Floculador y Sedimentador.

Las Tuberías de la 1-5 se pueden observar claramente en la Foto X-27.

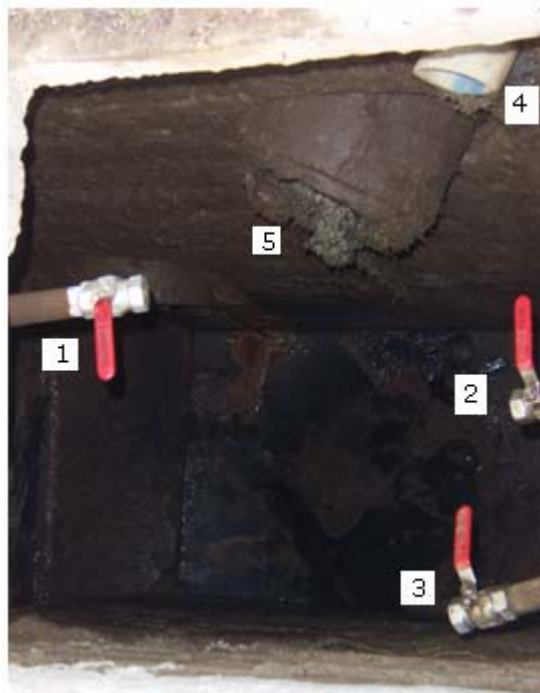


Foto X-27 Tuberías de Desagüe durante el Lavado de Distintas Unidades.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

6. Tubería de Asbesto Cemento de 300mm de diámetro, descarga el agua de lavado del Filtro Grueso. (Ver Foto X-28)



Foto X-28 Tubería de Desagüe del Filtro Grueso durante el Lavado

7. Tubería de PVC de 90mm para el rebose del Filtro Lento 2. La tubería inicia en la pared del Filtro 2 a una altura de 20cm desde el borde (Foto X-29) y descarga el agua en la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades como se puede ver en la Foto X-30.



Foto X-29 Tubería de Desagüe del Filtro Lento 2.



Foto X-30 Desagüe del Filtro 2 a la Cámara de Desagüe.

8. Tubería de Hormigón de 200mm, esta conduce el agua desde la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades a la Cámara de Desagüe de Filtros Lentos. (Foto X-31).

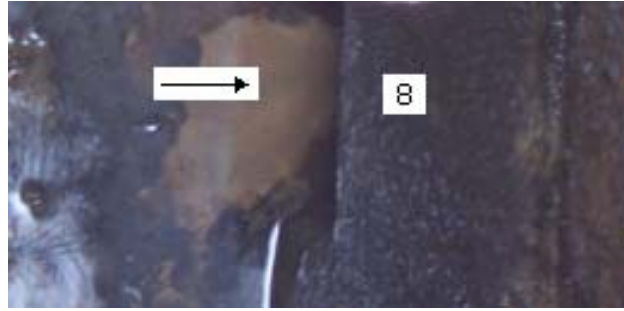


Foto X-31 Tubería de Salida de la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades

Estado Físico: Las tuberías 1, 2, 3, 4, 6 y 8 se encuentran funcionando en muy buenas condiciones físicas, no presentan fugas de agua ni irregularidades, sin embargo la tubería 5 se encuentra saturada de lodo y en muy mal estado.

Tuberías y Accesorios de la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos:

1. Tubería de PVC de 90mm que se empata a un Neplo de HG de 50cm de longitud que sirve para acoplarla a su tapón. Esta tubería descarga el agua de lavado del Tanque de Salida del Filtro 1.
 2. Tubería de PVC de 90mm que se empata a un Neplo de HG de 50cm de longitud que sirve para acoplarla a su tapón. Esta tubería descarga el agua de lavado del Tanque de Salida del Filtro 2.
 3. Tubería de Hormigón de 200mm para descarga del agua proveniente de la Cámara de Desagüe de Distintas Unidades.
 4. Tubería de PVC de 2" para desagüe del Filtro Lento 1.
 5. Tubería de PVC de 2" para desagüe del Filtro Lento 2.
- Las Tuberías de la 1-5 se pueden observar claramente en la Foto X-32.



Foto X-32 Tuberías que desaguan en la Cámara

6. Tubería de Hormigón de 200mm para descarga a la quebrada.



Foto X-33 Tubería de Salida de la Cámara de Desagüe de los Filtros Lentos

Estado Físico: Como se puede apreciar en la Foto X-34 los tapones se encuentran oxidados razón por la cual se aíslan y no funcionan adecuadamente, por lo que se podría mejorar poniendo llaves tipo globo a la salida de las tuberías en vez de los tapones.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

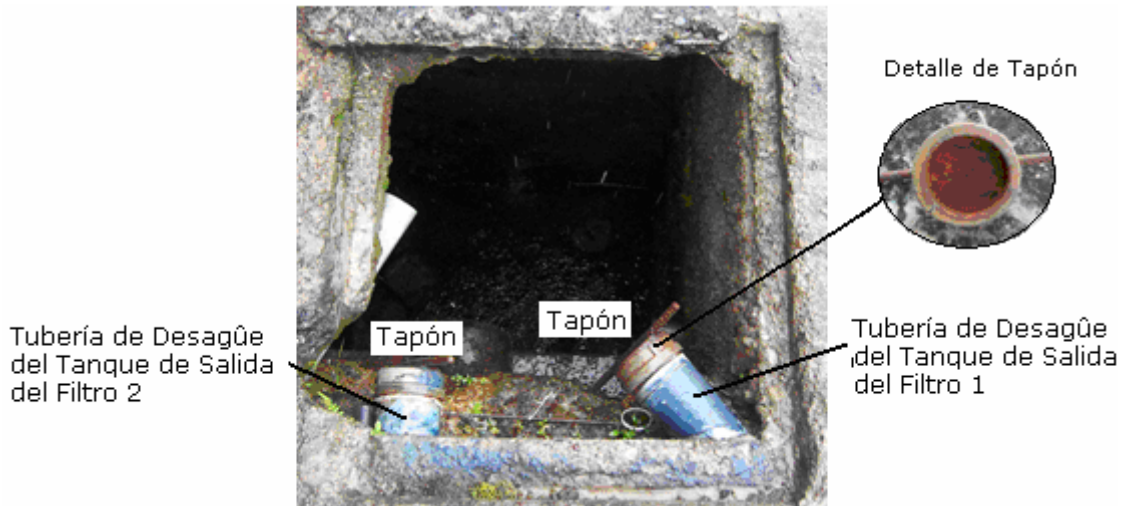


Foto X-34 Tuberías de Desagüe de los Tanques de Salida de los Filtros.

Tuberías y Accesorios de la Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento:

1. Tubería de PVC de 90mm para vaciado del Tanque de Almacenamiento.
2. Tubería de PVC de 90mm para rebose del Tanque de Almacenamiento.
3. Tubería de Hormigón de 150mm para evacuar agua en caso de problemas estructurales (fisuras) en la losa del tanque.



Foto X-35 Tuberías que desaguan en la Cámara



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4. Tubería Hormigón de 200mm para descarga a la quebrada.



Foto X-36 Tubería de Salida de la Cámara de Desagüe del Tanque de Almacenamiento

Una vez que hemos terminado de revisar los diferentes accesorios con los que cuenta la planta podemos destacar que existen doce válvulas principales (V1-V12) con diferentes funciones importantes en la operación de la Planta de Tratamiento estas se presentan en la TABLA X-8.

TABLA X-8 Resumen de las Principales Válvulas existentes

VÁLVULA	DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	ESTADO
V1	Ingreso de Agua a la Planta	90 mm	Abierta
V2	Desagüe del Sedimentador	110 mm	Cerrada
V3	Bypass a Filtro Grueso	90 mm	Cerrada
V4	Ingreso de Agua a Filtro Grueso	110 mm	Abierta
V5	Salida a Filtro Lento 1	90 mm	Abierta
V6	Rebose del Prefiltro	90 mm	Cerrada
V7	Salida a Filtro Lento 2	90 mm	Abierta
V8	Desagüe de Filtro Grueso	270 mm	Cerrada

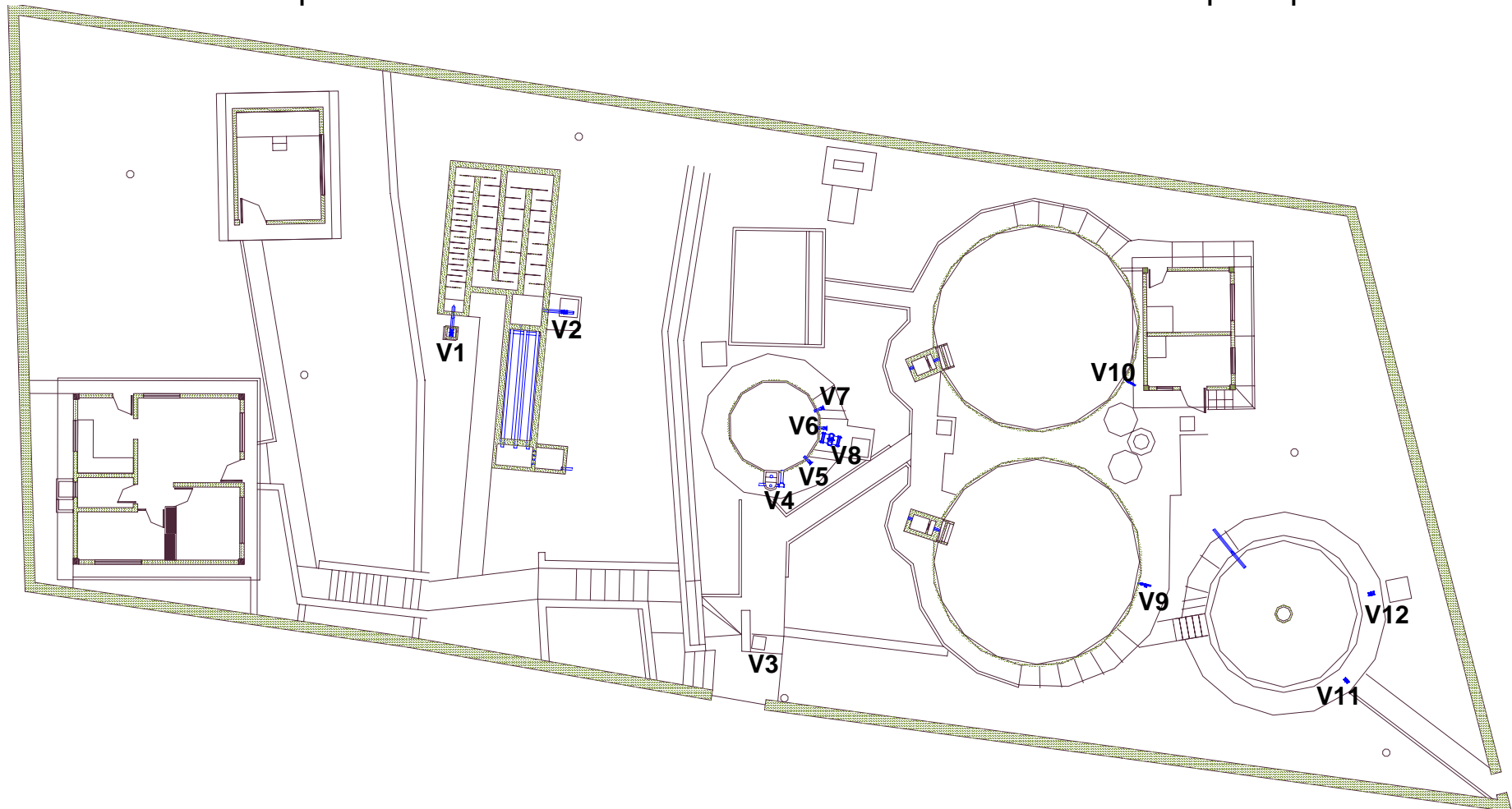


UNIVERSIDAD DE CUENCA

V9	Desagüe Filtro Lento 1	2"	Cerrada
V10	Desagüe Filtro Lento 2	2"	Cerrada
V11	A la Red de Distribución	90 mm	Abierta
V12	Limpieza del Reservorio	90 mm	Cerrada

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. X-8 Esquema de la Planta de Tratamiento con todas sus válvulas principales.





X.2 EVALUACIÓN DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS

Se han considerado como unidades complementarias a todas aquellas que tienen un papel fundamental en el proceso de tratamiento y aunque no están dentro de las unidades principales sin ellas no se podría realizar el proceso adecuadamente. Estas unidades son:

X.2.1 HIDRONEUMÁTICO

El hidroneumático se encuentra ubicado en un cuarto de la parte posterior de la Casa de Cloración, funciona con energía eléctrica y se alimenta del agua proveniente del Filtro Lento 2 a través de una tubería de PVC de 90mm y sirve para tres objetivos distintos pero de gran importancia:

1. Bombea el agua hasta la Casa del Operador mediante una tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.
2. Bombea el agua para los dos tanques de Mezcla de la Solución de Sulfato de Aluminio por una tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.
3. Distribuye el agua al inyector para la preparación de la solución de cloro, mediante una tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ de pulgada que se empata con una tubería PVC de 1" visible en la pared de la casa de Cloración.



Foto X-37 Hidroneumático.



Estado Físico: El hidroneumático se encuentra en buenas condiciones (Foto X-37) y su funcionamiento se mantiene estable, el problema se presenta cuando hay corte de la energía eléctrica y deja de funcionar.

X.2.2 TANQUES DE MEZCLA DE SULFATO DE ALUMINIO

Los Tanques para la mezcla de Sulfato de Aluminio que se ubican en la casa de Químicos tienen un volumen de 500lt, su material es fibra de Plástico, se asientan sobre una losa de 5cm de espesor que se apoya sobre dos columnas, esta losa soporta el peso de los tanques de mezcla pero no presenta fallas estructurales, no está deformada y las columnas no están pandeadas por lo que su estado es aceptable, en la parte frontal existen gradas de hormigón que permiten accesibilidad a los tanques de mezcla especialmente para ver sus condiciones, adicionar el sulfato en grano y realizar el lavado. (Foto X-38).

Los Tanques de mezcla están en buenas condiciones estructurales, no tienen fisuras ni desprendimientos de material, lo que se puede indicar es que en la parte interior el sulfato ha dejado su huella que no se la puede retirar con el lavado pues las paredes están percutidas. (Foto X-39).



Foto X-38 Tanques de Mezcla de la Solución de Sulfato de Aluminio



Foto X-39 Interior del Tanque de Mezcla.



Accesorios de los Tanques de Mezcla:

- Agitadores de Eje Vertical:

Existen dos agitadores tipo hélice, uno para cada tanque que se encuentran adaptados en una tubería de HG de 90mm de diámetro empotrada a la pared mediante pernos de acero, los agitadores se accionan automáticamente con un tablero eléctrico, funcionando de la siguiente manera: Se enciende el un agitador izquierdo, trabaja 1min y se detiene durante 4 minutos y se enciende el agitador derecho realizando el mismo procedimiento.

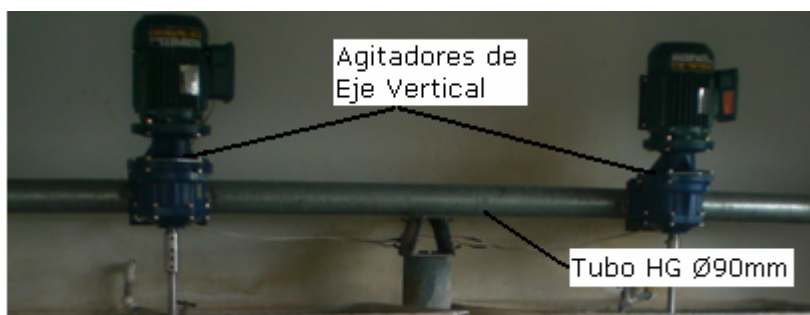


Foto X-40 Agitadores de Eje Vertical.

- Tablero Eléctrico:

Este tablero que sirve para el control de la mezcla del sulfato de aluminio en los tanques, fue instalado en los primeros días de junio del presente año, con el objetivo de que funcione automáticamente, aunque se lo puede programar para que trabaje de forma manual.



Foto X-41 Tablero Eléctrico.



- Llaves para llenado de Tanques:

Estas llaves sirven para abastecer de agua a los tanques en los que se prepara la solución de Sulfato. Del hidroneumático sale una tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro que llega hasta una te a la salida de la casa de químicos de donde salen dos tuberías de PVC de $\frac{1}{2}$ " que son las que llevan el agua a las llaves.



Foto X-42 Llave para llenado de Tanques de Mezcla.

- Tuberías de Salida al Dosificador:

Son dos tuberías de PVC de $\frac{3}{4}$ " cada una sale del tanque independientemente, están adaptadas a un codo que les permite bajar hasta el piso a través de un orificio que hay en la losa (Foto X-43), las tuberías continúan su recorrido paralelamente en el piso y casi cerca de llegar a la pared de la casa de químicos existen dos válvulas tipo globo una en cada tubería y para cada tanque (Foto X-44); estas válvulas no trabajan simultáneamente sino que mientras la válvula izquierda permanece cerrada la derecha está abierta permitiendo la salida de la solución del Tanque derecho, cuando el tanque de mezcla derecho se ha vaciado completamente entonces se cierra la válvula derecha y se abre la válvula izquierda y se repite el procedimiento anterior.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

Una vez que las tuberías salen de la casa de químicos se unen en una te con una tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ " la cual llega al dosificador.



Foto X-43 Tuberías de Salida de los Tanques de Mezcla.



Foto X-44 Válvulas Tipo Globo.

En cuanto al almacenamiento del Sulfato de Aluminio se tienen sacos de 50kg acomodados en hileras que no están separados entre sí, y existen sacos rotos sobre el piso. El piso donde se encuentran los sacos es de madera para evitar la humedad. (Foto X-45).



Foto X-45 Almacenamiento de Sulfato De aluminio en hileras sin espacios libres.

Un problema muy grave sucede cuando se corta la energía eléctrica ya que se apaga el hidroneumático que lleva el agua hasta los tanques de mezcla de Sulfato de Aluminio, y la mezcla se debe hacer con agua cruda lo cual no es conveniente ya que se produce la formación de flóculos en el tanque y luego viene la obstrucción de la tubería del



dosificador así como el deterioro físico del mismo y de los tanques de mezcla.

X.2.3 DOSIFICADOR DE CARGA CONSTANTE Y ORIFICIO VARIABLE

Está ubicado a la entrada de la Unidad de Floculación y consiste en un cajón metálico con tapa, se asienta sobre una tabla y no se encuentra bien alineado sino que presenta una ligera inclinación.

La dosificación se realiza a gravedad con carga constante para esto existe una boya que regula el nivel de Solución de Sulfato (Foto X-46), además posee una tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ " que permite la adición del coagulante al agua cruda, la dosis se aplica con la apertura del orificio (Nro de vueltas), girando un tubo marcado que se encuentra en la parte superior (Foto X-47)

Los accesorios del Dosificador se detallan a continuación:

- Llave tipo Globo de Llegada al dosificador:

Se encuentra abierta y permite el paso de la solución de Sulfato de Aluminio al Dosificador.

- Llave Tipo Globo para la Entrada al dosificador:

Se utiliza para controlar el paso de la solución de sulfato de aluminio al dosificador de acuerdo a lo que indica la boya.

- Tubo Marcado:

Es de PVC y tiene una señal que permite contar el número de vueltas que se tengan que girar de acuerdo a la calidad del agua cruda.

- Tubería PVC $\frac{3}{4}$ ":

Permite que la Solución de Sulfato de Aluminio se adicione en el lugar correcto, y se produzca la mezcla rápida.



- Tapón:

Se ubica en la parte inferior del dosificador, es de plástico y sirve para el vaciado del contenido del tanque cuando se realice el lavado.

- Boya

Regula el nivel de la solución para que se mantenga constante.



Foto X-46 Dosificador y sus Accesorios.

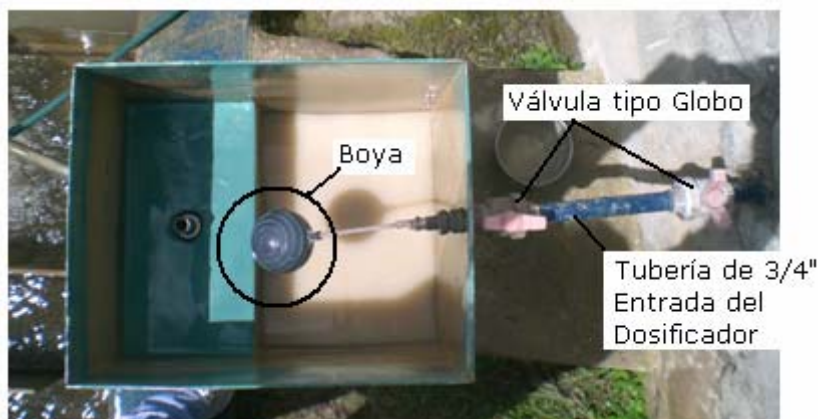


Foto X-47 Accesorios del Dosificador.

X.2.4 DOSIFICADOR DE CLORO GAS

Es un accesorio que tiene la Planta de Tratamiento muy importante ya que desempeña la etapa de la desinfección, este dosificador trabaja con un solo cilindro de 50 kg que se sujeta con una cadena para protección y está ubicado en la Casa de Cloración. El cloro gas sale por dos mangueras



UNIVERSIDAD DE CUENCA

hacia el inyector y de éste a la tubería que lleva la solución hacia la cámara de contacto. (Ver Foto X-48).



Foto X-48 Accesorios del Dosificador de Cloro Gas

La dosis se mide en un Medidor de Flujo que se encuentra en la parte derecha del dosificador y tiene un perno de Sujeción para regular la cantidad de cloro gas que se va a adicionar. (Ver Foto X-49).



Foto X-49 Dosificador de Cloro Gas



CAPITULO XI

EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS, DESINFECCIÓN Y CONTROL

En este capítulo se pretende determinar la Dosis de la Solución de Sulfato de Aluminio que se adiciona en la Planta de Tratamiento ya que es el único químico que se agrega al agua, además revisaremos la manera en la que se realiza la Desinfección y el Control que se efectúa.

XI.1 DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Como se mencionó en la planta se emplea como coagulante únicamente sulfato de aluminio, el cual es suministrado por ETAPA, en el Anexo 5 se muestra su ficha técnica. El producto es de fabricación nacional y su presentación es en polvo en sacos de 50Kg. La dosificación se realiza con la aplicación del sistema conocido como de vía húmeda y se encuentra integrado en la siguiente forma: Dos tanques de 500l de capacidad de fibra de plástico, provisto de dos agitadores verticales del tipo hélice y accionados por motor eléctrico, aquí se realiza la preparación de la solución de coagulante, utilizando alternativamente los dos tanques para un trabajo continuo. La solución se alimenta a un dosificador de fabricación local y consiste en un tanque metálico con una válvula de flotador que mantiene una carga constante sobre un orificio vertical, cuya apertura se puede variar girando un bástago que sobresale del tanque y acciona una tuerca que varía la sección del orificio, permitiendo variar el caudal de salida de la solución del coagulante y variarlo de acuerdo a las necesidades de la dosificación, el incremento del área del orificio el operador lo interpreta como el número de vueltas. Siendo la concentración la conocida y rutinariamente



aplicada, conjuntamente con la medición del caudal del agua de ingreso (cruda), se puede calcular la dosis. El dosificador aplica la solución en la zona de mezcla (paramento inferior del vertedero).

XI.1.1 Ensayo para determinar el Caudal de la Solución de Sulfato de Aluminio que se adiciona en la Planta de Santa Ana, y determinación de la Dosis Aplicada

La eficiencia del dosificador, se realiza aforando el caudal de salida del orificio, constatando que no sufra variaciones en varias pruebas, frente a la tabla de dosis con que el operador realiza las variables operacionales.

Para la realización de este ensayo utilizamos una probeta de 100 ml para los aforos en el dosificador de la solución de sulfato de aluminio (Foto XI-1).

El ensayo consiste en medir un volumen en la probeta de la solución de sulfato de aluminio y cronometrar el tiempo transcurrido en obtener ese volumen, este procedimiento lo fuimos realizando tres veces para cada dosis en número de vueltas del manual de operación de ETAPA para la Planta de Santa Ana. Una vez obtenidos volumen y tiempo se determina el caudal de la solución y con este se obtiene la dosis empleando la fórmula que se explica más adelante.



Foto XI-1: Dosificador de Sulfato de Aluminio



Cálculo de la dosis de coagulante

El cálculo de la dosis de sulfato de aluminio se realiza mediante la siguiente expresión:

$$q(\text{cc/min}) = \frac{Q(\text{lt/s}) \times D(\text{mg/lt}) \times 60}{C(\%) \times 10} \quad (\text{Fórmula 1})$$

En donde:

q = Caudal de la solución de sulfato de aluminio (cc/min)

Q = Caudal que ingresa a la planta de tratamiento (l/s)

D = Dosis de coagulante (mg/l).

C = Concentración de la Solución de Sulfato de Aluminio (%)

Obtención de los parámetros de la fórmula:

- **Caudal que ingresa a la planta de tratamiento Q(l/s)**

El caudal de entrada a la Planta es generalmente de 4 l/s aunque varía entre 3 y 6 l/s, pero para este ensayo utilizaremos los caudales de 4,5 y 6 l/s.

- **Caudal de la solución de sulfato de aluminio q(cc/min)**

Para determinar el Caudal de la solución de sulfato de aluminio se deben obtener los datos de Volumen y Tiempo, es decir tomar el tiempo necesario para obtener un volumen conocido en la probeta, por exactitud el tiempo lo tomamos tres veces y sacamos un promedio este procedimiento se hace para diferente número de vueltas, los datos tomados se presentan en la TABLA XI-1 a continuación:



TABLA XI-1 Valores medidos en el dosificador de sulfato de Aluminio

Número de Vueltas	Volumen medido Probeta (ml)	Tiempo Cronometrado (s)		
0.25	50	8.75	7.71	8.12
0.5	50	6.48	6.35	6.45
0.25	50	6.28	6.12	6.07
1	50	5.63	5.78	5.8
1 1/4	50	5.44	5.61	5.52
1 1/2	50	4.7	4.8	4.9
1 3/4	50	5.12	5.16	5.2
2	50	4.64	4.73	4.59
2 1/4	80	6	6.18	6.15
2 1/2	80	5.92	5.65	5.89
3	80	5.73	5.71	5.66
3 1/4	80	5.54	5.52	5.58
3 1/2	80	5.01	5.12	5.11
4	80	4.75	4.59	4.58

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Con los valores del tiempo de la TABLA XI-1 se calcula el promedio y se procede a obtener el caudal de la solución de sulfato de aluminio mediante la fórmula conocida:

$$q = \frac{V \times 60}{t}$$

En donde:

q = Caudal de la solución de sulfato de aluminio (cc/min)

V = Volumen medido en la probeta (ml)

t = Tiempo promedio (s).



Los valores de caudal calculados para los diferentes números de vueltas que constan en la Tabla de Dosificación del Manual de Operación de la Planta, se encuentran en la TABLA XI-2.

TABLA XI-2 Cálculo de Tiempo Promedio y Caudal para diferentes números de vueltas

Número de Vueltas	Volumen medido Probeta (ml)	Tiempo Promedio t (s)	Caudal q (cc/min)
0.25	50	8.19	366.15
0.5	50	6.43	466.8
0.25	50	6.16	487.28
1	50	5.74	522.95
1 1/4	50	5.52	543.15
1 1/2	50	4.84	619.83
1 3/4	50	5.16	581.4
2	50	4.65	644.7
2 1/4	80	6.11	785.6
2 1/2	80	5.78	830.45
3	80	5.7	842.11
3 1/4	80	5.55	865.38
3 1/2	80	5.08	944.88
4	80	4.64	1034.48

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

▪ **Concentración de la Solución de Sulfato de Aluminio C (%).**

Para el cálculo de la dosis de coagulante que se pone en la planta que es el objetivo de este ensayo, antes debemos determinar cual es la concentración de sulfato de aluminio de la solución, para esto se requieren los siguientes datos:



Peso de Sulfato de Aluminio= 6 Kg. ó 6000 gr.
 Volumen del Tanque de preparación de la solución= 500 l
 Concentración de la Solución de Sulfato de Aluminio= $6000/500=12 \text{ gr/l}$
 Porcentaje de Concentración= $12 \text{ gr/l} = 12\text{‰} = 1.2\%$

1.2 % = 1.2 gr. de sulfato de aluminio por cada 100cc de agua.

▪ **Dosis de coagulante D (mg/l).**

De la fórmula 1 se despeja la dosis y se calcula la misma para cada número de vueltas, recordando que el caudal de la planta y la concentración de la solución son constantes, la fórmula quedaría:

$$D(\text{mg/l}) = \frac{q(\text{cc/min}) \times C(\%) \times 10}{Q(\text{l/s}) \times 60}$$

(Fórmula 2)

Para los valores de este ensayo tenemos:

C = Concentración de la Solución de Sulfato de Aluminio
1.2%

Reemplazando este valor en la fórmula 2 tenemos:

$$D(\text{mg/l}) = \frac{q(\text{cc/min}) \times 1.2 \times 10}{Q(\text{l/s}) \times 60}$$

$$D(\text{mg/l}) = \frac{0.2 \times q(\text{cc/min})}{Q(\text{l/s})}$$

(Fórmula 3)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

En la Tabla XI-3 se muestran las diferentes dosis que se adiciona al agua cruda en la Planta Santa Ana de acuerdo al caudal de entrada y al número de vueltas que se den en el Dosificador de Carga Constante y Orificio Variable.

TABLA XI-3 Cálculo de la Dosis de Coagulante para diferentes Caudales

		Q = 4l/s	Q = 5l/s	Q = 6l/s
Número de Vueltas	Caudal q (cc/min)	Dosis (mg/l)	Dosis (mg/l)	Dosis (mg/l)
0.25	366.15	18.31	14.65	12.21
0.5	466.80	23.34	18.67	15.56
0.25	487.28	24.36	19.49	16.24
1	522.95	26.15	20.92	17.43
1 1/4	543.15	27.16	21.73	18.11
1 1/2	619.83	30.99	24.79	20.66
1 3/4	581.40	29.07	23.26	19.38
2	644.70	32.23	25.79	21.49
2 1/4	785.60	39.28	31.42	26.19
2 1/2	830.45	41.52	33.22	27.68
3	842.11	42.11	33.68	28.07
3 1/4	865.38	43.27	34.62	28.85
3 1/2	944.88	47.24	37.80	31.50
4	1034.48	51.72	41.38	34.48
6	1398.60	69.93	55.94	46.62
9 1/2	3993.34	199.67	159.73	133.11

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis


El número de Vueltas que se debe dar al dosificador de acuerdo al Manual de Operación de ETAPA se encuentra en el “Cuadro de Dosificación PRSA-6.1” y depende del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Caudal y de la turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta. (Ver TABLA XI-4).

TABLA XI-4 Cuadro de Dosificación de Sulfato de Aluminio PRSA-6.1

 PLANTA SANTA ANA	MANUAL DE OPERACIÓN		Código: PRSA-6.1
			Página: 1 de 1
	CUADRO DE DOSIFICACION DE SULFATO DE ALUMINIO		Revisado: 17/09/2001
			Aplica: 17/09/2001

RANGO TURBIEDAD	CAUDAL 2.5	CAUDAL 3	CAUDAL 3.5	CAUDAL 4	CAUDAL 4.5
	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS
00 - 20	---	---	---	1/4	1/2
20 - 30	---	---	1/2	1/2	1/2
30 - 50	---	---	1/2	1/2	1/2
50 - 60	---	1/2	1/2	3/4	3/4
60 - 80	---	1/2	3/4	3/4	1
80 - 100	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4
100 - 200	1/2	3/4	1	1	1 1/2
200 - 300	3/4	3/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4
300 - 500	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
500 - 1000	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/4

RANGO TURBIEDAD	CAUDAL 5	CAUDAL 5.5	CAUDAL 6	CAUDAL 6.5	CAUDAL 7
	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS	VUELTAS
00 - 20	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
20 - 30	3/4	3/4	1	1	1
30 - 50	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1/2
50 - 60	1	1	1 1/2	1 3/4	2
60 - 80	1 1/4	1 1/2	2	2	2 1/2
80 - 100	1 1/2	2	3	3	3 1/4
100 - 200	2	2 1/2	3 1/2	3 1/2	4
200 - 300	2 1/4	3	4	4	4 1/4
300 - 500	2 1/2	3 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/2
500 - 1000	3	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 3/4

Fuente: Manual de Operación de ETAPA para la Planta Santa Ana.



XI.1.2 Determinación de la Dosis de Coagulante aplicada en la Planta para la muestra utilizada en las Pruebas de Jarras

La muestra del 22 de Mayo de 2007 es la indicada para determinar la Dosis de coagulante que se estaba adicionando en la Planta así como la dosis teórica que se debería adicionar de acuerdo “Cuadro de Dosificación PRSA-6.1” , (TABLA XI-4)

La muestra fue tomada bajo las siguientes condiciones:

Caudal = 6l/s

Turbiedad= 118 NTU (obtenida en el Laboratorio)

Con estos datos vamos a la TABLA XI-4 y determinamos que el Número de Vueltas requerido es de 3 ½, lo cual significa adicionar una dosis de 31.5 mg/l de acuerdo a la TABLA XI-3.

En la planta de Tratamiento se estaba realizando la Dosificación de Sulfato de Aluminio con 9 ½ vueltas, es decir con una dosis de 133.11 mg/l.

Y en la Prueba Convencional de Jarras realizada en el Laboratorio que se muestra en el Capítulo VIII la dosis óptima fue de 90 mg/l.

De estos tres resultados podemos concluir que la dosis que da el Manual de Operación de ETAPA es muy baja e insuficiente para el tratamiento, sin embargo la dosis aplicada en la Planta está sobrepasando los valores óptimos lo cual tampoco es conveniente ya que el aluminio en el agua podría incrementarse y superar el límite permisible para agua Potable que es de 0.3 mg/l de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

acuerdo a la Norma de Calidad Organoléptica del Agua Potable del IEOS.

Al notar la gran diferencia entre la dosis adicionada al agua con la óptima calculada en el laboratorio el Operador de la Planta cayó en cuenta que el dosificador se encontraba obstruido y no estaba dosificando adecuadamente, por lo que vimos la necesidad de realizar el ensayo de aforos nuevamente con el Dosificador desobstruido para comparar los resultados. El procedimiento de cálculo se realizó de manera similar obteniéndose los siguientes valores:

TABLA XI-4 Cálculo de la Dosis de Coagulante para diferentes Caudales con la Tubería desobstruida.

Número de Vueltas	Caudal q (cc/min)	Q =	Q =	Q =
		4l/s	5l/s	6l/s
		Dosis (mg/l)	Dosis (mg/l)	Dosis (mg/l)
0.5	634.03	31.70	25.36	21.13
0.75	715.56	35.78	28.62	23.85
1	842.50	42.12	33.70	28.08
1 1/4	904.75	45.24	36.19	30.16
1 1/2	916.03	45.80	36.64	30.53
1 3/4	924.74	46.24	36.99	30.82
2	1024.86	51.24	40.99	34.16
2 1/4	1144.80	57.24	45.79	38.16
2 1/2	1188.64	59.43	47.55	39.62
3	1356.78	67.84	54.27	45.23
3 1/4	1562.50	78.13	62.50	52.08
3 1/2	1585.90	79.30	63.44	52.86
4	1592.22	79.61	63.69	53.07
4 1/2	1837.36	91.87	73.49	61.25
6	2488.48	124.42	99.54	82.95



UNIVERSIDAD DE CUENCA

7 1/2	3013.81	150.69	120.55	100.46
8	3630.86	181.54	145.23	121.03
9 1/2	5282.47	264.12	211.30	176.08

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Podemos darnos cuenta que debido a la obstrucción en la tubería de salida del coagulante las dosis aplicadas antes de su desobstrucción eran irreales, ya que para conseguir la misma cantidad de solución de sulfato de aluminio el Operador debía dar un mayor número de vueltas.

En la TABLA XI-5 se presenta la comparación de los valores obtenidos de las dosis aplicadas con la tubería obstruida y desobstruida para caudales de 4,5 y 6l/s:

TABLA XI-5 Comparación de Dosis Calculadas para Condiciones Normales de la Tubería de Salida y para Condiciones de Obstrucción.

Número de Vueltas	Q = 4l/s		Q = 5l/s		Q = 6l/s	
	Obstruido	Desobstruido	Obstruido	Desobstruido	Obstruido	Desobstruido
0.5	23.34	31.70	18.67	25.36	15.56	21.13
0.75	24.36	35.78	19.49	28.62	16.24	23.85
1	26.15	42.12	20.92	33.70	17.43	28.08
1 1/4	27.16	45.24	21.73	36.19	18.11	30.16
1 1/2	30.99	45.80	24.79	36.64	20.66	30.53
1 3/4	29.07	46.24	23.26	36.99	19.38	30.82
2	32.23	51.24	25.79	40.99	21.49	34.16
2 1/4	39.28	57.24	31.42	45.79	26.19	38.16
2 1/2	41.52	59.43	33.22	47.55	27.68	39.62
3	42.11	67.84	33.68	54.27	28.07	45.23
3 1/4	43.27	78.13	34.62	62.50	28.85	52.08
3 1/2	47.24	79.30	37.80	63.44	31.50	52.86
4	51.72	79.61	41.38	63.69	34.48	53.07
6	69.93	124.42	55.94	99.54	46.62	82.95
9 1/2	199.67	264.12	159.73	211.30	133.11	176.08

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Al revisar los datos de la TABLA XI-5 podemos establecer lo siguiente:

Viviana Morales L
Diana Ortega A



- La Dosis que realmente se aplicó en el agua cruda el día que se tomaron las muestras para el Ensayo de Jarras equivale a 8 vueltas en lugar de $9 \frac{1}{2}$ para la dosis calculada de 133.11 mg/l.
- Se debe lavar constantemente el dosificador, sobre todo el tubo pues se obstruye con facilidad debido al alto contenido de sólidos de la solución de sulfato de aluminio. De esta forma se conseguiría que la medida del número de vueltas corresponda a la dosis respectiva y se lleve un control valedero de información.

De manera general la Dosificación de Sulfato de Aluminio se realiza en base a la experiencia del Operador de la Planta quien examina visualmente la formación de flóculos y calcula el número de vueltas a dar en el dosificador, sin embargo en la noche que se tomó la muestra para la prueba de tratabilidad al no poder ver el comportamiento del agua adicionó una dosis mayor a la necesaria.

XI.2 DESINFECCIÓN

La desinfección del agua se refiere a la destrucción de los organismos causantes de enfermedades patógenas. Las condiciones que debe tener un desinfectante para ser usado en las plantas son:

- Destruir los organismos causantes de enfermedades
- Realizar esta labor a la temperatura, lugar y tiempo que presenta la planta
- No hacer al agua tóxica o peligrosa para la salud
- Debe ser de sencillo manejo bajo costo y fácil obtención
- Debe dejar un efecto residual



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En la planta de tratamiento la desinfección del agua filtrada se hace con la utilización de cloro gas, el mismo que aplica en solución en la Cámara de Contacto con el Desinfectante que se muestra en la Foto XI-2.



Foto XI-2 Tanque de Cloración.

El Equipo de Cloración tiene la ventaja de que el gas se inyecta directamente utilizando la presión del cilindro a una tubería de PVC de 1" de diámetro en la cual se realiza la solución que va a la cámara de contacto en la que se produce la cloración del agua tratada que sale de los filtros lentos.

La dosificación de Cloro se hace mediante un perno de Sujeción que regula la altura del flotador de un rotámetro en el medidor de flujo, generalmente en la planta el flotador esférico se encuentra en el nivel más bajo que equivale aproximadamente a 4 onzas de cloro gas. (Foto XI-3)



Foto XI-3 Dosificador de Cloro gas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

Según la prueba de la Demanda de Cloro realizada por ETAPA, la dosificación de cloro debe ser siempre mayor a 1.7mg/l, para garantizar la destrucción de los organismos patógenos y tener cloro residual en la planta y red de distribución. (Ver TABLA 1-3 y FIG. 1-4 del Anexo 1)

Dentro de las observaciones del manejo de cloro gas en la planta podemos decir lo siguiente:

1. No se cuenta con un monorriel ni cadenas para el cargue y descargue de los cilindros de Cloro, sino lo hacen manualmente entre el operador y un ayudante lo cual es un riesgo pero hasta el momento no se ha presentado consecuencias que lamentar.
2. La Planta Bella Unión cuenta con dos cilindros, uno que trabaja y otro de reserva. Hay un consumo de 0.37Kg/día, ya que un cilindro dura aproximadamente 4 meses y medio.
3. La casa de Cloro donde se encuentran los cilindros poseen ventilación natural, no tiene extractor de aire porque realmente no se necesita ya que un solo cilindro trabaja.
4. Se cuenta con máscaras, impermeables, etc. para afrontar alguna emergencia que se presentara por la fuga de cloro.
5. No existe en la planta extinguidores para prever algún incendio ni personal capacitado para ello.

No se determina la concentración de Cloro de la solución que se aplica para la desinfección, debido a que no cuenta con medición del agua que alimenta al inyector. Tampoco se determina esta concentración a nivel de laboratorio.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cabe indicar que el Dosificador de Cloro funciona indirectamente con la luz eléctrica, ya que el hidroneumático envía el agua desde el Filtro Lento 2 hasta la casa de almacenamiento y dosificación de Cloro a través de la tubería de 1", en caso de no tener luz eléctrica el dosificador automáticamente deja de trabajar y el proceso de desinfección no se realiza.

En el caso en el que la falta de energía eléctrica sea por un período largo, entonces se conecta el cilindro directamente al tanque mezclador de cloro, lo que representa un peligro para el Operador.

XI.3 CONTROL

ETAPA con el objetivo de tener un registro de control de la operación y mantenimiento de las Plantas Rurales realiza una serie de actividades para verificar y evaluar si los procesos de Tratamiento son los adecuados y si la calidad del Agua Potable que se distribuye a las comunidades cumple con la normativa. A continuación se describen las diferentes actividades de Control para la Dosificación de Sulfato de Aluminio y Cloro que se vienen realizando en la Planta de Tratamiento.

- Se registran los datos del Caudal y de Turbiedad del agua cruda y el Número de Vueltas que se dan al dosificador, sin embargo no se realiza una evaluación de estos datos cuando el número de vueltas que se ha dado en el dosificador es mayor al indicado en la tabla de dosificación.
- A las 8:00 am y a las 17:00pm se realiza el control del Cloro Residual, el operador debe informar por radio el valor obtenido en el tanque de almacenamiento en mg/l al práctico en operación en la Planta de Tixán, de



no contestar se insistirá nuevamente pudiendo llegarse hasta máximo un décimo intento. En caso de no ser posible la comunicación se informará vía radio al inspector de plantas rurales en días laborables, y a la base 25 los fines de semana y feriados, sobre este particular.

El práctico en operación registra el valor escuchado en la hoja de registro cloro residual PR – 1.

- De acuerdo al manual de Operación de ETAPA los cuadros de dosificación deben revisarse cada vez que se calibre el dosificador. Esto se debe efectuar cada tres meses o cuando se produzca algún cambio en el dosificador, dicha actividad debe ser realizada por el personal del Laboratorio de Control de Calidad. Este procedimiento no se ha realizado en la Planta de Tratamiento desde que esta entró en funcionamiento.

Otras Actividades de Control:

En estas actividades ETAPA no lleva un registro diario, sin embargo es obligación del Operador de la Planta realizarlas:

- Revisar la cantidad de solución de Sulfato de Aluminio (número de vueltas) que se agrega al agua cruda cada dos horas o cuando observa que ha cambiado la turbiedad o el caudal.
- Para asegurar que el dosificador de cloro gas este funcionando correctamente debe inspeccionar a las 8:00am y 17:00pm, y en caso de anomalías en funcionamiento como existencia de fugas de cloro debe verificar la instalación, de continuar el problema debe comunicar inmediatamente al Inspector de Plantas Rurales. 3. de ETAPA.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO XII

EVALUACIÓN HIDRAULICA. TIEMPOS DE RETENCIÓN Y DE PARÁMETROS PRINCIPALES MEDIANTE EL USO DE TRAZADORES

Este capítulo comprende la evaluación hidráulica de las unidades de tratamiento de la planta a partir de la determinación de los tiempos de retención mediante el uso de trazadores, tiempos que nos permitirán realizar los muestreos a la entrada y salida de las unidades de tratamiento a fin de determinar su eficiencia. Como complemento de la evaluación hidráulica se obtienen los gradientes, pérdida de carga y tiempos de retención de las zonas de floculación, parámetros que nos permitirán entender su funcionamiento.

XII.1 EVALUACIÓN HIDRÁULICA

XII.1.1 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE RETENCIÓN MEDIANTE PRUEBAS CON TRAZADORES.

La evaluación hidráulica se realizó con la colaboración de la Ing. Sandra Barros en representación de la empresa ETAPA, quién nos acompañó a la planta de tratamiento para conjuntamente realizar la evaluación hidráulica mediante la medición de los tiempos de retención.

Esta evaluación se efectuó mediante la prueba con trazadores, que es considerada de gran utilidad para conocer el comportamiento hidráulico de los mezcladores, floculadores y sedimentadores. Se basan en el análisis de reactores, para determinar la proporción de flujo de pistón y flujo mezclado, de cortocircuitos y zonas muertas existentes en las unidades de floculación y sedimentación, mediante la adición de sustancias “trazadoras”, las cuales se inyectan en el afluente del tanque que se quiere



analizar, en concentración conocida, y determinando a la salida del mismo la forma como dicha concentración se distribuye a través del tiempo.

XII.1.1.1 Tipos de Sustancias Trazadoras

- a) Colorantes como fluoresceína o rodamina
- b) Iones como cloruros, fluoruros o nitratos.
- c) Elementos radiactivos como isótopos.

Es conveniente escoger como trazador aquella sustancia que no reaccione en gran cantidad con los compuestos que existen en el agua, y que por lo tanto la concentración que se mida a la salida, sea sensiblemente igual a la que se aplique a la entrada.

Para nuestros fines se utilizó el trazador tipo b es decir cloruros, ya que los colorantes podían afectar la calidad del agua en la planta y los elementos radioactivos son muy sofisticados y requieren de equipo y personal especializados.

Existen dos maneras para la adición de trazadores:

- *En forma instantánea.*- se aplica una concentración C a la entrada de la unidad en un tiempo muy corto menor a $1/30$ del tiempo teórico de detención y en un punto tal que se mezcle instantáneamente con la masa de agua que se piensa analizar, se usa cuando se trabaja con cloruros.
- *En forma continua.*- se aplica la concentración C continuamente, por un tiempo no menor a tres veces el periodo de detención nominal, y luego se interrumpe bruscamente la dosificación, se usa cuando se trabaja con fluoruros.



XII.1.1.2 Procedimiento

1. Verificar la concentración de cloruros en el agua cruda, en nuestro caso lo realizamos midiendo la conductividad del agua a al entrada y salida de cada unidad a prueba, antes de adicionar el trazador. En la Foto V-1 se aprecia el conductivímetro utilizado.



Foto VII-1 Conductivímetro

2. Se mide el caudal que esta pasando en ese momento a través de cada unidad en evaluación, mediante la lectura en el vertedero.

Medidor de
caudal



Vertedero

Foto VII-2 Vertedero del filtro lento derecho



3. Se prepara la sustancia trazadora, disolviendo 2kg de sal de mesa en 10l de agua.



Foto VII-3 Preparación del trazador

4. Se adiciona el trazador en forma instantánea a la entrada de las diferentes unidades de las cuales se pretende obtener el tiempo de retención, así:

Entrada de los Floculadores.- como se observa en la Foto VII-4



Foto VII-4 Adición del trazador en la cámara de mezcla rápida

Entrada del Filtro Grueso.- como se observa en la Foto VII-5



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cámara de entrada del
Filtro Grueso



Foto VII-5 Adición del trazador en la cámara de entrada al filtro grueso

Entrada de los Filtros Lentos.- como se aprecia en la Foto VII-6

Cámara de Entrada
al Filtro Lento



Foto VII-6 Adición del trazador en la cámara de entrada al filtro lento

5. Se mide la conductividad inmediatamente después de la inyección de sal, a la salida de cada unidad, en intervalos de tiempo tales que permitan observar la variación de la conductividad conforme el flujo de agua con trazador va llegando al punto de medición. Mientras la conductividad aumente de valor, nos indica que el flujo va llegando.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

En las Fotos VII-7, VII-8, VII-9 y VII-10, se observan los diferentes puntos de salida correspondientes a cada unidad.



Foto VII-7 Medida de la conductividad a la salida del floculador

Foto VII-8 Medida de la conductividad en el canal de recolección del sedimentador



Foto VII-9 Medida de la conductividad a la salida del filtro grueso en la cámara de entrada al filtro lento



Foto VII-10 Medida de la conductividad en el tanque de salida del filtro lento a la salida del filtro lento



La medida del tiempo de retención del floculador y sedimentador se realizó simultáneamente, es decir se introdujo el trazador a la entrada del floculador, y se fue midiendo la conductividad al final del mismo hasta que la misma empezó a aumentar, entonces se empezaron a tomar lecturas a la salida del sedimentador y del floculador al mismo tiempo, hasta que la conductividad a la salida del floculador empezó a bajar estabilizándose en su valor normal lo que nos indicó que la masa de agua ya terminó de pasar por esta unidad, a partir de ese momento se tomaron lecturas únicamente a la salida del sedimentador.

6. Se obtienen los siguientes parámetros:

El tiempo mínimo de retención: tiempo transcurrido desde la inyección de sal a la entrada de cada unidad hasta la primera lectura de conductividad a la salida que muestre un aumento considerable (TABLAS VII-1, VII-2, VII-3, VII-4, VII-5).

El tiempo promedio de retención: corresponde al tiempo que transcurre desde la inyección del sal a la entrada de cada unidad hasta el momento en que la conductividad a la salida alcanza un valor máximo a partir del cual comienza a disminuir (TABLAS VII-1, VII-2, VII-3, VII-4, VII-5).

La curva de variación en el tiempo de la masa de agua dentro de cada unidad: representación gráfica de los diferentes valores de conductividad obtenidos a largo de la prueba (FIG. VII-1, VII-2, VII-3, VII-4, VII-5)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

XII.1.1.3 Limitaciones de las pruebas con trazadores

- Las pruebas con trazadores son muy útiles para conocer como se desplazan las diferentes masas de agua dentro de cada unidad, sin embargo los datos obtenidos corresponden solo al momento en que se hace la prueba, es decir no necesariamente representan el comportamiento promedio.
- No dicen nada sobre la eficiencia en la remoción de partículas, ya que estos procesos dependen tanto de las características hidráulicas como de las químicas.

XII.1.1.4 RESULTADOS

TABLA VII-1 Resultados de prueba con trazadores para el Floculador

TIEMPOS DE PASO
FLOCULADORES

TRAZADOR: SAL

La sal se inyecta al inicio del floculador y se tomaron las medidas de la conductividad al final del mismo

Caudal de ingreso	5	l/s
H cresta vertedero	10,8	cm
Caudal Calculado	5,37	l/s

SALIDA	
HORA	CONDUCTIVIDAD μS/cm



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

12:26:00	159	Inicio-Inyección de Sal
12:30:11	159	
12:30:20	159	
12:31:00	159	
12:33:00	160	
12:34:00	179	Llegada de la sal
12:35:00	273	
12:36:00	581	Pico
12:37:00	952	
12:38:00	1723	
12:39:30	2112	
12:41:00	2102	
12:42:00	1816	
12:44:30	893	
13:03:00	164	
Tiempo de Paso Mínimo		0:08:00
Tiempo de Paso Medio		0:13:30

Fuente: Resultado de Prueba con Trazadores
Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA VII-2 Resultados de prueba con trazadores para el Sedimentador

TIEMPOS DE PASO
SEDIMENTADOR

TRAZADOR: SAL

La sal se inyecta al inicio del floculador 12:26.00 y se tomaron las medidas de la conductividad a la salida del sedimentador

SALIDA	CONDUCTIVIDAD	
HORA	μS/cm	
12:32:15	162,5	Inicio-Inyección de Sal



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

12:37:30	162,5	
12:39:00	162,5	
12:40:00	162,5	
12:44:00	162,5	
12:47:00	162,7	Llegada de la sal
12:48:00	162,8	
12:49:14	163	
12:50:00	163,3	
12:53:00	164	
12:55:00	165	
12:57:00	168	
13:00:00	172	
13:01:00	175	
13:04:00	186	
13:06:00	203	
13:08:00	227	
13:10:00	269	
13:12:00	330	
13:14:00	360	
13:16:00	405	
13:21:00	420	Pico
13:24:00	412	
13:25:00	402	
Tiempo de Paso Mínimo		0:13:00
Tiempo de Paso Medio		0:41:30

Fuente: Resultado de Prueba con Trazadores

Elaboración: Grupo de Tesis

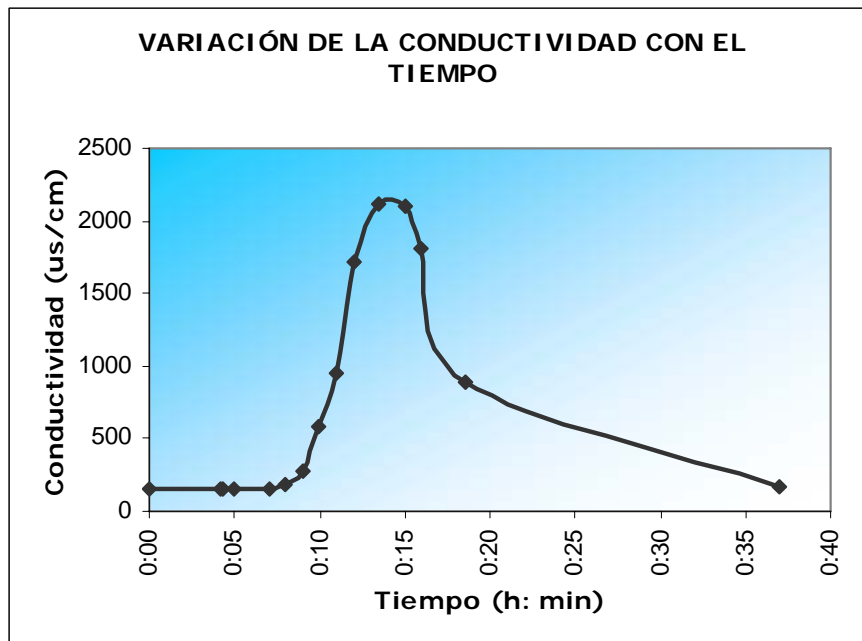


FIG. VII-1 Variación de la conductividad con el tiempo para el Floculador

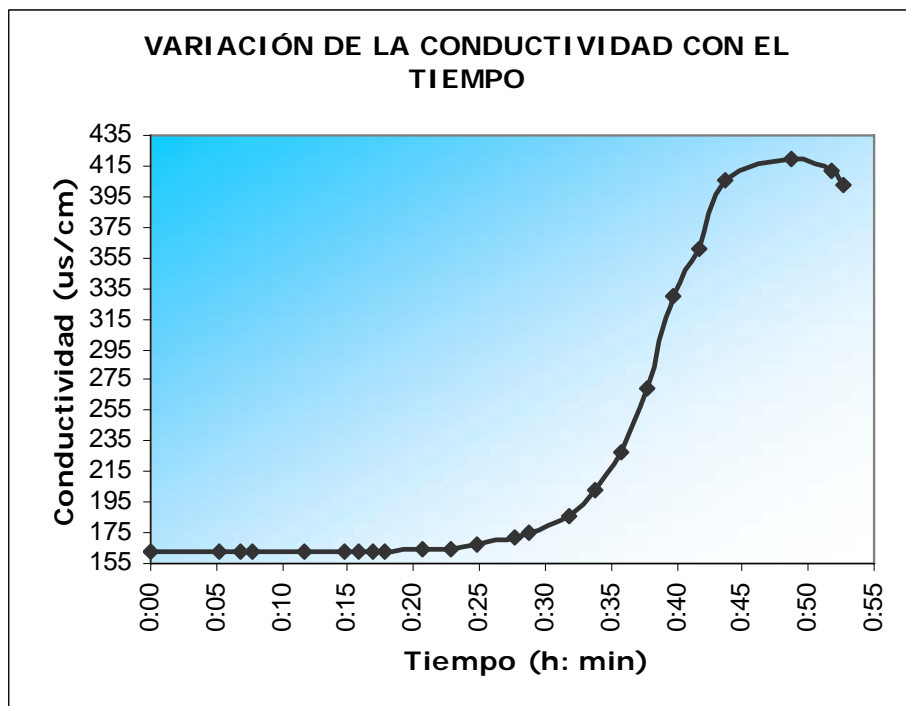


FIG. VII-2 Variación de la conductividad con el tiempo para el Sedimentador



TABLA VII-3 Resultados de prueba con trazadores para el Filtro Grueso

TIEMPOS DE PASO
FILTRO GRUESO

TRAZADOR: SAL

La sal se inyecta en el prefiltro y se mide la conductividad en la entrada al filtro lento derecho

Temperatura 14,9°

SALIDA		
HORA	CONDUCTIVIDAD μS/cm	
12:00:33	165	Inicio- Inyección de Sal
12:05:00	169	Llegada de la sal
12:05:30	177	
12:06:00	196	
12:06:30	233	
12:07:00	279	
12:08:00	400	
12:09:00	540	
12:11:00	703	
12:12:00	722	
12:13:00	726	Pico
12:14:00	725	
12:15:00	715	
12:16:00	705	
12:17:00	689	
Tiempo de Paso Mínimo		0:04:27
Tiempo de Paso Medio		0:12:27

Fuente: Resultado de Prueba con Trazadores



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Elaboración: Grupo de Tesis

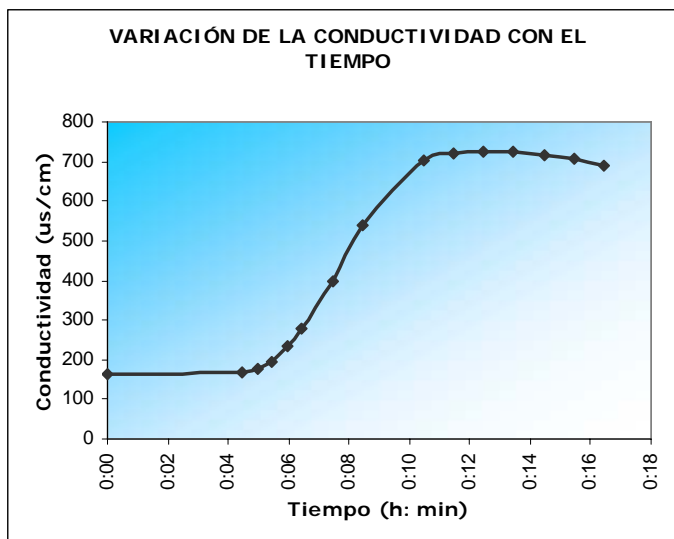


FIG. VII-3 Variación de la conductividad con el tiempo para el Filtro Grueso

TABLA. VII-4 Resultados de prueba con trazadores para el Filtro Lento 1

TIEMPOS DE PASO
FILTRO LENTO 1

TRAZADOR: SAL

Conductividad Inicial Entrada	162	μS/cm
Conductividad Inicial Salida	158	μS/cm
Temperatura	14,1	°
Hora Entrada	9:56:46	am
Caudal Medido	2	l/s
Hcresta vert	7,6	cm
Caudal Calculado	2,23	l/s
Hora Salida	11:15:29	am
Conductividad de Salida	158,3	μS/cm

SALIDA	
HORA	CONDUCTIVIDAD
	μS/cm



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

9:56:46	158	Inicio-Inyección de Sal
11:15:29	158,3	Llegada de la sal
11:18:40	161,5	
11:24:00	169	
11:25:00	172	
11:27:00	179	
11:29:00	189	
11:38:30	214	
11:42:00	211	
11:45:00	266	Pico
11:50:00	250	

Nota: A las 11:36 se incremento el caudal a 4,7l/s, debido al cierre del filtro izquierdo por rebosamiento

Tiempo de Paso Mínimo	1:18:43
Tiempo de Paso Medio	1:48:14

TIEMPOS TOTALES POR TODO EL PROCESO DE TRATAMIENTO

T total mínimo=	1:44:10
T total medio=	2:55:41

Fuente: Resultado de Prueba con Trazadores
Elaboración: Grupo de Tesis



TABLA VII-5 Resultados de prueba con trazadores para el Filtro Lento 2

TIEMPOS DE PASO
FILTRO LENTO 2

TRAZADOR: SAL

Conductividad Inicial Entrada	162	μS/cm
Conductividad Inicial Salida	158	μS/cm
Temperatura	14,1	°
Hora Entrada	10:25:30	am
Caudal Medido	2,5	l/s
Hcresta vert	7,9	cm
Caudal Calculado	2,46	l/s
Tiempo entre vertedero entrada y filtro	390	s
Hora Salida	11:15:29	am
Conductividad de Salida	158,3	μS/cm

SALIDA		
HORA	CONDUCTIVIDAD	
	μs/cm	
10:25:30	158	Inicio-Inyección de Sal
11:31:00	161	
11:33:00	162	Llegada de la sal
11:34:00	165	
11:35:00	166	
11:36:00	168	
11:37:00	171	
11:40:00	176	Pico
11:43:00	187	
11:48:00	181	

Nota: A las 11:36 hubo que reducir el caudal a 0,22l/s,



porque el filtro iba a rebosar debido a que la arena superficial dentro del mismo esta más sucia

Tiempo de Paso Mínimo	1:05:30
Tiempo de Paso Medio	1:17:30

TIEMPOS TOTALES POR TODO EL PROCESO DE TRATAMIENTO

T total mínimo=	1:30:57
T total medio=	2:24:57

Fuente: Resultado de Prueba con Trazadores
Elaboración: Grupo de Tesis



FIG. VII-4 Variación de la conductividad con el tiempo para el Filtro Lento 1

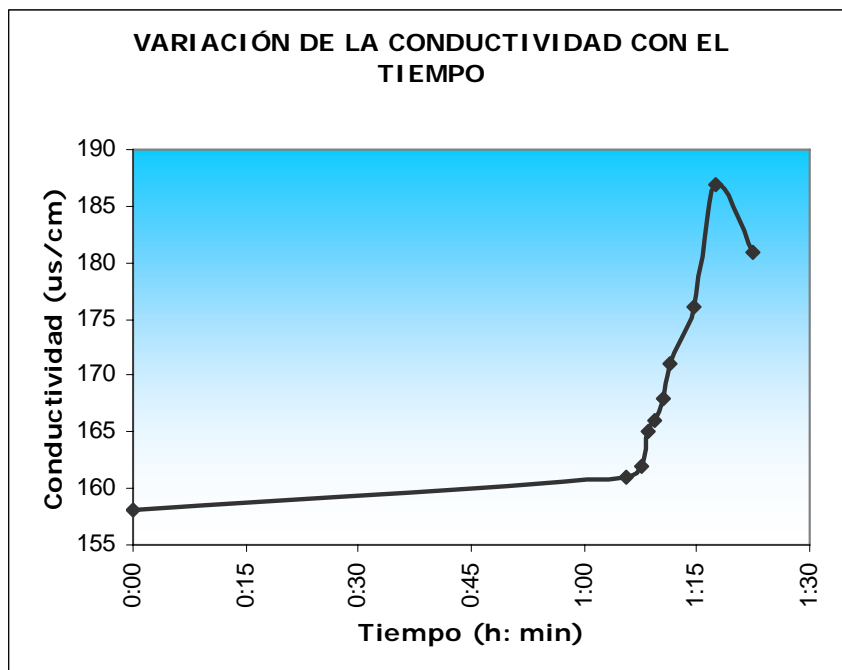


FIG. VII-5 Variación de la conductividad con el tiempo para el Filtro Lento 2



UNIVERSIDAD DE CUENCA

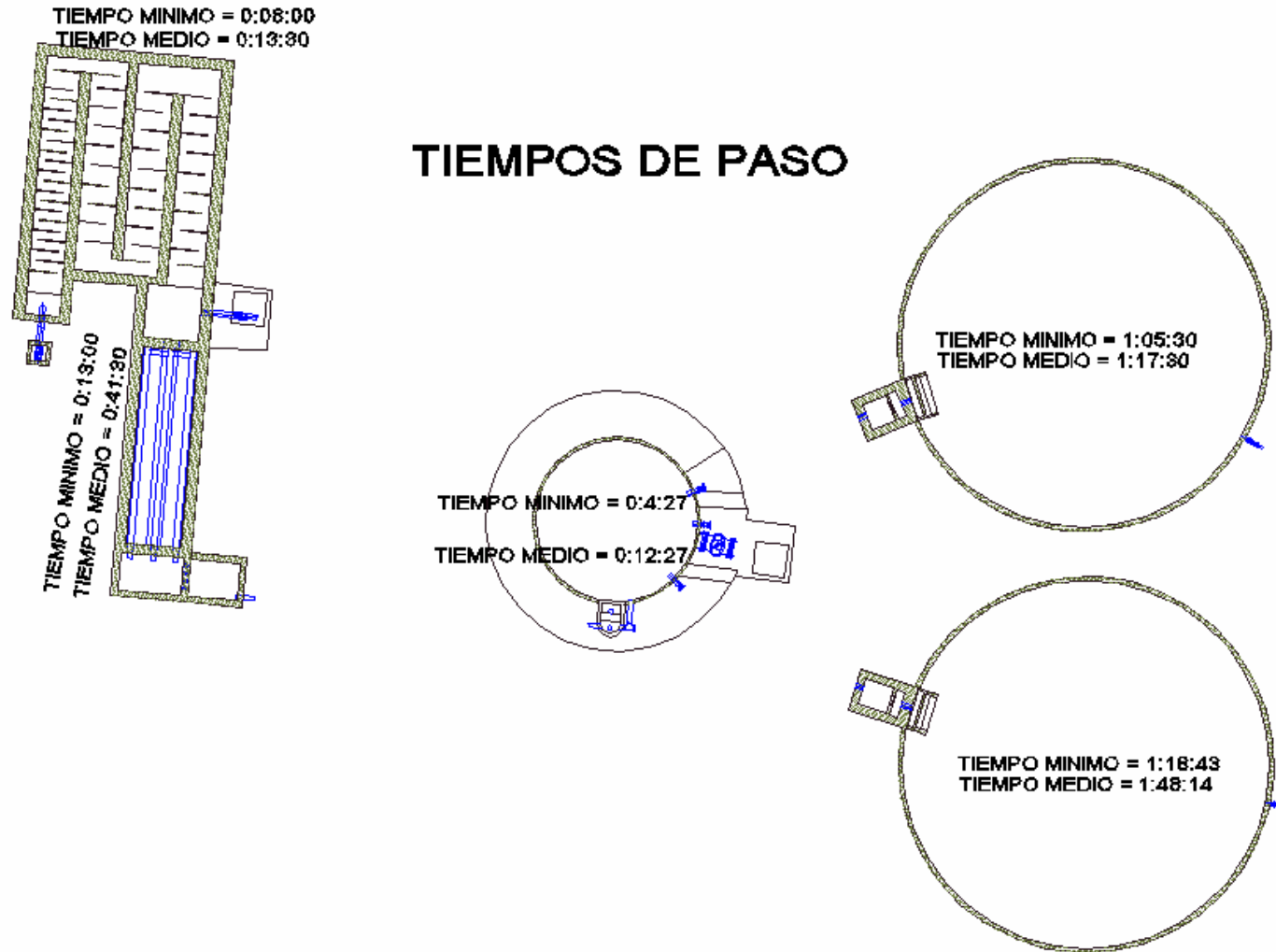


FIG. VII-6 Esquema de las diferentes unidades de la planta con sus respectivos tiempos de paso mínimos y medios

XII.1.1.5 ANALISIS DE RESULTADOS

- El caudal en la planta cuando se realizó la prueba era de aproximadamente 5l/s que corresponde al valor del caudal de diseño de la planta, este caudal nos permite tener una idea del tiempo de paso de cada unidad de la planta de tratamiento durante todo el período de muestreo.
- El tiempo mínimo de paso a través del floculador es de tan solo ocho minutos, y el tiempo medio es de trece minutos, estos dos tiempos son muy cortos y podrían perjudicar el proceso de floculación cuando las dosis de sulfato de aluminio sean bajas.
- En la prueba de jarras se probó que con dosis altas se forman flóculos pesados en un tiempo de 10min de floculación, los mismos que sedimentan de igual o mejor manera que aquellos formados en un tiempo de floculación de 20min, lo que nos indica que el tiempo de retención de la unidad de floculación a pesar de ser corto es suficiente.
- El tiempo de paso medio correspondiente al sedimentador es alto puesto que su valor es de cuarenta y un minutos, a diferencia del tiempo de paso mínimo cuyo valor de trece minutos tiempo prácticamente suficiente para conseguir una adecuada sedimentación de los flóculos cuando son pesados, ya que en la prueba de jarras pudimos ver como en un tiempo de 10-20min la mayoría de los flóculos ya habían sedimentado.
- En cuanto al tiempo de paso a través del filtro grueso podemos analizar que es un tanto corto pues sus valores mínimo y medio van desde cuatro minutos y medio hasta trece minutos y medio respectivamente.

- En los filtros lentos se observa una diferencia marcada entre sus tiempos de paso, puesto que para el filtro lento 2 el valor mínimo es de 1:05:30 y el medio de 1:17:30, mientras que para el filtro lento 1 los valores son 1:18:43 y 1:48:14 respectivamente. Esta diferencia se debe principalmente a que el caudal de entrada al filtro lento 2 (2.5l/s) era mayor durante gran parte del tiempo de la prueba al caudal de entrada del filtro lento 1 (2l/s), otra razón puede ser la pequeña diferencia de 5cm entre los diámetros de los filtros.

XII.2 CÁLCULO DE GRADIENTES EN LA ZONA DE FLOCULACIÓN

Se aplicó la teoría de cálculo para floculadores hidráulicos de flujo horizontal, que se basa en la pérdida de carga producida por:

- El cambio de dirección y turbulencia h'
- Ensanchamiento y contracción de la sección h''
- Fricción en los tramos rectos h_2

En los floculadores de flujo horizontal $h'+h''= h_1$ es proporcional a la carga de velocidad, así:

$$h_1 = kN \frac{v^2}{2g}$$

k = constante empírica
 N = número de tabiques
 v = velocidad promedio del flujo

Mientras que las pérdidas por fricción en los tramos rectos se calculan aplicando la fórmula de Manning.

$$h_2 = sL = \left(\frac{vn}{R^{2/3}} \right)^2 L$$

s= pendiente del canal
v= velocidad promedio del flujo
n=coeficiente de Manning
R= radio hidráulico

La Potencia disipada se calcula como en el caso de los mezcladores hidráulicos. A partir de la Potencia se puede calcular el Gradiente de Velocidad. Las formulas aplicadas se muestran a continuación:

$$P = \frac{\gamma Q h_f}{V} = \gamma v \frac{h_f}{l}$$

$$P = \frac{\gamma h_f}{t_0}$$

P= potencia disipada
γ= Peso específico del agua
hf= perdida de carga
Q= caudal
V= volumen
v= velocidad promedio del flujo
l= longitud en la que se produce la perdida de carga
to= tiempo nominal de detención
G= gradiente de velocidad
g= gravedad
μ= viscosidad dinámica

$$G = \left(\frac{gP}{\mu} \right)^{1/2}$$

XII.2.1 RESULTADOS

TABLA VII-6 Datos necesarios para el cálculo de Gradientes en cada Zona de Floculación.

Parámetro	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5
caudal=	5	5	5	5	l/s
ancho=	0,77	0,83	0,75	0,77	m
largo=	4,85	4,55	4,55	4,55	m
calado=	0,2	0,2	0,2	0,2	m



velocidad=	0,1136	0,0625	0,0625	0,0625	m/s
sep					
tabiques=	0,22	0,4	0,4	0,4	m
e=	0,17	0,23	0,15	0,17	m
Nro					
Tabiques=	20	10	10	10	
Nro					
Canales	21	11	11	11	

Elaboración: Grupo de Tesis

Se asumen los siguientes valores de k y n:

k=	3
n=	0,012

TABLA VII-7 Resultados de Perdida de Carga en las Distintas Zonas de Floculación

Zon a	V cm/ s	$h_1=kNv^2/2g$ cm	A m ²	P m	$R^{2/3}$ m	S	SL =h ₂ cm	$h_f=h_1+h_2$ cm
1	11,36	4,15	0,15	0,09	1,45	8,82E-07	4,28E-04	4,15
2	6,25	0,66	0,17	0,80	0,35	4,58E-06	2,08E-03	0,66
3	6,25	0,66	0,15	0,80	0,33	5,24E-06	2,38E-03	0,66
4	6,25	0,66	0,17	0,80	0,33	5,06E-06	2,30E-03	0,66

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA VII-8 Resultados de Tiempo de Retención,
Potencia
y Gradientes para cada Zona de Floculación

Zona	V cm/s	Largo m	t min	hf=h1+h 2 cm	P gr- cm/cm/s	Gradient e s ⁻¹
1	11,3 6	4,85	0,7 1	4,15	0,0972	97,63
2	6,25	4,55	1,2 1	0,66	0,0091	29,80
3	6,25	4,55	1,2 1	0,66	0,0091	29,81
4	6,25	4,55	1,2 1	0,66	0,0091	29,81
		Total	4,3 5			

Elaboración: Grupo de Tesis

XII.2.2 ANALISIS DE RESULTADOS

- En la Zona Nro 1 de la unidad de floculación, se tiene un gradiente de $97s^{-1}$ mantenido por un tiempo de 43s. El valor obtenido es alto sin embargo no se nota su influencia en el deterioro de la floculación, siendo favorable para aguas con baja turbiedad y color alto.
- El gradiente calculado para las Zonas de Floculación Nro 2, 3, 4 es constante e igual a $29.8s^{-1}$ el mismo se mantiene por un tiempo de 1.21min en cada zona. Este gradiente es adecuado para el tipo de agua cruda que se esta tratando.

- La velocidad promedio del flujo en la Zona Nro 1 igual a 0,11m/s, es baja pues la bibliografía consultada recomienda que oscile entre los 0,3-0,6m/s.
- El valor de la velocidad del flujo en las Zonas 2, 3, 4 igual a 0,062m/s, es demasiado bajo; se recomienda que varié entre 0,1-0,2m/s para evitar la sedimentación de lodos en el floculador.
- Si comparamos el tiempo de retención teórico de la unidad floculación (4.25min), con el tiempo de retención practico es decir el obtenido mediante la prueba con trazadores (8min), podemos observar que este último es prácticamente el doble que el primero.
- La perdida de carga calculada para la Zona Nro 1 es de 4.15cm y el desnivel existente es de 6.1cm. En la zona 2, 3 y 4 la perdida de carga calculada es de 0.66cm, mientras que los desniveles existentes en cada una de ellas son de 6.6cm, 5cm y 2.7cm respectivamente.

CAPITULO XIII

PRUEBAS DE EFICIENCIA MEDIANTE TOMA DE MUESTRAS EN AGUA CRUDA, TRATADA, ENTRADA Y SALIDA DE UNIDADES. PRUEBAS DE EFICIENCIA BACTERIOLÓGICA EN LAS UNIDADES DE FILTRACION LENTA

Este capítulo tiene como objetivo determinar la eficiencia de cada una de las unidades que integran la Planta de Tratamiento “Bella Unión” mediante un muestreo completo a la entrada y salida de las mismas; es decir la determinación de la calidad física, química y bacteriológica a través de las distintas unidades para evaluar su funcionamiento y establecer las conclusiones y recomendaciones respectivas.

XIII.1 PRUEBAS DE EFICIENCIA MEDIANTE ANALISIS DE AGUA CRUDA, TRATADA, ENTRADA Y SALIDA DE UNIDADES.

Se realizaron muestreos durante los meses de abril, mayo y junio con el fin de obtener algunos parámetros físicos como son: color, turbiedad, y algunas mediciones de pH y conductividad, que nos permitan conocer el nivel de tratamiento que se lleva a cabo en la planta y su eficiencia en la remoción de turbiedad y color.

XIII.1.1 MUESTREOS REALIZADOS

XIII.1.1.1 Muestreo Nro 1

Se planificó el muestreo para mediados del mes de abril, considerando el tiempo de retención entre las unidades a

fin de que el agua de entrada y salida de cada unidad sea la misma. De estas muestras se tienen datos de: color real, color aparente y la turbiedad, obtenidos en el Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca, los resultados se muestran en la TABLA XIII-1

Los equipos utilizados se muestran las Fotos XIII-1 y XIII-2.



Foto XIII-1 Equipo HACH para mediciones de color y turbiedad



Foto XIII-2 Centrífuga para eliminar la turbiedad

TABLA XIII-1 Resultados de Color y Turbiedad correspondientes al Muestreo Nro 1.

PARAMETRO	VALOR		UNIDAD	% REMOCIÓN
	Entrada	Salida		
Fecha de toma de la muestra				
17 de Abril/2007				

UNIVERSIDAD DE CUENCA



TURBIEDAD	21.3	1.03	NTU,FTU	95.16
COLOR APARENTE	179	20	UC,PtCo	88.83
COLOR REAL	82	18	UC,PtCo	78.05
Fecha de toma	Entrada	Salida		
de la muestra				
18 de Abril/2007				
TURBIEDAD	28.8	0.218	NTU,FTU	99.24
COLOR APARENTE	233	10	UC,PtCo	95.71
COLOR REAL	156	10	UC,PtCo	93.59
Fecha de toma	Entrada	Salida		
de la muestra				
25 de Abril/2007				
TURBIEDAD	47.5	0.32	NTU,FTU	99.33
COLOR APARENTE	432	8	UC,PtCo	98.15
COLOR REAL	259	8	UC,PtCo	96.91

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- Las muestras se tomaron considerando el tiempo de paso, razón por la cual es posible correlacionar los valores obtenidos para el agua cruda y tratada.
- Mientras mayores son los valores de color y turbiedad del agua cruda, mayor es su remoción, es decir que la turbiedad del agua de entrada, favorece el proceso de coagulación.
- El color real es elevado, lo que demuestra la presencia de un alto contenido de sustancias húmicas en estado coloidal.
- La remoción de la turbiedad es más notoria que la remoción del color.
- Debido a que el agua tiene una turbiedad alta, la remoción de la misma por medio del proceso de coagulación es cercana al 100%, esto se afirma al observar que el color real y aparente del agua tratada tienen el mismo valor lo que indica que la turbiedad ya fue removida.

XIII1.1.2 Muestreo Nro 2

A fin de poder realizar un muestreo continuo y representativo, la Empresa ETAPA por medio del Ing. Galo Durazno, nos proporciono tres juegos de muestreadores automáticos. En general cada muestreador dispone de 24 botellas de 1l de capacidad, lo que permite realizar el muestreo cada hora durante las 24 horas del día. En las Fotos XIII-3 y XIII-4 se puede apreciar el muestreador y las botellas.

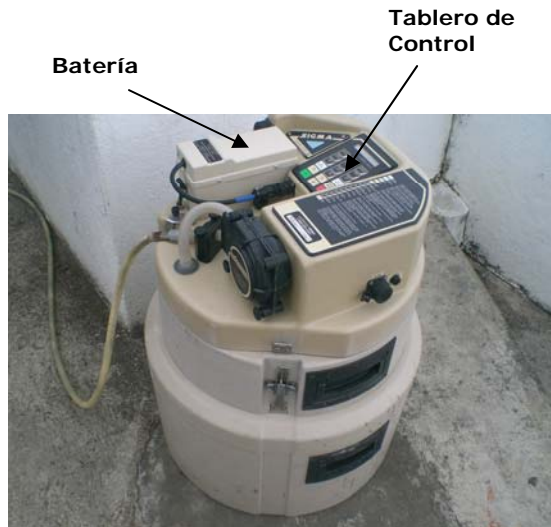


Foto XIII-3 Muestreador Automático

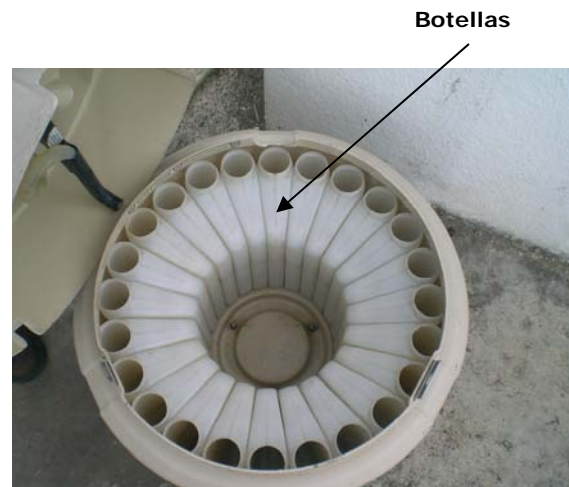


Foto XIII-4 Interior del muestreador automático con las 24 botellas

El día miércoles 2 de mayo instalamos los muestreadores en la planta con la ayuda del Sr. Mauro Pinos, quien nos dio las instrucciones necesarias para la calibración y el manejo del equipo. Se colocaron los muestreadores en los siguientes puntos:

1. Ingreso del agua a la planta, Foto XIII-5



Foto XIII-5 Muestreador colocado a la entrada del floculador

2. Salida del Filtro Grueso, Foto XIII-6



Foto XIII-6 Muestreador colocado a la entrada del filtro lento 2 que corresponde a la salida del filtro grueso.

3. Salida del Filtro Lento 1, Foto XIII-7



Foto. III-7 Muestreador colocado a la salida del filtro lento 2

De esta forma se obtuvo un muestreo lo más real posible, consiguiendo que cada muestra horaria a la entrada de la planta, salida del filtro grueso y salida del filtro lento sea la

misma, lo que se consiguió activando los muestreadores, para el tiempo de retención calculado en cada unidad.

Al día siguiente se recogieron las muestras tomadas y se activaron los muestreadores nuevamente. Se observa una variación horaria bastante amplia en el color y turbiedad del agua cruda, lamentablemente los muestreadores colocados a la salida del filtro grueso y filtro lento sufrieron algún problema y no tomaron todas las muestras esperadas.



Foto XIII-8 Muestreador a la entrada de la planta con todas las muestras tomadas.

Se repitió el muestreo automático por dos días más. Las muestras de agua cruda correspondientes al segundo muestreo estaban altamente coloreadas y turbias debido a la intensa lluvia de la noche y madrugada del 3 de Mayo, esta vez el muestreador al final del filtro grueso no presento problemas, pero del filtro lento no se tomo ninguna muestra durante las primeras horas debido a la falta de presión de la manguera que succiona el agua, el operador de la planta consiguió solucionar el problema obteniéndose muestras de las últimas 10 horas. Durante el tercer muestreo no hubo ningún problema con los equipos y se tomaron todas las muestras en los tres puntos indicados anteriormente con la única variante de que se coloco el muestreador en el filtro lento 1; en cuanto a la calidad del agua de entrada, se mantienen las condiciones del día anterior, es decir con alto color y turbiedad.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca, determinando el color y la turbiedad de las mismas. Seleccionamos las muestras más representativas en cuanto a color para de las mismas obtener el color real, en algunas muestras de agua tratada y cruda se midieron constituyentes químicos objetables como Hierro y Manganeso. En las muestras correspondientes al último día de muestreo, se determinó el pH, en el conjunto de las tres muestras (agua cruda, agua salida del filtro grueso, agua salida del filtro lento), con el fin de evaluar la influencia de la adición de dosis relativamente altas de coagulante.

Los resultados obtenidos en el Laboratorio se encuentran tabulados en las TABLAS 6-1 a 6-9 que se encuentran en el Anexo 6.

Remoción de la Turbiedad:

A continuación se muestran las tablas resumen de resultados diarios de turbiedad en cada punto de muestreo, con sus respectivas gráficas de variación a lo largo del tiempo y de porcentaje de remoción en cada unidad.

Nota: En las tablas y graficas correspondientes a los dos primeros días de muestreo, no se tienen los resultados de turbiedad para cada hora del día, debido a la falla que presentaron los dos muestreadores colocados a la salida del filtro grueso y filtro lento en la planta.

TABLA XIII-2 Resultados de turbiedad correspondientes al muestreo automático del 2-3/Mayo/2007.

MUESTREO DEL 2-3 / MAYO/2007						
Hora	AGUA CRUDA	SALIDA FILTRO GRUESO		SALIDA FILTRO LENTO		% Remoción Total
	Turbiedad NTU	Turbiedad NTU	% Remoción	Turbiedad NTU	% Remoción	
0	5,3	0,76	85,66	0,5	34,21	90,57
1	10,8	1,03	90,46			
2	13,7	0,98	92,85	0,48	51,02	96,50
3	8,03	0,86	89,29			
15	12,2	2,56	79,02			
16	14,1	1,83	87,02			
21	13,7			0,27		98,03
22	14,2	1,1	92,25			
23	11,5	0,72	93,74			
Min	5,3	0,72	79,02	0,27	34,21	90,57
Prom	11,50	1,23	88,79	0,42	42,62	95,03
Max	14,2	2,56	93,74	0,50	51,02	98,03

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 13:27pm para el agua cruda, 14:34pm para la salida del filtro grueso y 15:52pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- No se observa mayor variación horaria de turbiedad en el agua cruda siendo los valores relativamente bajos (Turb prom= 11.5NTU).
- Como se puede apreciar en la FIG. XIII-1, la mayor parte de la turbiedad es removida por los procesos de floculación, sedimentación y prefiltración.

- El porcentaje de finos que llegan al filtro lento es bajo, este último reduce la turbiedad del agua haciendo que la misma alcance valores muy pequeños que nos aseguran la ausencia de cualquier organismo patógeno en el agua de salida.
- La remoción de la turbiedad antes de la etapa de filtración lenta es superior al 79% (Ver FIG. XIII-2), más alta aun es la remoción total del proceso pues es superior al 90%.

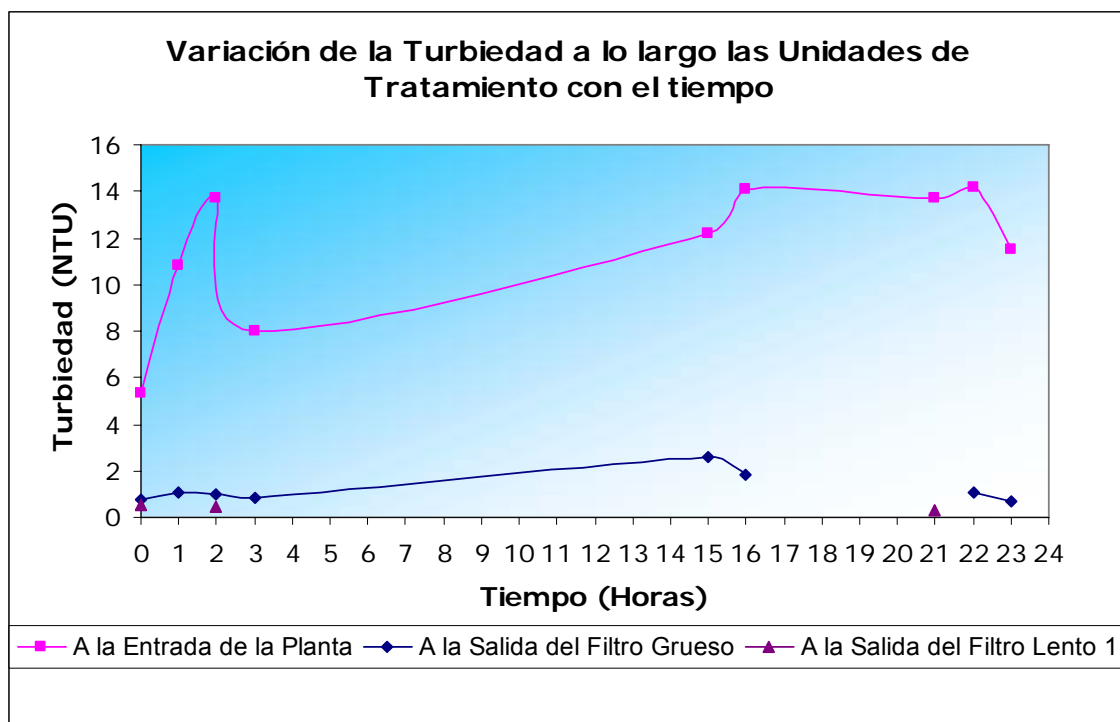


FIG. XIII-1 Variación de la Turbiedad a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 2-3 Mayo/2007)

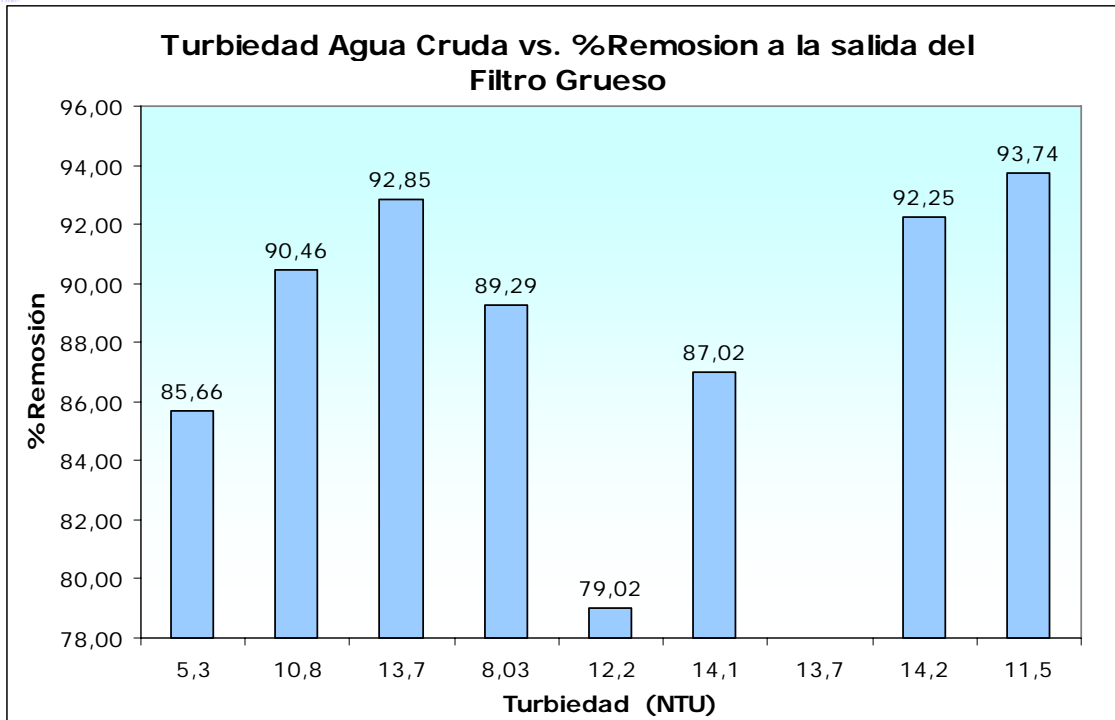


FIG. XIII-2 Turbiedad del Agua Cruda vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 2-3 Mayo/2007)

TABLA XIII-3 Resultados de turbiedad correspondientes al muestreo automático del 3-4/Mayo/2007.

MUESTREO DEL 3-4 / MAYO/2007						
Hora	Turbiedad Agua Cruda (NTU)	Turbiedad SALIDA FILTRO GRUESO (NTU)	% Remoción	Turbiedad SALIDA FILTRO LENTO (NTU)	% Remoción	Remoción Total
17	86,1	0,44	99,49	0,16	63,64	99,81
18	168	0,39	99,77	0,26	33,33	99,85
19	63,8	0,77	98,79	0,25	67,53	99,61
20	42,5	0,95	97,76	0,23	75,79	99,46
21	43	0,8	98,14	0,28	65	99,35
22	49,5	0,5	98,77	0,39	22	99,04
23	21,9	0,75	97,05	0,33	56	98,97
Min	30,6	0,38	98,94	0,16	0,00	88,42
Prom	71,43	0,98	96,52	0,35	51,77	98,12
Max	267,5	0,55	99,37	0,74	84,91	99,85
4	26,6	0,61	97,67			
5	8,79	0,45	94,88			
6	12,8	0,39	96,95			
7	6,39	0,64	89,98	0,74	0	88,42
8	8,78	0,57	93,51	0,57	0	93,51
9	3,72	0,38	89,78			
10	7,94	0,62	92,19			
11	13,2	0,49	96,29			
12	221,5	1	99,55			
13	297,5	3,55	98,81			
14	254,5	2,55	99,00	0,46	81,96	99,82
15	167	1,14	99,32	0,33	71,05	99,80
16	100	1,59	98,41	0,24	84,91	99,76

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 14:43pm para el agua cruda, 15:50pm para la salida del filtro grueso y 17:08pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- Se observa una variación horaria muy amplia en el agua cruda siendo el valor mínimo de 3.72 NTU y el máximo de 297.5 NTU. En general el valor la turbiedad media es alto e igual a 71.43 NTU.
- La turbiedad del agua que llega al filtro lento es baja, y en la FIG. XIII-4, se observa como la misma se reduce aun más a la salida de este último, quedando el agua tratada con excelente calidad biológica pues si se remueve turbiedad se remueven microorganismos.
- La remoción de la turbiedad antes de la etapa de filtración lenta es superior al 88% (Ver FIG. XIII-5), se puede apreciar que mientras mayor es la turbiedad del agua cruda mayor es su remoción a lo largo del proceso.
- En las FIGS. XIII-6 Y XIII-7 se pueden apreciar los altos porcentajes de remoción de turbiedad del filtro lento y los correspondientes a la remoción total del proceso.

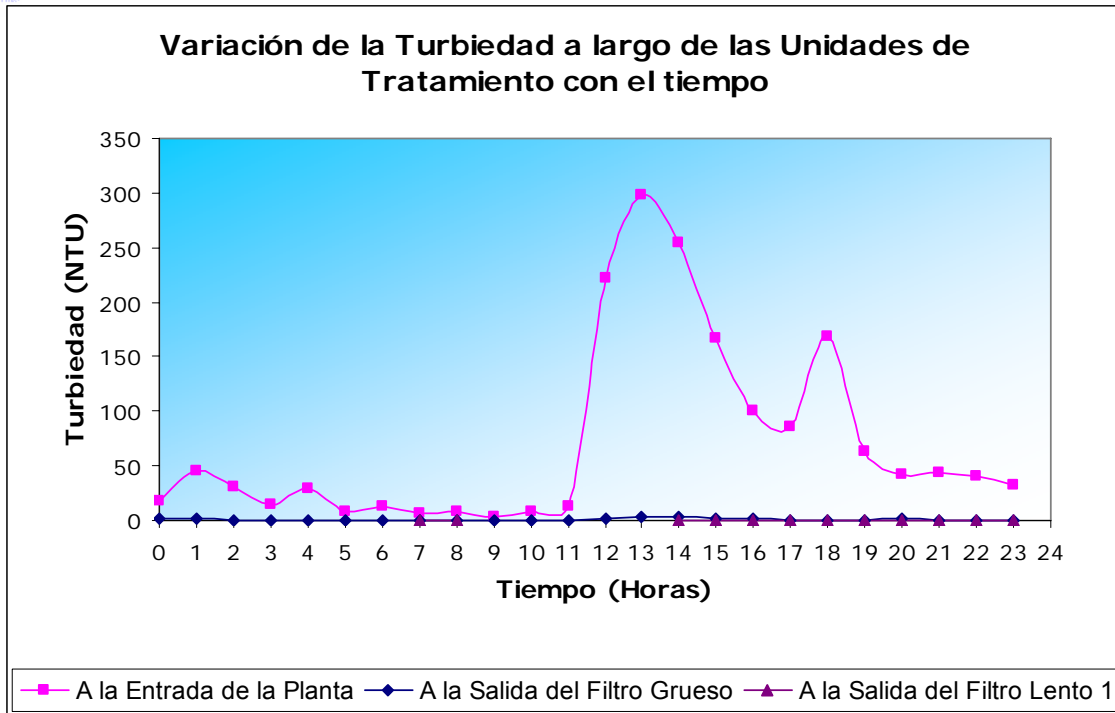


FIG. XIII-3 Variación de la Turbiedad a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

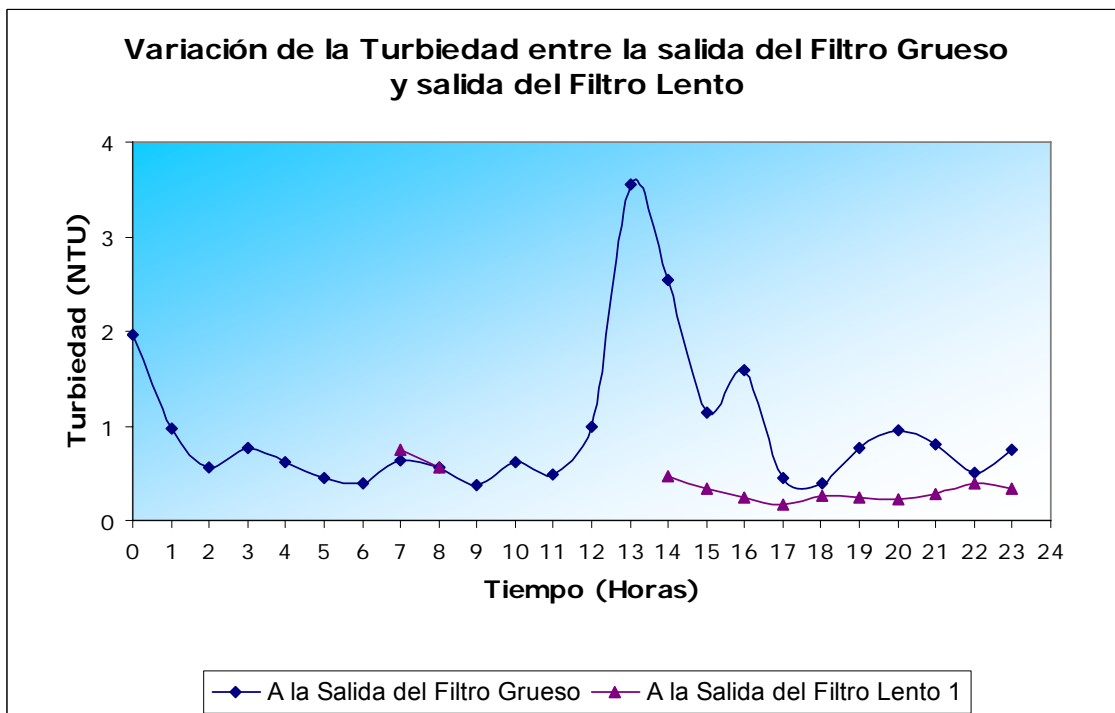


FIG. XIII-4 Variación de la Turbiedad a la salida del Filtro Grueso y salida del Filtro Lento, con el tiempo (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

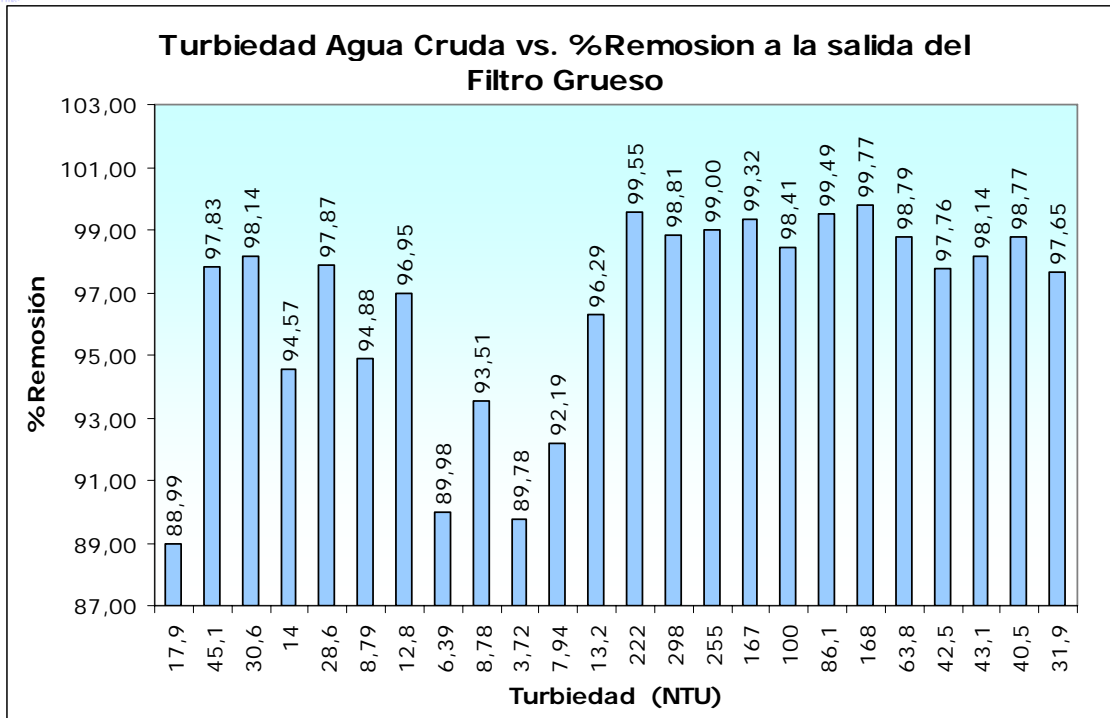


FIG. XIII-5 Turbiedad del Agua Cruda vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

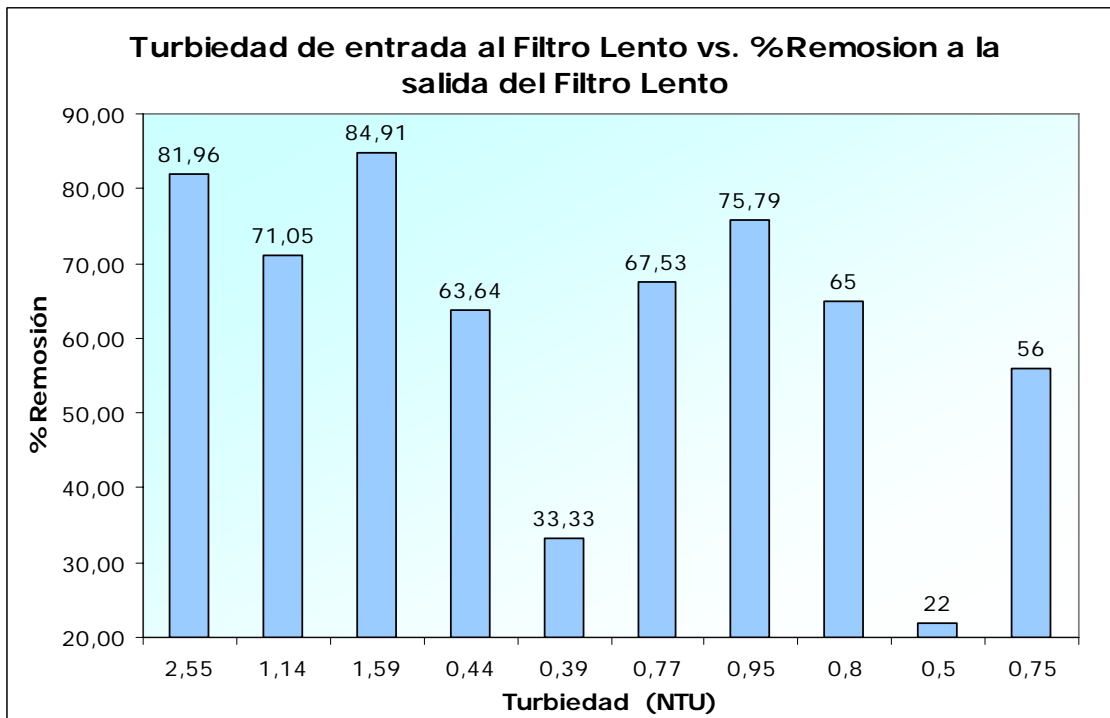


FIG. XIII-6 Turbiedad del Agua Prefiltrada vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Lento (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

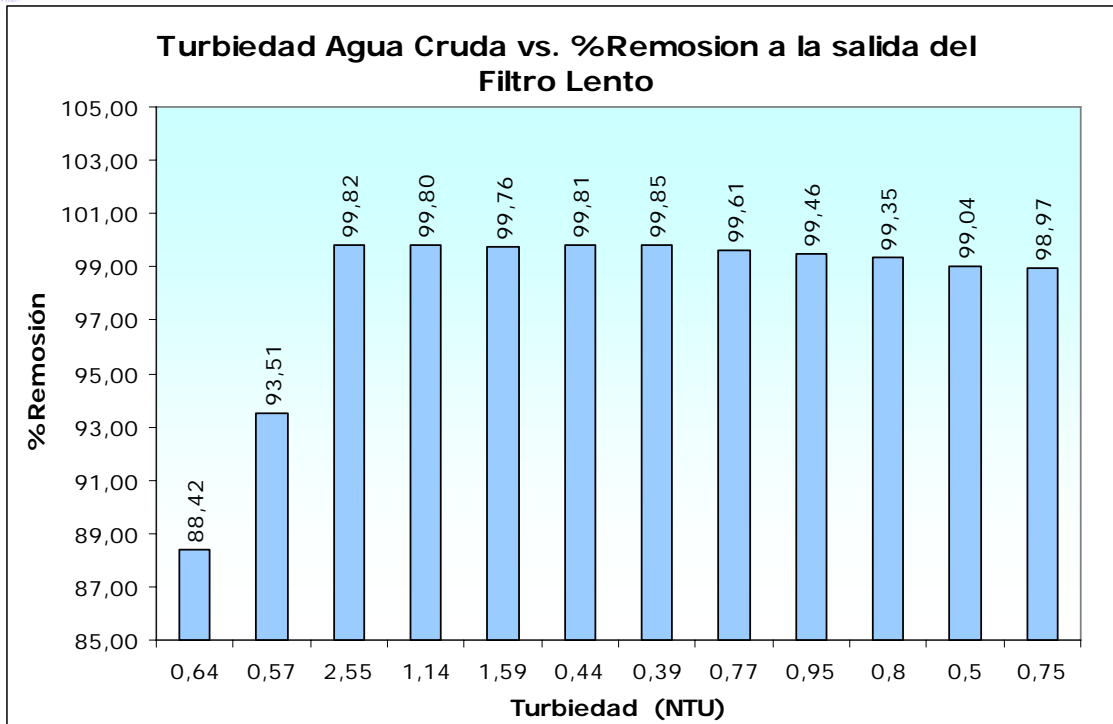


FIG. XIII-7 Turbiedad del Agua Cruda vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Lento (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

TABLA XIII-4 Resultados turbiedad correspondientes al muestreo automático del 4-5/Mayo/2007

MUESTREO DEL 4-5 / MAYO/2007						
Hora	Turbiedad Agua Cruda (NTU)	Turbiedad SALIDA FILTRO GRUESO (NTU)	%Remosion	Turbiedad SALIDA FILTRO LENTO (NTU)	%Remosion	Remosion Total (%)
15	33,6	0,46	98,63	0,25	45,65	99,26
16	36,2	2,88	92,04	0,37	87,15	98,98
17	41,1	3,74	90,90	0,19	94,92	99,54
18	40,6	1,91	95,30	0,17	91,10	99,58
19	19,8	0,74	96,26	0,31	58,11	98,43
20	28,6	0,13	97,62	0,49	94,63	99,24
21	21,7	0,59	97,23	0,50	23,81	99,44
22	26,3	0,31	98,81	0,22	50,00	99,49
23	51,3	0,34	99,33	0,11	65,00	99,41
24	13,3	0,27	98,01	0,10	88,04	99,26
Min	19,8	0,25	99,00	0,14	64,71	99,63
Prom	66,20	0,90	97,89	0,38	64,71	99,70
3	22,1	0,90	97,89	0,94	73,67	99,70
Max	80,9	3,02	98,74	1,28	74,34	99,84
7	68,2	1,38	97,98	0,5	63,77	99,27
8	53,7	0,54	98,99	0,15	72,22	99,72
9	78,9	0,25	99,68	0,26	0,00	99,67
10	47,5	0,64	98,65	0,27	57,81	99,43
11	45,4	0,53	98,83	0,33	37,74	99,27
12	36,2	1,06	97,07	0,35	66,98	99,03
13	35,8	0,4	98,88	0,2	50,00	99,44
14	33,7	0,43	98,72	0,46	0,00	98,64

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 14:26pm para el agua cruda, 15:33pm para la salida del filtro grueso y 16:51pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- Los valores de turbiedad obtenidos se comportan de la misma manera que la muestra anterior con la variante que son menores. (Ver FIG. XIII-8).
- A la hora 21 y 22 se observa un incremento en la turbiedad del agua filtrada, esto puede deberse a que el filtro lento se colmató por lo que hubo que realizar su lavado, y con ello el tiempo de paso entre unidades se perdió, por lo que la muestra a la entrada y salida del filtro lento ya no era la misma. (Ver FIG. XIII-9).
- Los porcentajes de remoción son similares a los obtenidos en los días anteriores. (Ver FIGS. 10, 11 Y 12)

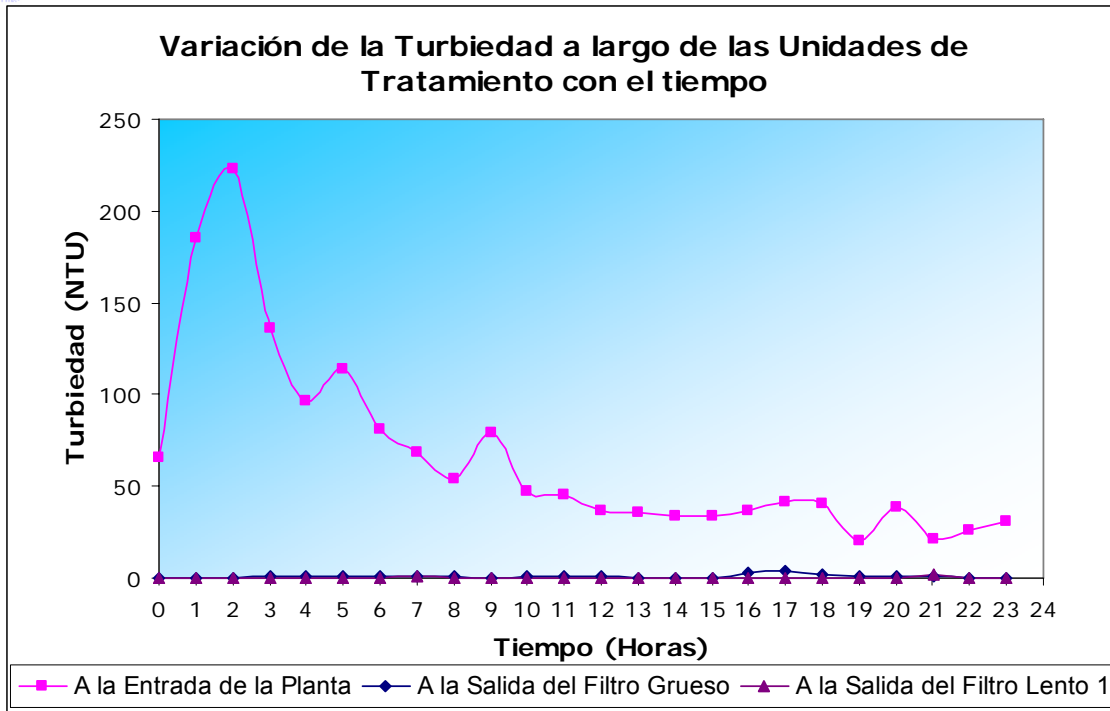


FIG. XIII-8 Variación de la Turbiedad a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

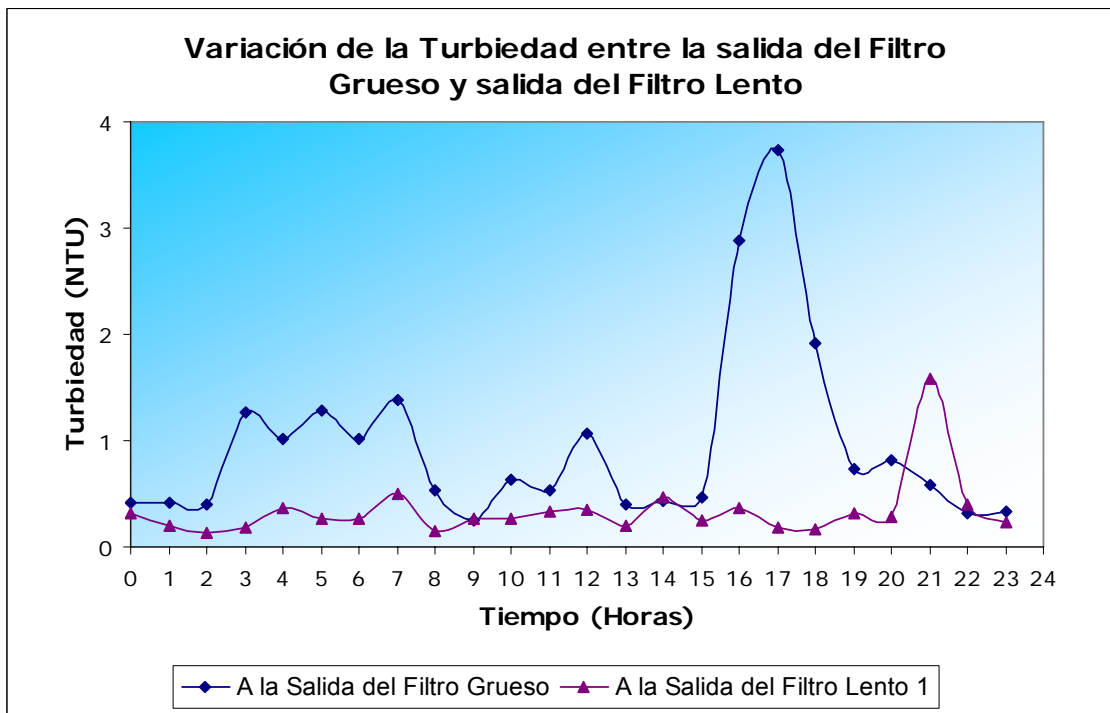


FIG. XIII-9 Variación de la Turbiedad a la salida del Filtro Grueso y salida del Filtro Lento, con el tiempo (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

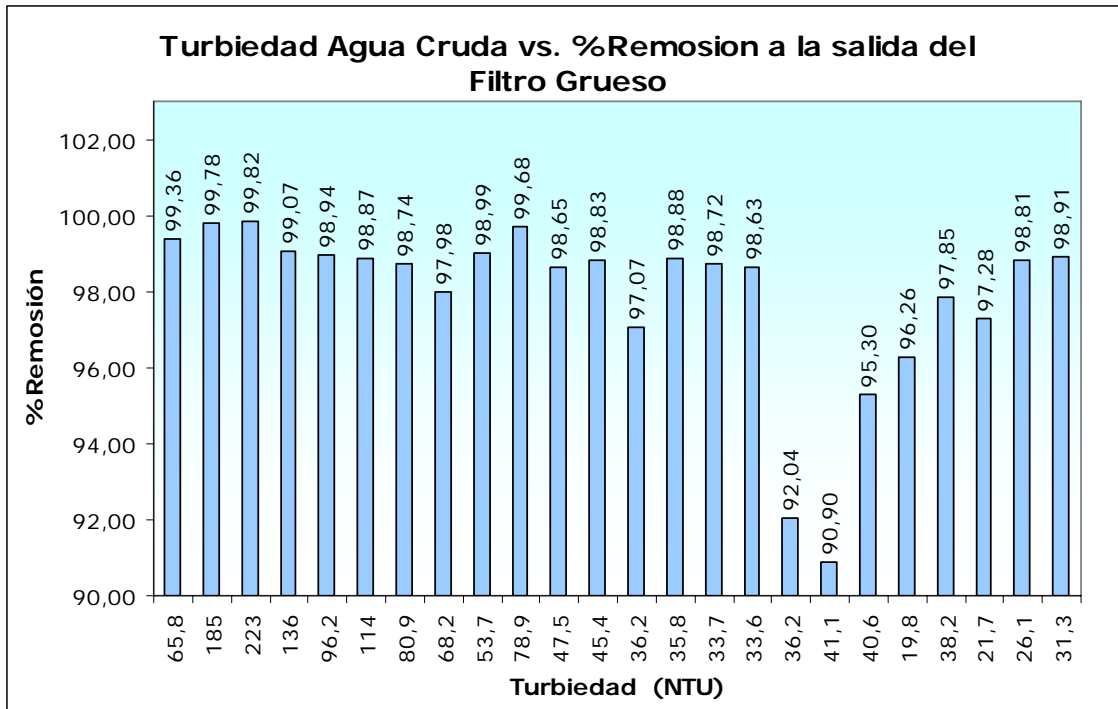


FIG. XIII-10 Turbiedad del Agua Cruda vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

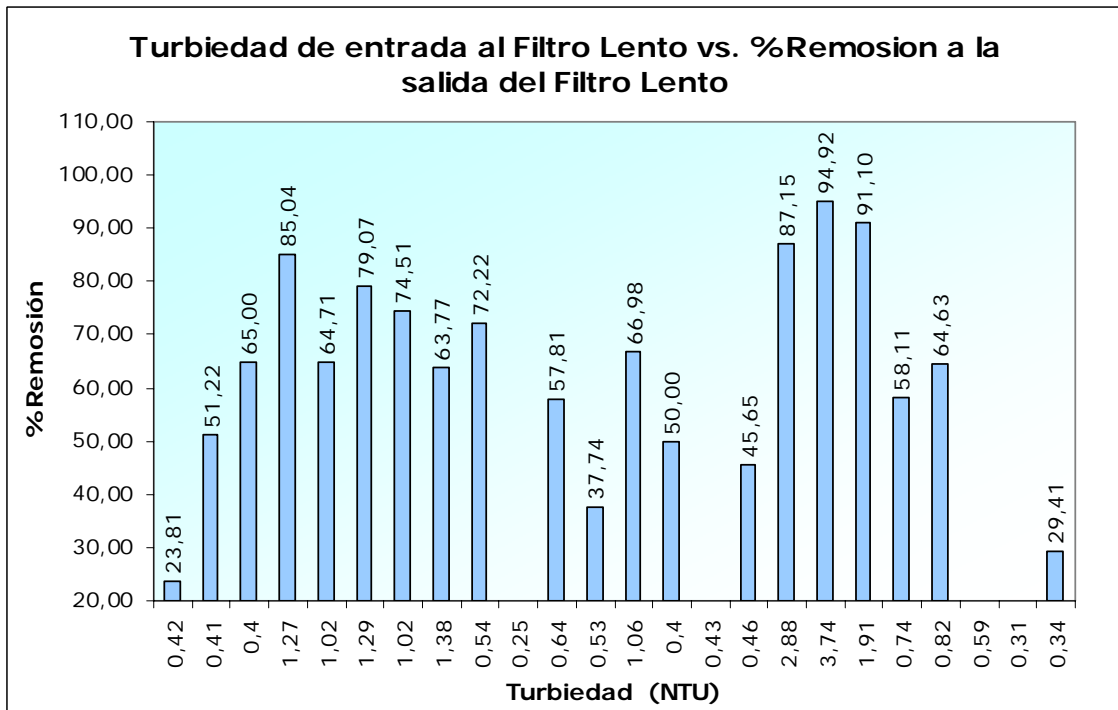


FIG. XIII-11 Turbiedad del Agua Prefiltrada vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Lento (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

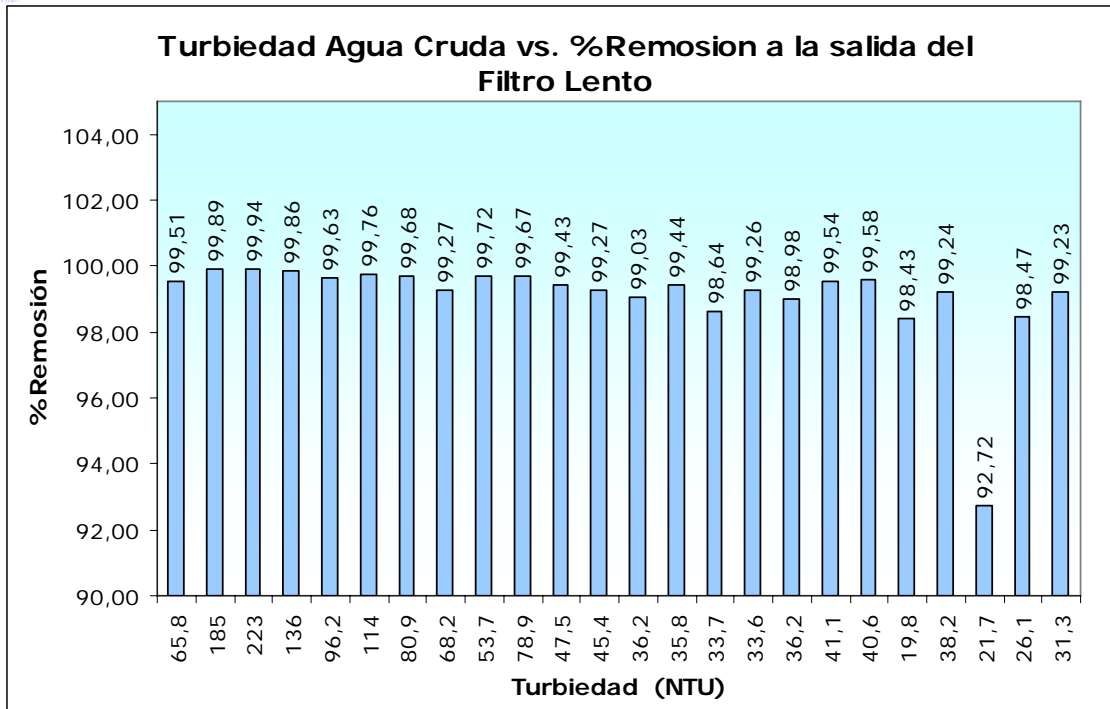


FIG. XIII-12 Turbiedad del Agua Cruda vs. % Remoción de turbiedad a la salida del Filtro Lento (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

Remoción del Color Real:

A continuación se muestran las tablas resumen de resultados diarios de color real en cada punto de muestreo, con sus respectivas gráficas de variación a lo largo del tiempo y de porcentaje de remoción en cada unidad.

Notas:

- El color real no se midió de cada muestra horaria, sino únicamente de algunas muestras representativas de agua cruda. Con los datos obtenidos se realizó una correlación entre el color aparente y su respectivo color real, para luego obtener una ecuación que permita calcular el color real en función del aparente a través del ajuste a una curva logarítmica como se explicó en el capítulo VII.
- El color real del agua de de salida del filtro grueso y salida del filtro lento, se asume igual al color aparente.



- En las tablas y graficas correspondientes a los dos primeros días de muestreo, no se tienen los resultados de color real para cada hora del día, debido a la falla que presentaron los dos muestreadores colocados a la salida del filtro grueso y filtro lento en la planta.

TABLA XIII-5 Resultados de Color Real correspondientes al muestreo automático del 2-3/Mayo/2007.

MUESTREO DEL 2-3 / MAYO/2007							
Hora	ENTRADA PLANTA		SALIDA FILTRO GRUESO		SALIDA FILTRO LENTO		% Remoción Total
	Color Aparente UC	Color Real UC	Color Aparente UC	% Remoción	Color Aparente UC	% Remoción	
0	70		25		23	8,00	
1	92		31				
2	115	47,39	20	57,79	21	0,00	55,68
3	91	19,95	20				
15	115	47,39	30	36,69			
16	126	58,09	24	58,69			
21	136	67,04			13		80,61
22	114	46,36	24	78,95			
23	112	44,29	19	83,04			
Min	70	19,95	19,00	36,69	13,00	0,00	55,68
Prom	107,89	47,22	24,13	63,03	19,00	4,00	68,15
Max	136	67,04	31,00	83,04	23,00	8,00	80,61

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
 Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 13:27pm para el agua cruda, 14:34pm para la salida del filtro grueso y 15:52pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- No se observa mayor variación horaria del color en el agua cruda, el porcentaje de color real con respecto al aparente es alto lo que indica la presencia de sustancias húmicas y hierro en el agua cruda.
- Como se puede apreciar en la FIG. XIII-13, la mayor parte del color al igual que la turbiedad es removida por los procesos de floculación, sedimentación y prefiltración.
- El porcentaje de flóculos que llegan al filtro lento es muy bajo, este último remueve el color del agua dándole una mejor apariencia estética al agua tratada.
- La remoción del color real antes de la etapa de filtración lenta es alta con un promedio del 63% de remoción (Ver FIG. XIII-14), más alta aun es la remoción total del proceso con un promedio de 68%.

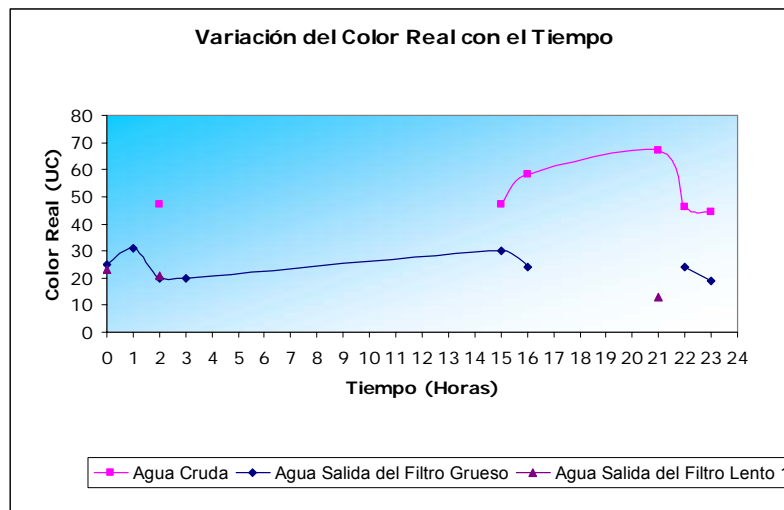


FIG. XIII-13 Variación del Color Real a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 2-3 Mayo/2007)

UNIVERSIDAD DE CUENCA

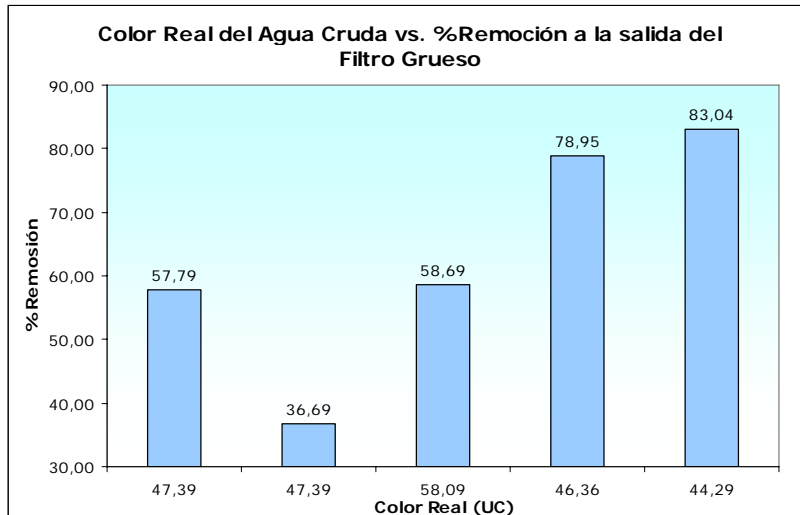


FIG. XIII-14 Color Real del Agua Cruda vs. % Remoción del Color Real a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 2-3 Mayo/2007)

TABLA XIII-6 Resultados de Color Real correspondientes al muestreo automático del 3-4/Mayo/2007.

MUESTREO DEL 3-4 / MAYO/2007							
Hora	ENTRADA PLANTA		SALIDA FILTRO GRUESO		SALIDA FILTRO LENTO		% Remoción Total
	Color Aparente UC	Color Real UC	Color Aparente UC	% Remoción	Color Aparente UC	% Remoción	
0	146	75,36	23	69,48			
1	284	153,34	11	92,83			
2	202	113,41	21	81,48			
3	101	32,17	8	75,13			
4	260	142,99	7	95,10			
5	93		11				
6	112	44,29	14	68,39			
7	70		9		7		
8	90		8		13		
9	46		13				
10	82		17				
11	112	44,29	16	63,87			
12	1536	351,17	18	94,87			
13	2210	393,81	37	90,60			
14	1944	378,78	33	91,29	11	66,67	97,10
15	1348	335,87	18	94,64	15	16,67	95,53
16	868	284,28	22	92,26	15	31,82	94,72
17	692	257,72	10	96,12	10	0,00	96,12
18	1192	321,45	8	97,51	5	37,50	98,44
19	588	238,63	15	93,71	10	33,33	95,81
20	428	201,41	18	91,06	14	22,22	93,05
21	398	192,89	13	93,26	8	38,46	95,85

Viviana Morales L
Diana Ortega A

22	380	187,47	6	96,80	8	0	95,73
23	331	171,29	14	91,83	4	71,43	97,66
Min	46	32,17	6	63,87	4	0,00	93,05
Prom	563,04	206,35	15,42	87,91	10,00	31,81	96,00
Max	2210	393,81	37	97,51	15	71,43	98,44

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 14:43pm para el agua cruda, 15:50pm para la salida del filtro grueso y 17:08pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- Se observa una variación horaria muy amplia del color en el agua cruda siendo el valor mínimo de 32.17 UC y el máximo de 393.81 UC. En general el valor promedio es alto e igual a 206.35 UC.
- El porcentaje de color real con respecto al aparente es alto lo que indica la presencia de un elevado contenido de sustancias húmicas, y hierro en el agua cruda.
- Presenta una variación semejante a la muestra anterior, como se aprecia en las FIGS. XIII-15, XIII-16, XIII-17, XIII-18, XIII-19.
- En algunas muestras se observa que el valor del color a la salida del filtro grueso es menor que el correspondiente a la salida del filtro lento esto no debería pasar, una explicación es que pudo darse un desfase en el tiempo de paso entre la una unidad y la otra, por motivo de lavado de cualquiera de ellas; otra explicación puede ser la presencia de algas en las

paredes del filtro lento lo que pudo haber incrementado el color de esas muestras.

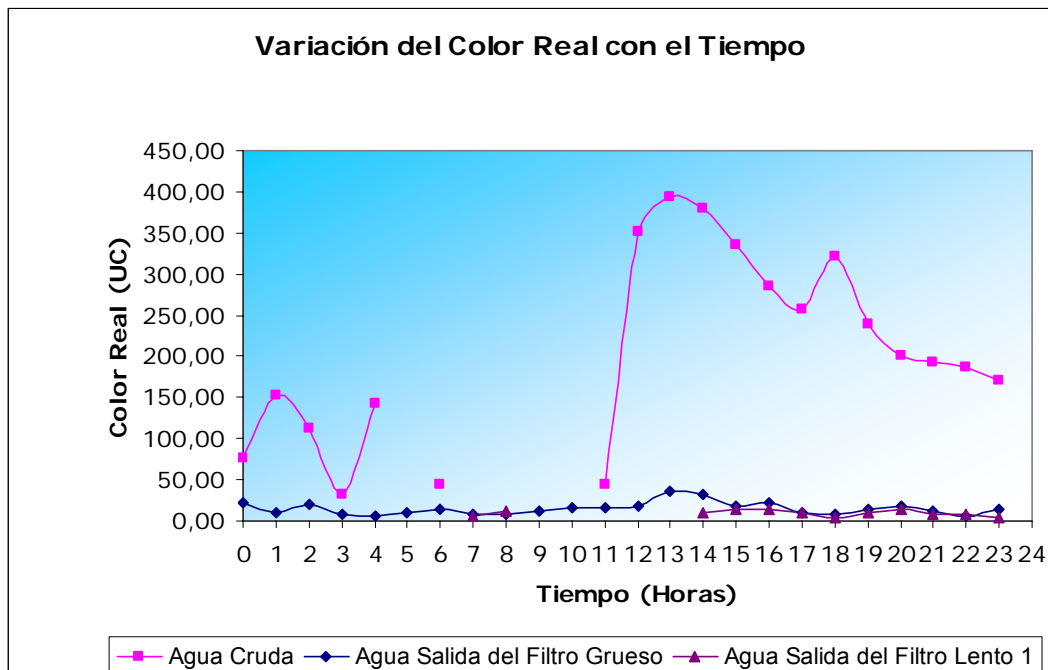


FIG. XIII-15 Variación del Color Real a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

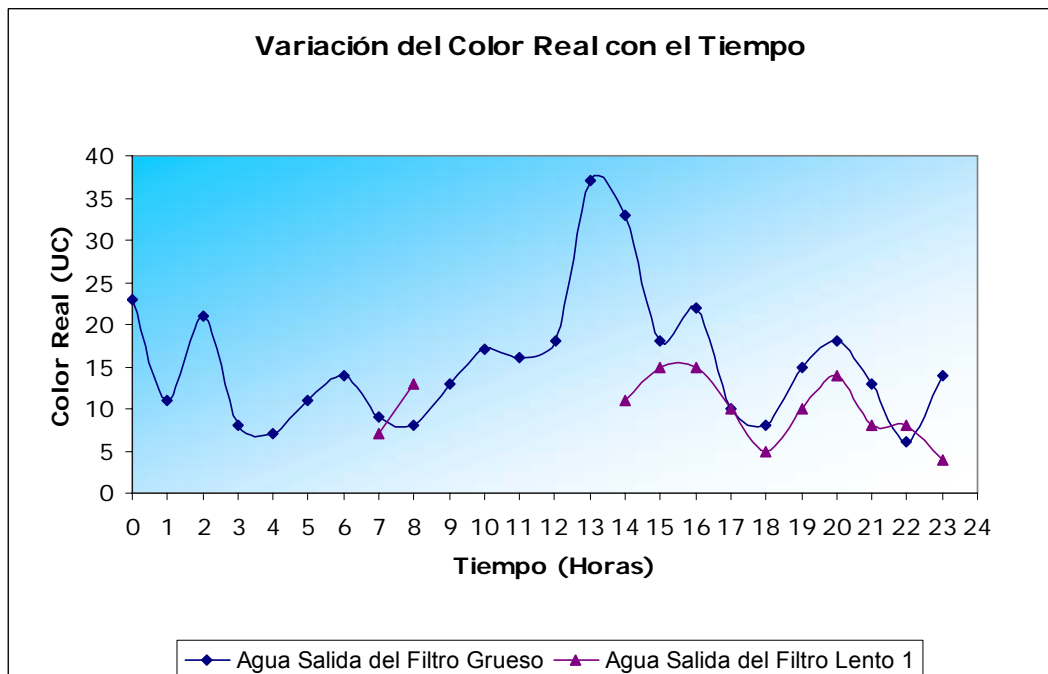


FIG. XIII-16 Variación del Color Real a la salida del Filtro Grueso y salida del Filtro Lento, con el tiempo (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

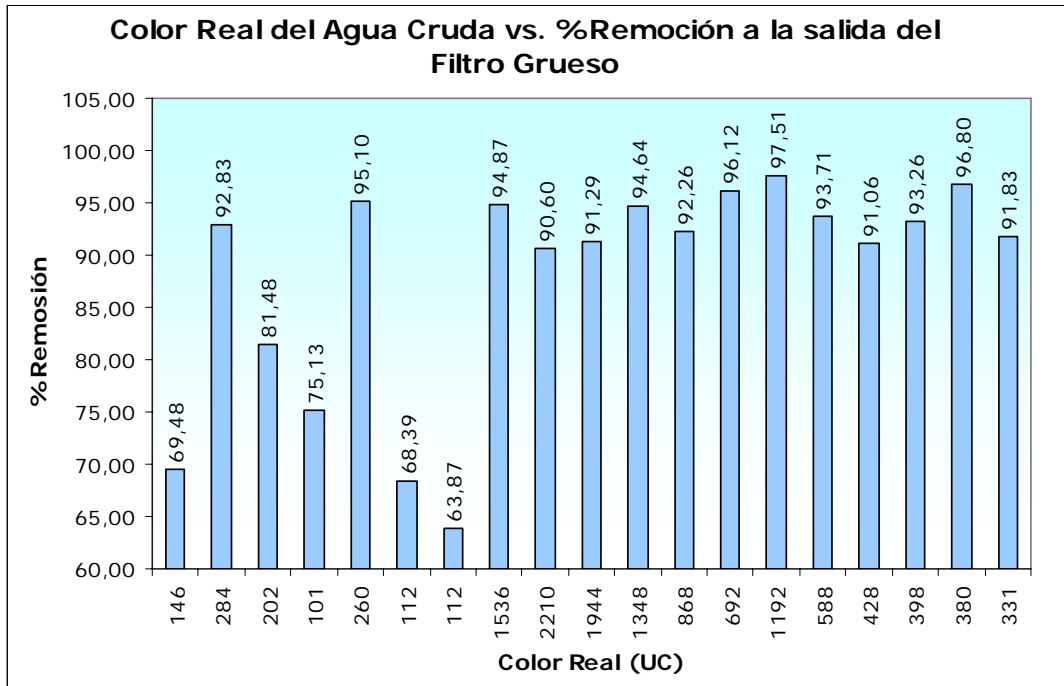


FIG. XIII-17 Color Real del Agua Cruda vs. % Remoción del Color Real a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

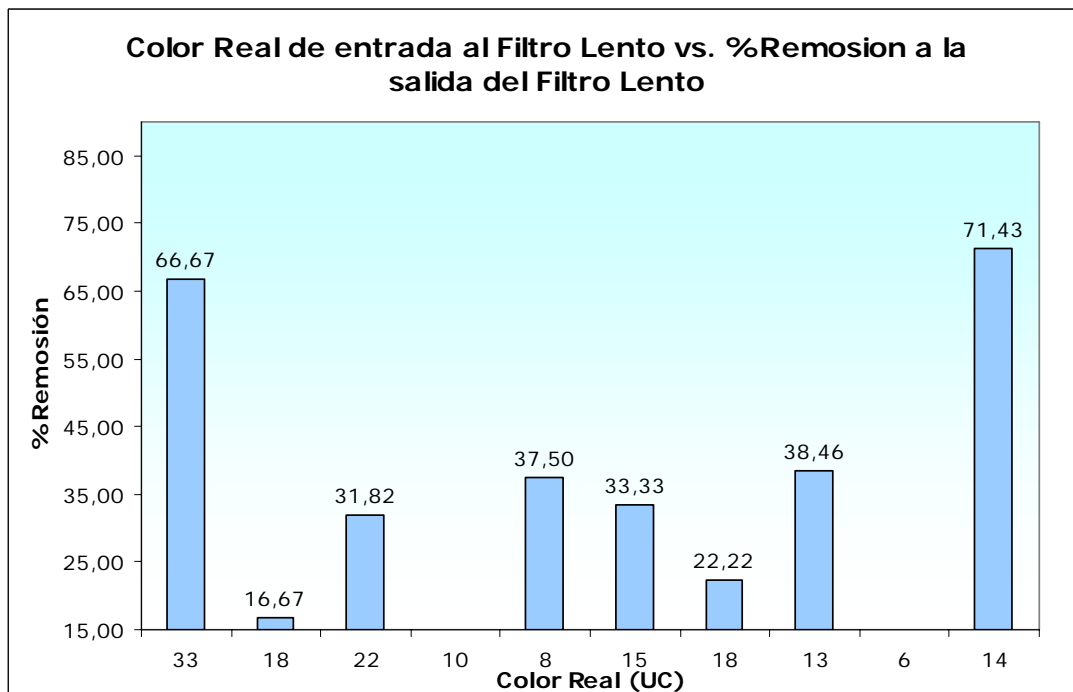


FIG. XIII-18 Color Real del Agua Prefiltrada vs. % Remoción del Color Real a la salida del Filtro Lento (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

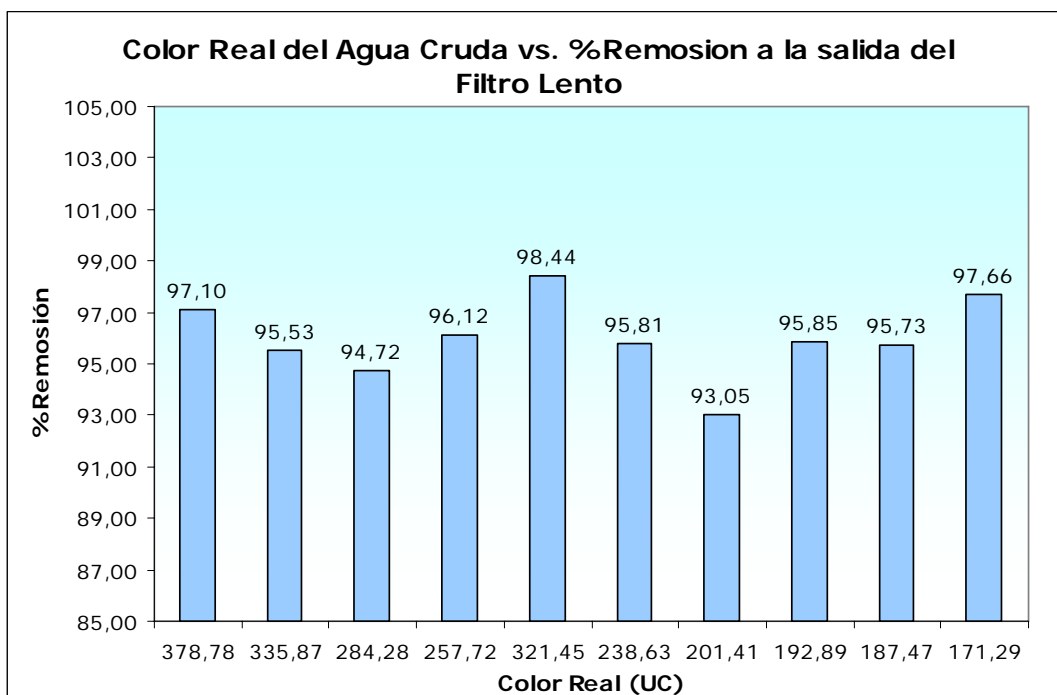


FIG. XIII-19 Color Real del Agua Cruda vs. % Remoción del Color Real a la salida del Filtro Lento (Muestreo 3-4 Mayo/2007)

TABLA XIII-7 Resultados de Color Real correspondientes al muestreo automático del 4-5/Mayo/2007

MUESTREO DEL 4-5 / MAYO/2007							
Hora	ENTRADA PLANTA		SALIDA FILTRO GRUESO		SALIDA FILTRO LENTO		% Remoción Total
	Color Aparente UC	Color Real UC	Color Aparente UC	% Remoción	Color Aparente UC	% Remoción	
0	580	237,03	7	97,05	13	0,00	94,52
1	1412	341,30	9	97,36	14	0,00	95,90
2	1756	366,86	1	99,73	6	0,00	98,36
3	1220	324,17	15	95,37	9	40,00	97,22
4	952	295,10	15	94,92	19	0,00	93,56
5	992	299,93	8	97,33	11	0,00	96,33
6	732	264,31	9	96,59	10	0,00	96,22
7	724	263,02	22	91,64	14	36,36	94,68
8	543	229,30	10	95,64	1	90,00	99,56
9	780	271,75	16	94,11	8	0,00	97,06
10	435	203,31	10	95,08	9	10,00	95,57
11	436	203,58	3	98,53	4	0,00	98,04
12	379	187,16	11	94,12	14	0,00	92,52



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

13	354	179,16	10	94,42	4	60,00	97,77
14	343	175,46	5	97,15	8	0,00	95,44
15	338	173,74	14	91,94	13	7,14	92,52
16	346	176,48	23	86,97	7	69,57	96,03
17	354	179,16	35	80,46	11	68,57	93,86
18	330	170,93	21	87,71	5	76,19	97,07
19	220	123,41	13	89,47	8	38,46	93,52
20	353	178,83	10	94,41	6	40,00	96,64
21	234	130,64	10	92,35	28	0,00	78,57
22	244	135,55	13	90,41	12	0,00	91,15
23	265	145,22	11	92,43	13	0,00	91,05
Min	220	123,41	1	80,46	1	0	78,57
Prom	596,75	218,98	12,54	93,55	10,29	22,35	94,71
Max	1756	366,86	35	99,73	28	90,00	99,56

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la tabla anterior y en las gráficas a continuación, la hora 0 corresponde a la hora de inicio de muestreo en cada unidad, es decir las 14:26pm para el agua cruda, 15:33pm para la salida del filtro grueso y 16:51pm para la salida del filtro lento; y así con intervalos de una hora hasta completar las 23 horas de muestreo.

Análisis de Resultados:

- Presenta un comportamiento semejante a la muestra anterior, como se aprecia en las FIGS. XIII-20, XIII-21, XIII-22, XIII-23, XIII-24.

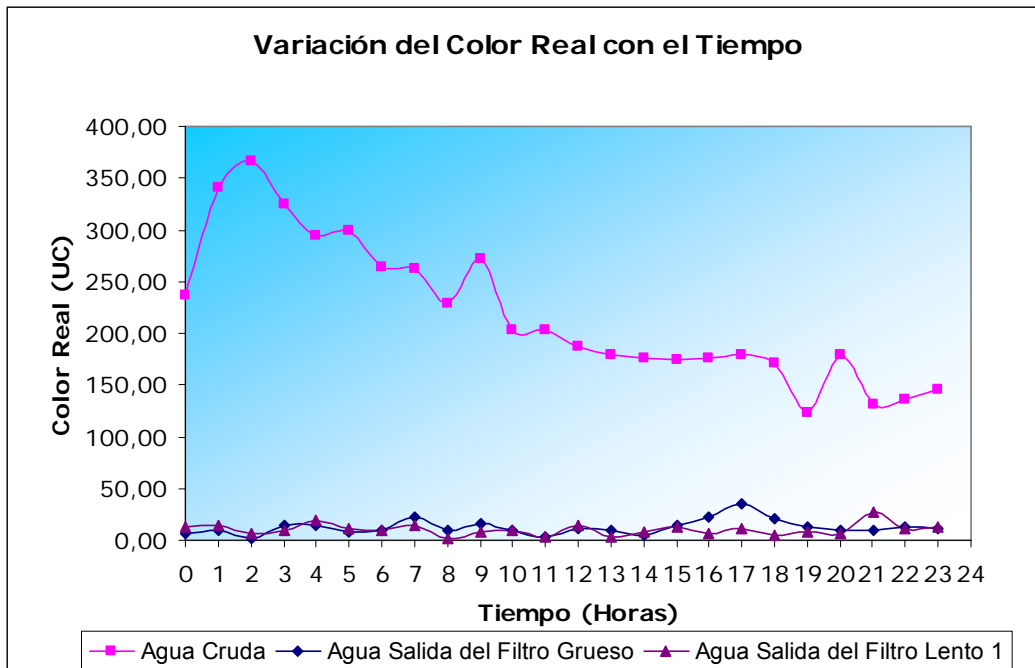


FIG. XIII-20 Variación del Color Real a lo largo de las unidades de tratamiento con el tiempo (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

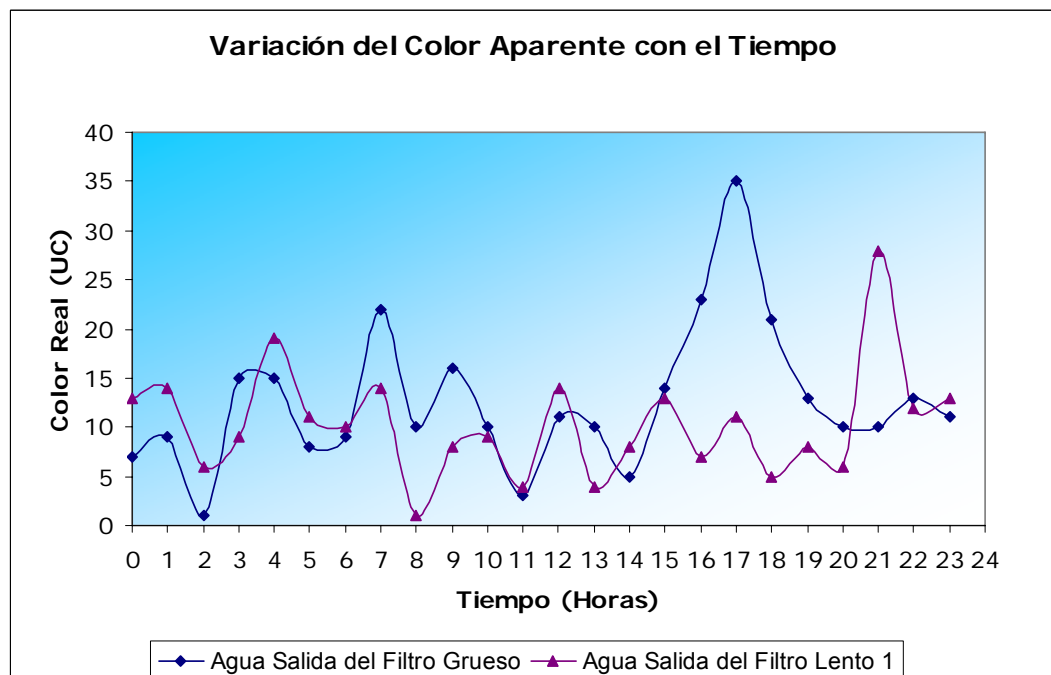


FIG. XIII-21 Variación del Color Real a la salida del Filtro Grueso y salida del Filtro Lento, con el tiempo (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

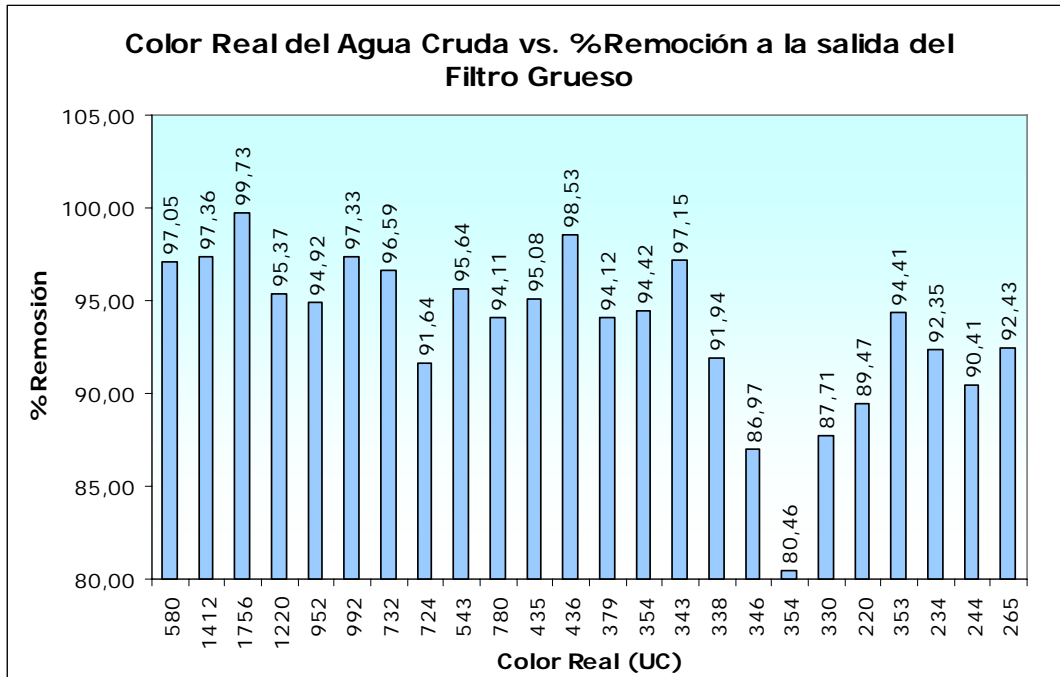


FIG. XIII-22 Color Real del Agua Cruda vs. % Remoción de Color a la salida del Filtro Grueso (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

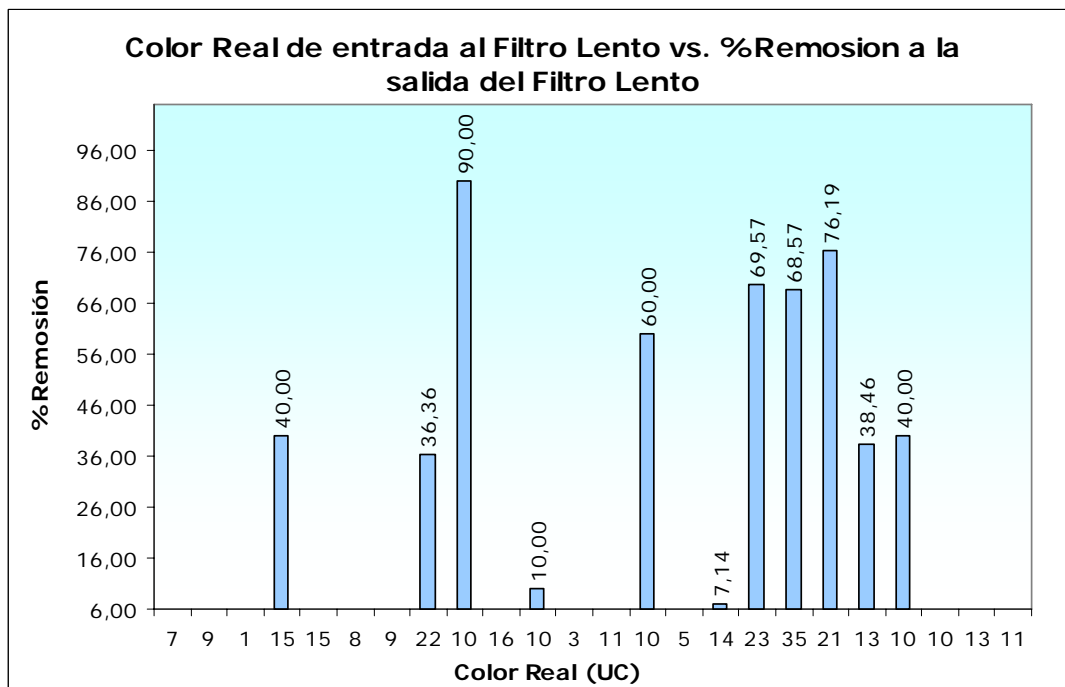


FIG. XIII-23 Color del Agua Prefiltrada vs. % Remoción de Color a la salida del Filtro Lento (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

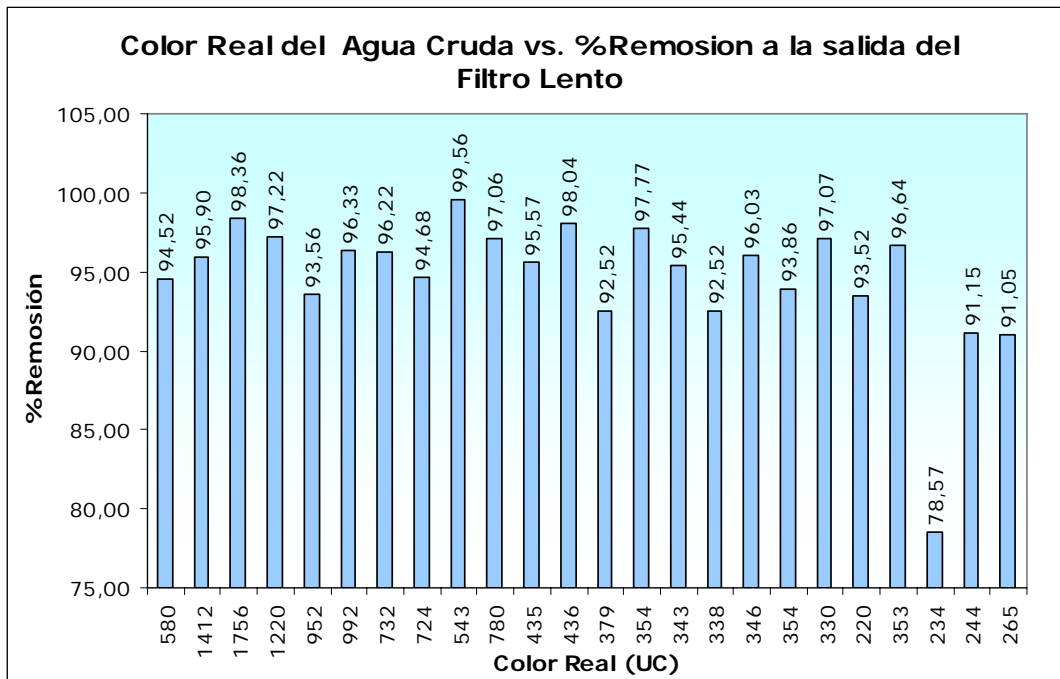


FIG. XIII-24 Color Real del Agua Cruda vs. % Remoción de Color a la salida del Filtro Lento (Muestreo 4-5 Mayo/2007)

Del muestreo automático se realizaron algunos ensayos químicos como son la determinación del Hierro, Manganeso, Alcalinidad y pH. Los resultados obtenidos se muestran en las TABLAS XIII-8 y XIII-9.

Nota: Ninguna muestra presentó manganeso, por lo que no se tabula ningún resultado.



Variación del Hierro:

TABLA XIII-8 Resultados de Hierro correspondientes al muestreo automático del 2-5/Mayo/2007

AGUA CRUDA					AGUA SALIDA DEL FILTRO GRUESO			AGUA SALIDA DEL FILTRO LENTO		
Fecha	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Hierro (mg/l)	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Hierro (mg/l)
02/05/2007	8,03	91	-	-	0,86	20	0,016	-	-	-
03/05/2007	28,6	260	-	-	0,61	7	0,07	-	-	-
04/05/2007	297,5	2210	-	2,36	3,55	37	-	-	-	-
04/05/2007	167	1348	-	2,3	1,14	18	-	0,33	15	-
04/05/2007	40,5	380	-	1,73	0,5	6	-	0,39	8	-
04/05/2007	168	1192	-	-	0,39	8	-	0,26	5	0,17
04/05/2007	185	1412	-	1,17	0,41	9	-	0,2	14	-
04/05/2007	223	1756	360	1,54	0,4	1	-	0,14	6	0,07
04/05/2007	78,9	780	286	1,66	0,25	16	-	0,26	8	0,2
04/05/2007	45,4	436	-	1,55	0,53	3	-	0,33	4	0,46
04/05/2007	33,7	343	-	1,89	0,43	5	-	0,46	8	0,74
04/05/2007	19,8	220	-	1,24	0,74	13	-	0,31	8	0,18

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



Análisis de Resultados:

- Los valores de hierro del agua cruda son relativamente altos, se observa claramente en la tabla anterior que mientras mayor es el color del agua cruda, mayor es su contenido de hierro.
- Con los procesos de floculación y sedimentación se da una importante remoción del hierro, esto se debe a que parte del mismo esta posiblemente como coloide y al adicionar el sulfato de aluminio se produce una gran remoción, pues el hierro pasa a formar parte de los lodos que se sedimentan.
- La remoción de hierro en el filtro lento es alta, esto se debe a su acción bacteriológica, pues muchas de las bacterias presentes en el mismo oxidan el hierro y aumenta su eficiencia en la remoción del mismo.

Variación del pH:

TABLA XIII-9 Resultados de pH correspondientes al muestreo automático del 4-5/Mayo/2007

Fecha	Hora	Tipo Agua	pH
04/05/2007	15:26	Cruda	7,24
04/05/2007	16:33	Prefiltrada	6,17
04/05/2007	17:51	Filtrada	7,67
04/05/2007	16:26	Cruda	6,80
04/05/2007	17:33	Prefiltrada	6,37
04/05/2007	18:51	Filtrada	6,97
05/05/2007	23:26	Cruda	7,14
05/05/2007	0:33	Prefiltrada	7,59
05/05/2007	1:51	Filtrada	7,14
05/05/2007	1:26	Cruda	7,33
05/05/2007	2:33	Prefiltrada	6,92
05/05/2007	3:51	Filtrada	7,02



UNIVERSIDAD DE CUENCA

05/05/2007	4:26	Cruda	7,35
05/05/2007	5:33	Prefiltrada	7,13
05/05/2007	6:51	Filtrada	7,44
05/05/2007	9:26	Cruda	7,59
05/05/2007	10:33	Prefiltrada	7,12
05/05/2007	11:51	Filtrada	7,70

Fuente: Resultado de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

- El pH del agua cruda es normal, pues el rango de pH en aguas naturales no contaminadas varía de 6-8.
- Con la adición del sulfato de aluminio desciende el pH.
- En el filtro lento vuelve a subir el pH del agua, esto se debe a la presencia de algas en sus paredes y al bicarbonato de calcio (de la composición química de la arena) que alcalinizan el medio con lo sube el pH del agua.

Alcalinidad:

La alcalinidad obtenida de 46mg/l es relativamente baja; sin embargo, en época de lluvia el arrastre de sólidos incrementa la conductividad, debido a compuestos como silicatos, fosfatos, boratos y otros que incrementan la capacidad de amortiguamiento del agua, manteniendo constante la cantidad de bicarbonato.

Conductividad:

En cuanto a la conductividad del agua cruda dio un valor de 86 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que nos indica que se trata de un agua medianamente mineralizada.



XIII.1.1.3 Muestreo Nro 3

Las muestras fueron tomadas el día 7 de junio de 2007 a la hora que se indica en la TABLA XIII-10, cabe indicar que a partir de la hora inicial en la que se toma la muestra del agua cruda las demás muestras fueron tomadas de acuerdo a los tiempos de paso que se obtuvieron en el Capítulo XII.

La toma de las muestras se realizó en cinco unidades diferentes representativas del Sistema, estas son:

1. A la Entrada de la Planta:

El agua está visiblemente coloreada debido a que es época de lluvia, por lo que se la considera representativa para evaluar los resultados. (Foto XIII-9)



Foto XIII-9 Muestra de Agua Cruda

2. A la Salida del Floculador:

A la salida del Floculador se observan claramente los flóculos que se han formado en esta unidad, razón por la cual la turbiedad podría incrementarse en esta muestra. (Foto XIII-10).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-10 Muestra a la Salida del Floclador.

3. A la Salida del Sedimentador:

Esta muestra es muy importante ya que el agua que sale de esta unidad casi no presenta color ni turbiedad a simple vista y podemos decir que la remoción que se produce es alta. (Foto XIII-11)



Foto XIII-11 Muestra a la Salida del Sedimentador.

4. A la Salida del Filtro Grueso:

Esta muestra nos sirve para determinar que remoción realiza el Filtro Grueso ya que el agua de ingreso al mismo es bastante buena. (Foto XIII-12)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-12 Muestra a la Salida del Filtro Grueso.

5. A la Salida del Filtro Lento:

La evaluación de esta muestra es de gran interés para determinar la eficiencia tanto de esta unidad como de todo el proceso de Potabilización en general. (Foto XIII-13)



Foto XIII-13 Muestra a la Salida del Filtro Lento.

Análisis de Resultados:

La primera muestra se tomó a las 10:34 am y en la tarde se realizaron los ensayos en el laboratorio de la Universidad de Cuenca obteniendo los siguientes resultados:

TABLA XIII-10 Caracterización del agua para las Muestras tomadas a las 10:34am del 7 de Junio del 2007

Hora	Muestra N°	Color (UC)	Turbiedad (NTU)	pH	Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	Observaciones
10:34	F1	273	37.7	6.8	138.2	Agua Cruda
10:47	F2	270	42.5	6.6	149	A la Salida del Flocculador
11:29	F3	36	3.19	6.41	151.6	A la Salida del



						Sedimentador
11:41	F4	26	1.95	6.6	143.6	A la Salida del Filtro Grueso
12:58	F5	19	0.24	6.7	142.8	A la Salida del Filtro Lento

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Para el análisis de los resultados utilizaremos las gráficas obtenidas con los datos de la TABLA XIII-10 que se presentan a continuación:

- Remoción de Color Aparente:

Al revisar los valores obtenidos de color en la TABLA XIII-10 y como se ve en la FIG. XIII-25 se observa que el agua ingresa a la planta de tratamiento con un valor alto de color, al pasar por el floculador el color permanece casi constante, sin embargo al pasar por el sedimentador se realiza la mayor remoción de color aparente (de 270 UC a 36UC); luego al pasar por el Filtro Grueso y Filtro Lento se da una remoción adicional.

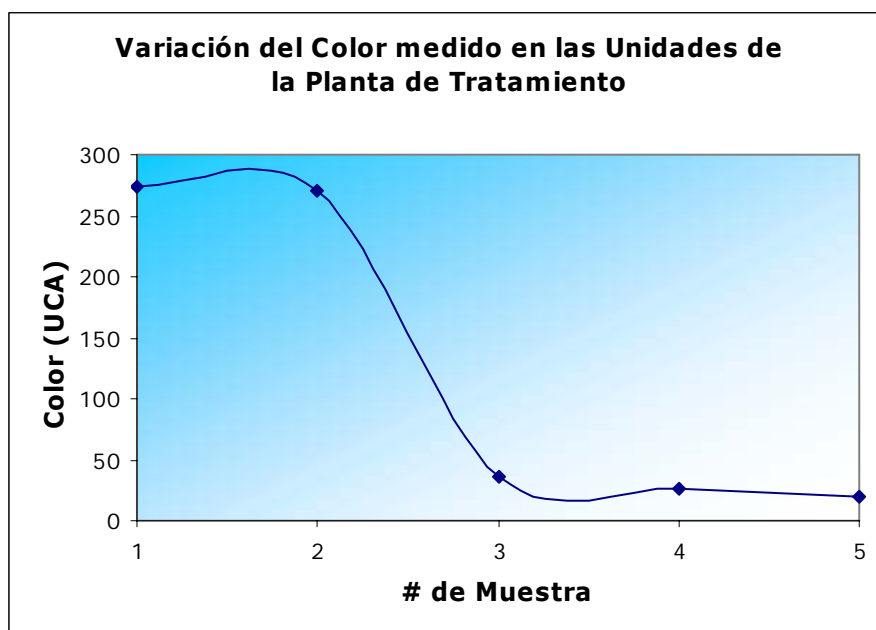


FIG. XIII-25 Valores de Color obtenidos de las muestras de agua en las diferentes unidades de tratamiento.



- Remoción de Turbiedad:

Al analizar los valores de turbiedad en la TABLA XIII-10 y en la FIG. XIII-26 se observa que el agua ingresa a la planta de tratamiento con un valor de 37.7 NTU, al pasar por el floculador este valor aumenta a 42.5 NTU esto es debido a la formación de flóculos; del sedimentador el agua sale con una turbiedad de 3.19 NTU, luego en el Prefiltro se remueve un poco más y a la salida del Filtro lento el valor de la turbiedad es muy bajo, con 0.24 NTU.

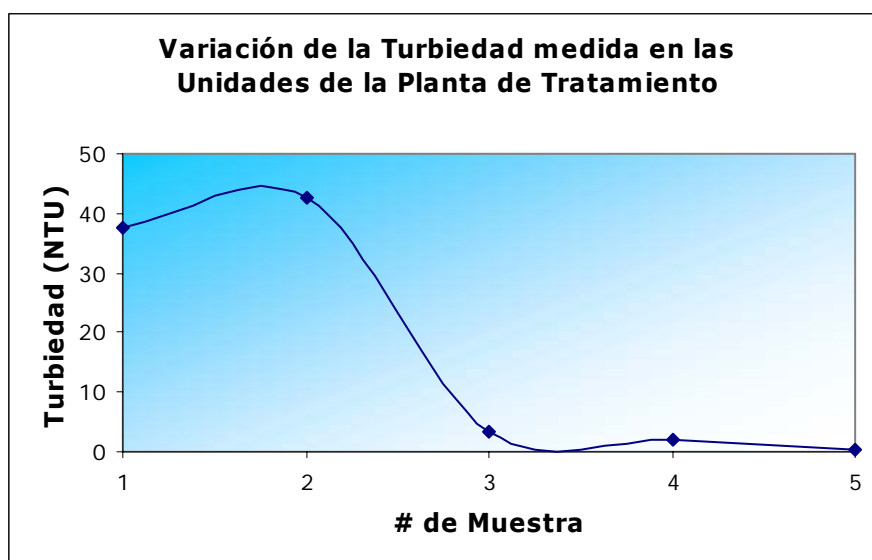


FIG. XIII-26 Valores de Turbiedad obtenidos de las muestras de agua en las diferentes unidades de tratamiento.

- Variación de pH:

Los valores de pH se mantienen prácticamente constantes como se puede apreciar en la FIG. XIII-27, la adición del coagulante (Sulfato de Aluminio) no produce un descenso significativo del pH, por lo que el agua tiene una capacidad de amortiguamiento, que puede deberse no sólo a los bicarbonatos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

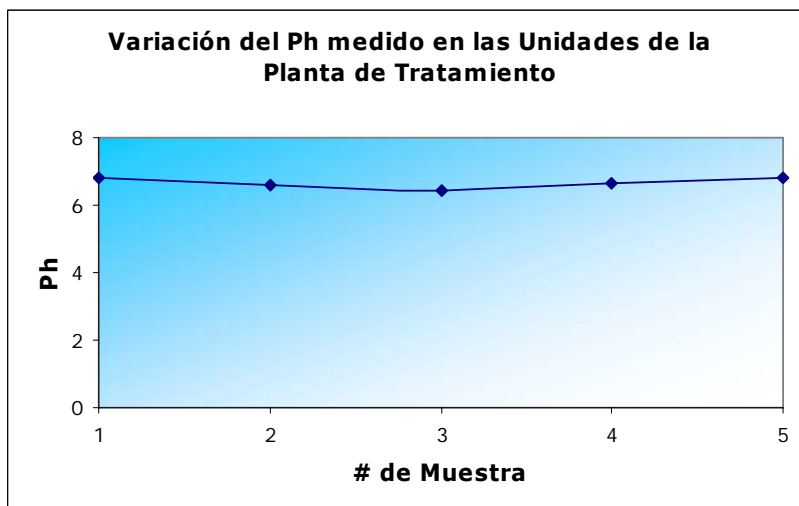


FIG. XIII-27 Valores de pH medidos en las diferentes unidades de tratamiento.

- Variación de Conductividad:

La conductividad a la salida del floculador, se incrementa debido a la adición del coagulante, el que se ioniza y mineraliza el agua, y en las unidades siguientes, los valores presentan variaciones poco significativos. Ver FIG. XIII-28).

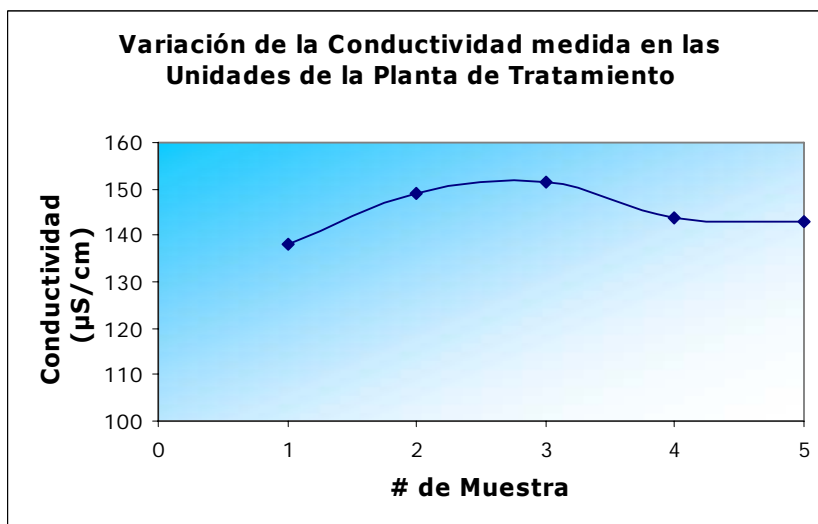


FIG. XIII-28 Valores de Conductividad medidos en las diferentes Unidades de tratamiento.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

La segunda muestra se tomó una hora después de la primera, es decir a las 11:34 am y los resultados de los ensayos realizados se reflejan en la TABLA XIII-11.

TABLA XIII-11 Caracterización del agua para las Muestras tomadas a las 11:34am del 7 de Junio del 2007

Hora	Muestra N°	Color (UC)	Turbiedad (NTU)	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	Observaciones
11:34	6	211	33.8	7.11	133.6	Agua Cruda
11:47	7	294	52.7	6.4	151.2	A la Salida del Floculador
12:29	8	25	2.94	6.465	147.1	A la Salida del Sedimentador
12:41	9	19	0.93	6.68	151.6	A la Salida del Filtro Grueso
13:58	10	14	0.22	6.89	147.2	A la Salida del Filtro Lento

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Para el análisis de los resultados utilizaremos las gráficas obtenidas con los datos de la TABLA XIII-11 que se presentan a continuación:

- Remoción de Color:

Al revisar los valores obtenidos de color en la TABLA XIII-11 y como se aprecia en la FIG. XIII-29, el agua ingresa a la planta de tratamiento con un valor alto de color, al pasar por el floculador éste aumenta debido a la formación de flóculos, es decir el color es debido a la turbiedad, y el proceso de remoción se repite como en la muestra anterior.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

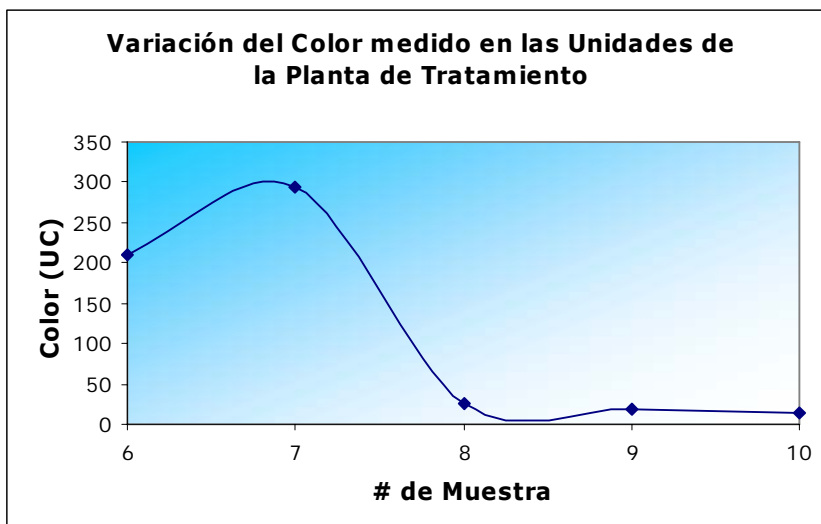


FIG. XIII-29 Valores de Color obtenidos de las muestras de agua en diferentes unidades de tratamiento.

- Remoción de Turbiedad:

Como se puede apreciar en la FIG. XIII-30 la máxima remoción se produce en el sedimentador y el comportamiento es el mismo que en la muestra anterior.

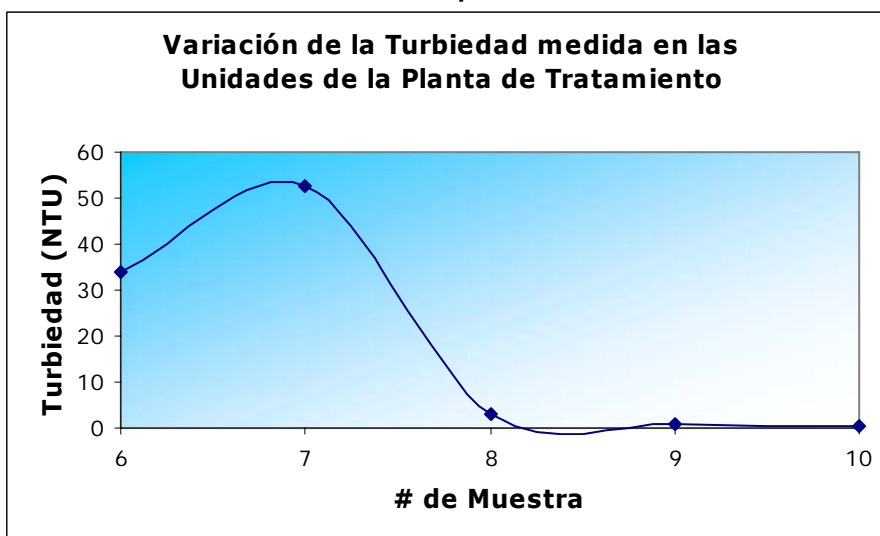


FIG. XIII-30 Valores de Turbiedad obtenidos de las muestras de agua en diferentes unidades de tratamiento.

- Variación de pH:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Como se muestra en la FIG. XIII-31 la disminución del pH debido al sulfato de aluminio es mínima y después se incrementa hasta alcanzar el valor inicial.

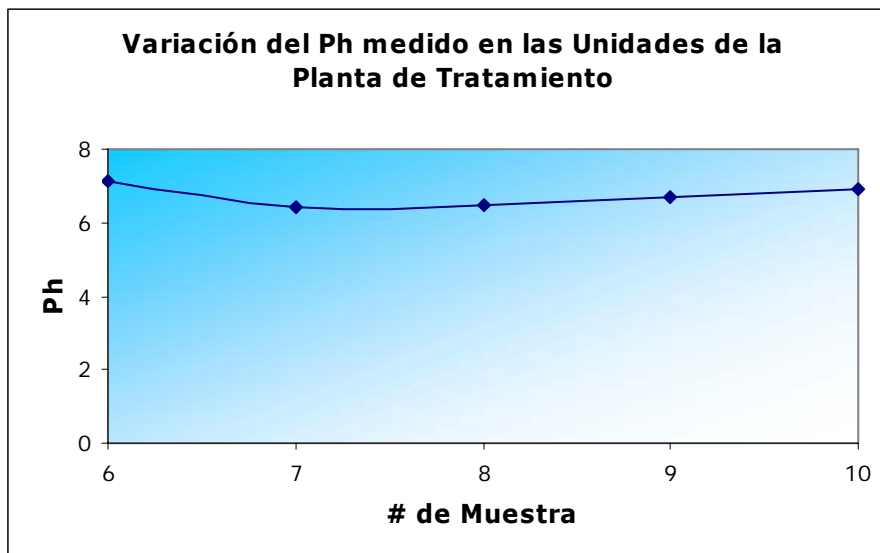


FIG. XIII-31 Valores de pH medidos en diferentes unidades de tratamiento.

- Variación de Conductividad:

El comportamiento de este parámetro, es semejante a la muestra anterior. (Ver FIG. XIII-32)

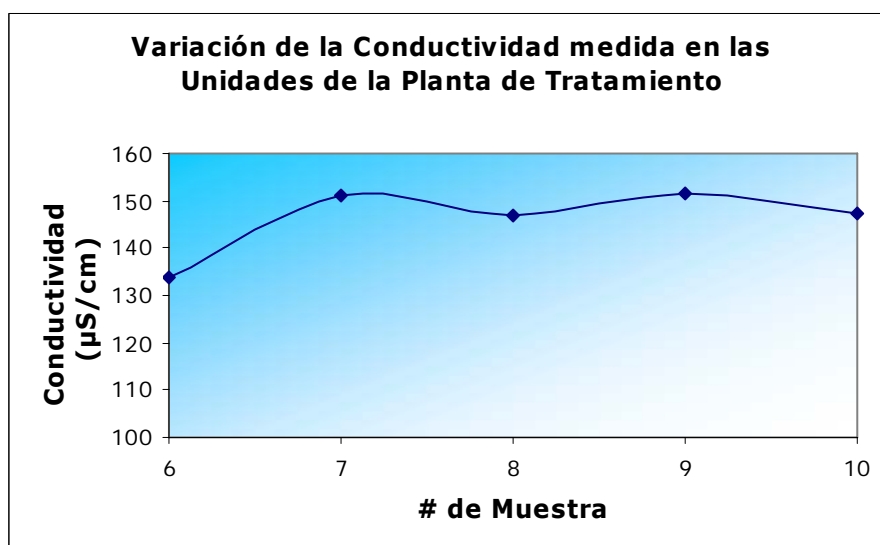


FIG. XIII-32 Valores de Conductividad medidos en diferentes Unidades de tratamiento.



Finalmente, la tercera muestra se tomó a las 12:36 am y los resultados de los ensayos realizados se muestran en la TABLA XIII-12.

TABLA XIII-12 Caracterización del agua para las Muestras tomadas a las 12:36pm del 7 de Junio del 2007

Hora	Muestra N°	Color (UC)	Turbiedad (NTU)	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	Observaciones
12:36	11	154	21.8	7.11	131.9	Agua Cruda
12:49	12	206	40.8	6.46	147.1	A la Salida del Floculador
13:31	13	34	3.71	6.485	145.7	A la Salida del Sedimentador
13:43	14	19	1.51	6.685	149.8	A la Salida del Filtro Grueso
15:00	15	17	0.29	6.83	153.7	A la Salida del Filtro Lento

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Para el análisis de los resultados utilizaremos las gráficas obtenidas con los datos de la TABLA XIII-12 que se presentan a continuación:

- Remoción de Color:

Los valores de Color obtenidos en la TABLA XIII-12 se comportan de la misma manera que las muestras anteriores con la variante que son menores. (Ver FIG. XIII-33)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

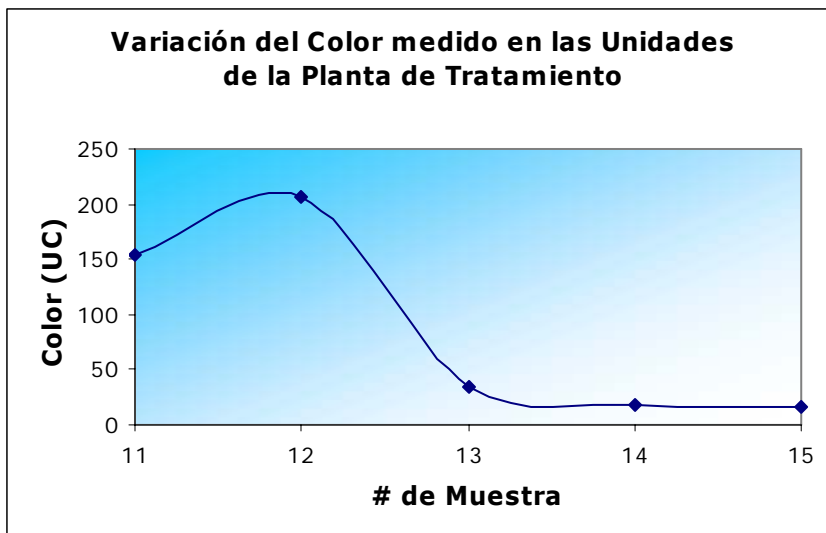


FIG. XIII-33 Valores de Color obtenidos de las muestras de agua en diferentes unidades de tratamiento.

- Remoción de Turbiedad:

En la FIG. XIII-34, se observa que el máximo valor de turbiedad se produce a la salida del Floculador, la cual es removida eficientemente en el sedimentador, luego presenta una variación semejante a las muestras anteriores.

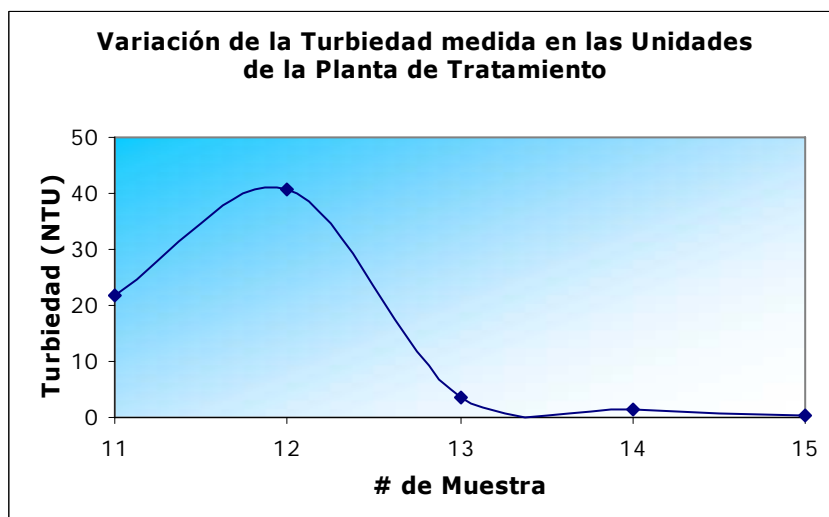


FIG. XIII-34 Valores de Turbiedad obtenidos de las muestras de agua en diferentes unidades de tratamiento.



- Variación de pH:

El pH, presenta una variación semejante a las muestras anteriores, como se aprecia en la FIG. XIII-35.

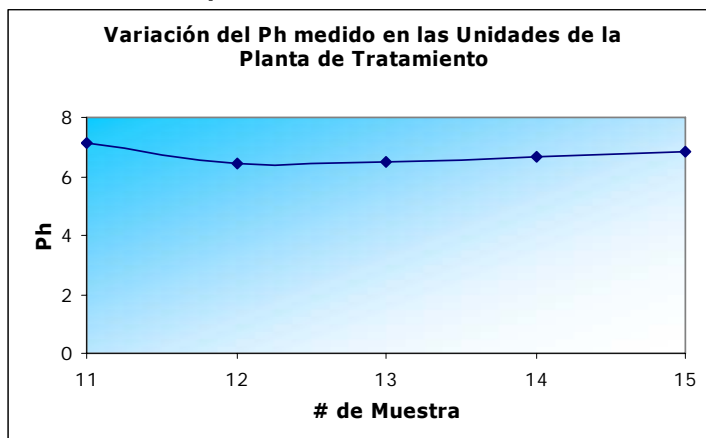


FIG. XIII-35 Valores de pH medidos en diferentes unidades de tratamiento.

- Variación de Conductividad:

Los valores de la conductividad no varían considerablemente y se mantienen iguales a los de las muestras anteriores. (Ver FIG. XIII-36)

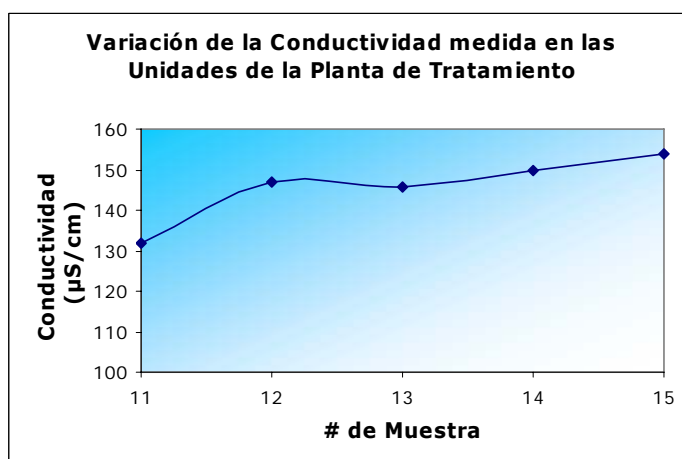


FIG. XIII-36 Valores de Conductividad medidos en diferentes Unidades de tratamiento.

Una vez que hemos realizado el análisis de los Resultados para cada muestra, se han obtenido los valores promedios



UNIVERSIDAD DE CUENCA

de Color y Turbiedad con sus respectivos porcentajes de Remoción. (Ver TABLA XIII-13)

TABLA XIII-13 Valores Promedios de Color y Turbiedad y Porcentajes de Remoción correspondientes a las muestras del 7 de Junio del 2007

Sitio de Muestreo	Color (UC)	Turbiedad (NTU)	% de Remoción Color	% de Remoción Turbiedad
1. Agua Cruda	212.67	31.10	-	-
2. Salida del Floculador	256.67	45.33	-	-
3. Salida del Sedimentador	31.67	3.28	85	89
4. Salida del Filtro Grueso	21.33	1.46	90	95
5. Salida del Filtro Lento	16.67	0.25	92	99

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

La TABLA XIII-13 de los valores promedio, presentan un comportamiento semejante al de las muestras individuales, tanto para el color como para la turbiedad.

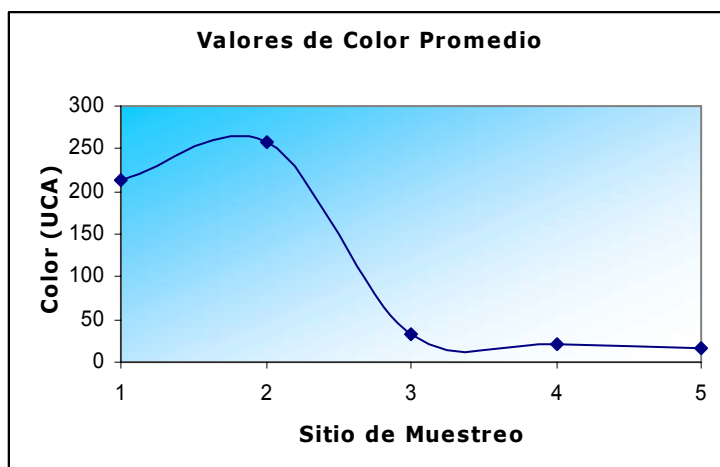


FIG. XIII-37 Valores de Color Promedio en los Sitios de muestreo.

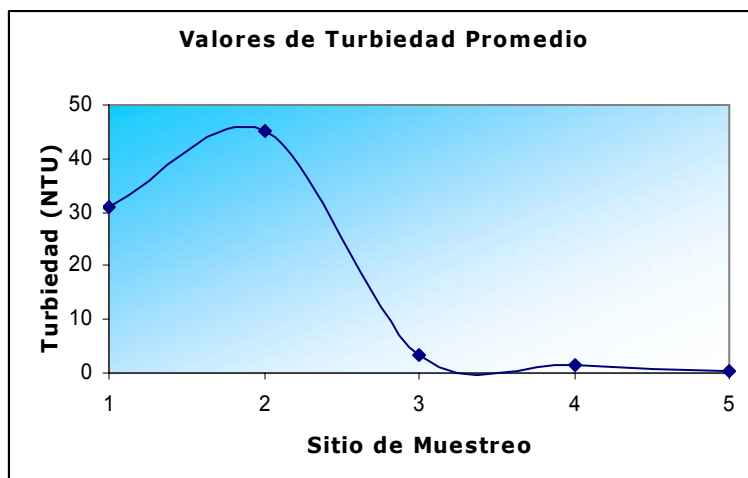


FIG. XIII-38 Valores de Turbiedad Promedio en los Sitios de muestreo.

Los resultados permiten concluir que el proceso de coagulación-floculación-sedimentación, remueven el color en un 85%, el Filtro Grueso remueve un 5% adicional del color y el Filtro Lento un 2%, lo cual indica que estas unidades también están ayudando al proceso de clarificación del agua. (Ver FIG. XIII-39)

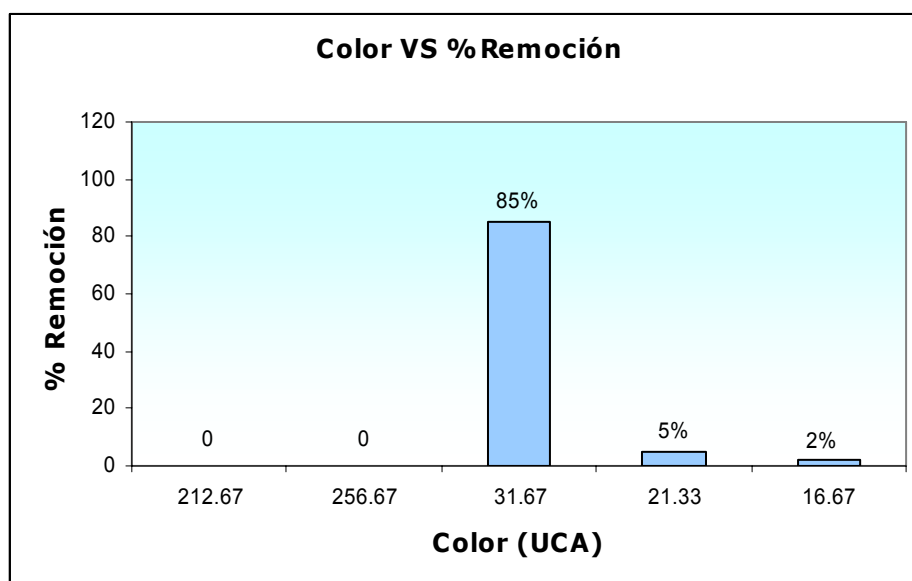


FIG. XIII-39 Variación del Color con el Porcentaje de Remoción.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

También podemos notar en la FIG. XIII-39 que mientras mayor es el color el porcentaje de Remoción es más alto.

En la Remoción de la Turbiedad sucede algo similar que en el color, la mayor remoción ocurre con el proceso de coagulación-floculación-sedimentación en un 89%, el Filtro Grueso remueve un 6% adicional de turbiedad y el Filtro Lento un 4%. (Ver FIG. XIII-40)

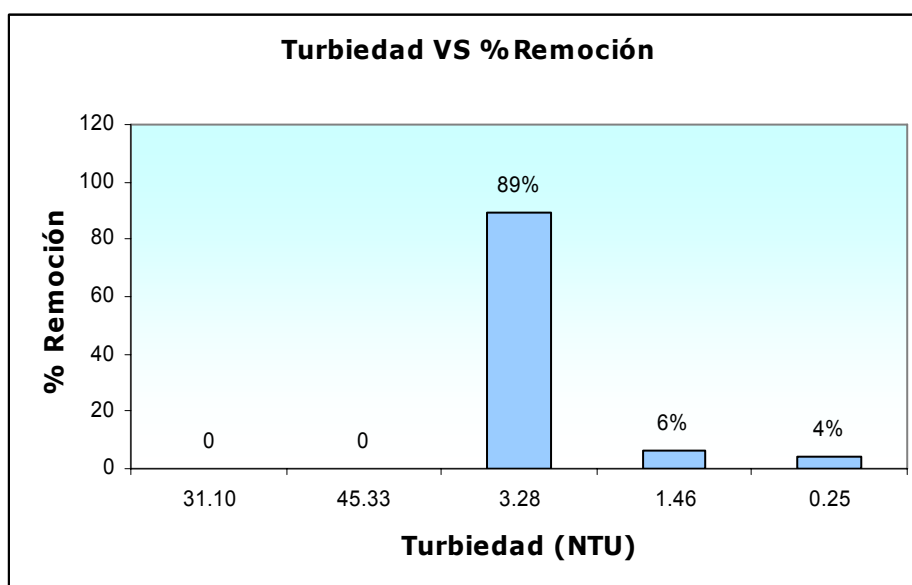


FIG. XIII-40 Variación de la Turbiedad con el Porcentaje de Remoción.

Los valores promedios del pH y Conductividad, se muestran en la TABLA XIII-14

TABLA XIII-14 Valores Promedios de pH y Conductividad correspondientes a las muestras del 7 de Junio del 2007

Sitio de Muestreo	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
1. Agua Cruda	7.01	134.6
2. Salida del Floculador	6.49	149.1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

3. Salida del Sedimentador	6.45	148.1
4. Salida del Filtro Grueso	6.67	148.3
5. Salida del Filtro Lento	6.84	147.9
Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio		145.6

Elaboración:
Grupo de Tesis

En la TABLA XIII-14 el pH promedio del agua cruda es de 7 es decir es neutro, y con la adición de Sulfato de Aluminio desciende muy poco, y en el Filtro Grueso y Lento se recupera y aumenta hasta 6.84.

El valor promedio de conductividad es de 145.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Conclusiones:

- Haciendo una comparación entre los datos de la TABLA XIII-11, TABLA XIII-12 y TABLA XIII-13 podemos apreciar que los valores de los diferentes parámetros medidos son similares, no varían considerablemente por la hora en la que fueron tomados lo cual nos permite sacar los valores promedios.
- La Turbiedad y el Color aparente son mayores en el agua a la Salida del Floculador que en el agua cruda, debido a la formación de flóculos, con la gradiente y el tiempo de contacto dados en el floculador.
- A mayor turbiedad a la salida del Floculador la remoción de color y turbiedad que realiza el Sedimentador es mayor.



- Los flóculos que se forman son pesados y sedimentables.
- La capacidad de amortiguamiento del agua para estas muestras es buena, ya que la adición de Sulfato de Aluminio no desciende mucho el pH; esta capacidad está relacionada con la conductividad del agua, a mayor conductividad mayor capacidad de neutralización, y las muestras de mayor conductividad son las más coloreadas y las más turbias, lo que significa que el arrastre de las partículas incrementan la alcalinidad del agua, que no sólo es debido a los iones bicarbonatos, sino a otras sales provenientes de ácidos débiles y bases fuertes, como: boratos, fosfatos, silicatos, etc.
- La remoción total de Color es del 92% con respecto al agua de entrada a la Planta.
- La remoción total de Turbiedad es de 99% con respecto al agua cruda.
- El valor promedio de turbiedad de 0.25 NTU del agua tratada tiene un significado sanitario importantísimo, ya que los microorganismos se esconden dentro de las partículas de turbiedad y dada la ausencia de las mismas el agua de salida adquiere una excelente calidad bacteriológica lo que garantiza que ya no hay ninguna forma de vida en ella.
- En todo sentido podemos decir que el tratamiento que se da al agua, tiene niveles de potabilización, lo que demuestra que todo el sistema operativamente funciona.



XIII.1.1.4 Muestreo Nro 4

El 21 de Junio se tomaron muestras de agua en las diferentes unidades de la planta teniendo en cuenta el tiempo de retención de cada una de ellas, haciendo variar las dosis de sulfato de aluminio adicionadas.

- a. La primera dosis correspondía al Manual de Operación que según la turbiedad y el caudal medidos en la planta era de 2 vueltas que equivale a 34.16mg/l.
- b. La segunda dosis probada fue la que pone el Operador de acuerdo a su experiencia (4 ½ vueltas), que equivale a 61.25mg/l.

Los resultados se muestran en la TABLA XIII-15 y gráficamente en la FIG. XIII-41 y FIG. XIII-42:

TABLA XIII-15 Valores obtenidos de pH, Color y Turbiedad para las Dosis probadas el 21 de Junio del 2007

Dosis (mg/l)	# Vueltas	Origen	pH	Color (UC)	Turbiedad (NTU)
34,16	2	Agua Cruda	6,98	447	52,1
		Salida Floculador	5,82	415	67,3
		Salida Sedimentador	5,77	53	2,49
		Salida Filtro Grueso	5,92	28	1
		Salida Filtro Lento	6,73	28	0,24
61,25	4 1/2	Agua Cruda	6,9	460	55,4
		Salida	5,47	505	83,1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

	Floculador			
	Salida Sedimentador	5,73	30	3,68
	Salida Filtro Grueso	6,03	13	0,87
	Salida Filtro Lento	6,88	6	0,2

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

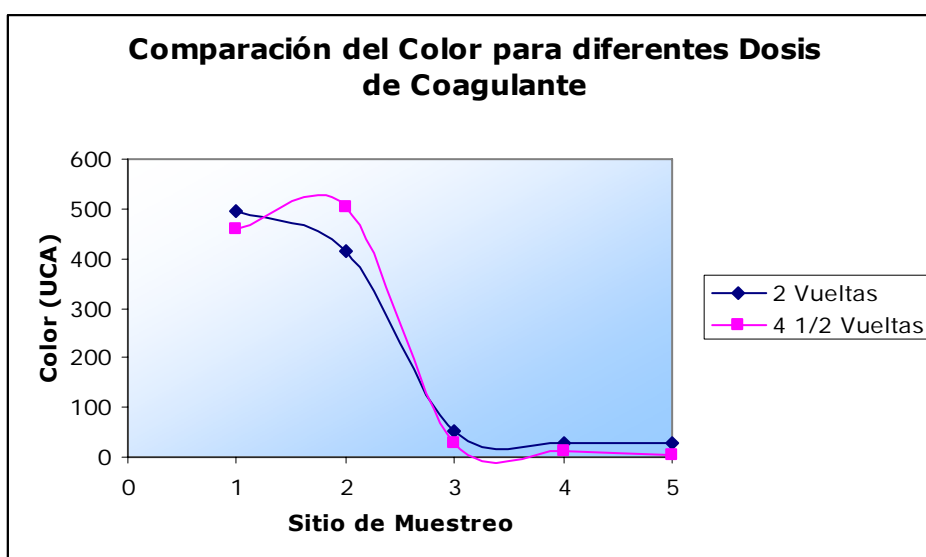


FIG. XIII-41 Comparación de los Valores obtenidos de Color para Dosis de 2 vueltas y 4 ½ vueltas.

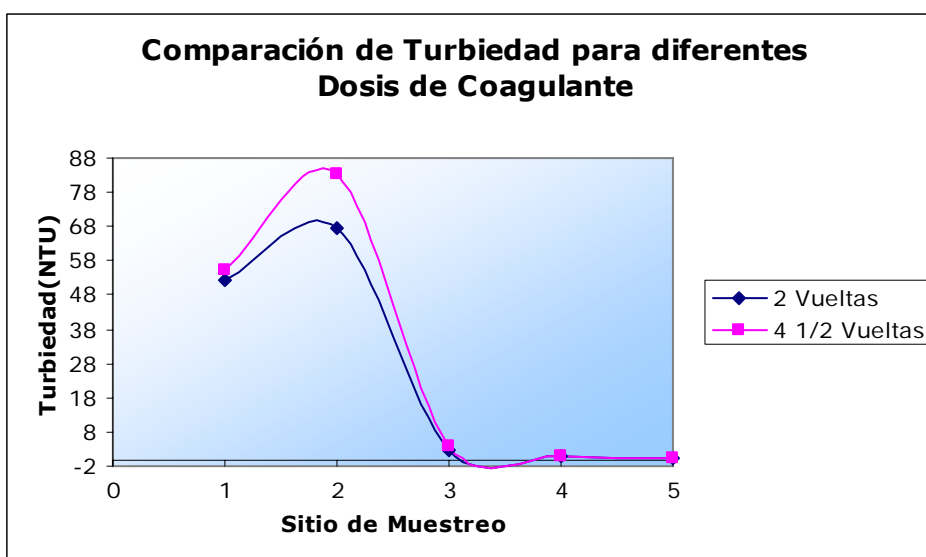


FIG. XIII-42 Comparación de los Valores obtenidos de Turbiedad para Dosis de 2 vueltas y 4 ½ vueltas.



Como se puede observar los valores obtenidos de Color y Turbiedad para las dosis aplicadas, no varían considerablemente, y aunque la calidad del agua cruda no es la misma, podemos concluir lo siguiente:

- A la salida del Floculador (Sitio 2) existe mayor turbiedad y color aparente en la muestra cuya dosis es mayor, esto es debido a que con dosis más altas se produce una mejor destrucción de los coloides lo que genera mayor cantidad de partículas en suspensión que aumentan la turbiedad.
- A la Salida del Sedimentador se puede observar que el valor de color es menor para la dosis más alta, lo que indica que los flóculos formados con la dosis mayor son más grandes, pesados y tienen mejor velocidad de sedimentación que aquellos formados con la menor dosis. De cualquier forma la calidad del agua de salida del sedimentador es muy buena para ambas dosis.
- La turbiedad del agua de salida del sedimentador es prácticamente la misma para ambas dosis, esto puede ser por el prolongado tiempo de paso a través del sedimentador que permite que las partículas más livianas logren caer al fondo. Sin embargo esto puede ser perjudicial puesto que el agua al estar mucho tiempo en esta unidad si la misma no esta limpia puede contaminarse con lodos adheridos en sus paredes y placas.
- Tanto a la salida del Filtro Grueso como a la salida del Filtro Lento la calidad del agua mejora para ambas dosis, siendo más notoria la remoción de la turbiedad en el Filtro Lento.



- Se nota una mejor calidad del agua de salida, de la muestra a la que se adicionó mayor dosis de coagulante sobre todo en lo que se refiere a color, pues los valores de turbiedad de las dos muestras son muy parecidos.
- La mejora de calidad en color no es muy importante ya que el color es un parámetro más estético y posee ningún significado sanitario, mientras que la turbiedad de 0.25 y 0.2 para las dosis menor y mayor respectivamente tienen ambas un significado sanitario muy importante ya que confieren al agua una excelente calidad bacteriológica.
- Existe mayor disminución de pH cuando se adiciona mayor cantidad de Sulfato de Aluminio, de todas maneras el agua recupera su alcalinidad en el paso por las unidades de filtración.
- La Remoción de Color para la dosis de 34,16mg/l es del 93.74% y de Turbiedad es del 99.5%, mientras que la remoción de Color para la dosis de 61,25mg/l es del 98.7% y de Turbiedad es del 99.7%.
- Con la mitad de coagulante se consigue resultados semejantes, lo que significa que se deben realizar ajustes en la dosificación, e incrementar el número de pruebas para evitar un exceso en la adición de coagulante.
- Por otro lado cabe mencionar que estos muestreos fueron puntuales y no se pueden generalizar sus resultados para el funcionamiento a largo plazo de la planta, ya que posiblemente si se operará con dosis bajas de sulfato de aluminio por un período prolongado de tiempo los resultados cambiarían y de seguro la calidad del agua tratada se deterioraría.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Este supuesto se corrobora con los testimonios del operador quien asegura que al adicionar las dosis indicas en la tabla del manual de operación la calidad del agua es muy inferior a la obtenida actualmente, ya que no se forman flóculos grandes que puedan sedimentar sino únicamente medianos y pequeños, de ellos los primeros son retenidos en el filtro grueso y filtro lento con lo que a largo plazo los mismos se colmatan y ya no trabajarían bien, mientras que los flóculos pequeños podrían pasar el filtro quedando el agua tratada con valores de color y turbiedad relativamente altos perdiendo incluso su calidad bacteriológica.

XIII.1.1.5 Muestreo Nro 5

El mismo 21 de junio, se tomaron tres muestras: agua cruda, a la salida del filtro grueso y a la salida del filtro lento; el agua cruda presentaba condiciones semejantes a las de la muestra en la que se determinó la dosis óptima de 90 mg/l que equivale a girar 6 ½ vueltas en el dosificador, de acuerdo a la TABLA XI-4 DEL Capítulo XI.

Los resultados se muestran en la TABLA XIII-16 a continuación:

TABLA XIII-16 Valores obtenidos de pH, Color y Turbiedad correspondientes a las muestras del 21 de Junio del 2007

Dosis (mg/lit)	# Vueltas	Origen	Ph	Color (UC)	Turbiedad (NTU)
90	6 1/2	Agua Cruda	6,645	660	107
		Salida Filtro Grueso	6,47	15	1,405
		Salida Filtro Lento	6,59	35	0,32

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Los porcentajes de remoción de color y turbiedad son de 94.7% y 99.7% respectivamente.



A continuación se presenta la tabla comparativa entre los resultados obtenidos con la Dosis Optima de la Prueba Convencional y de las muestras tomadas en planta:

TABLA XIII-17 Comparación de los Valores de Color y Turbiedad para la Dosis Optima de la Prueba Convencional y las muestras tomadas en Planta.

Dosis (mg/l)	Origen	Ensayo de Jarras		Tomado en Planta	
		Color (UCA)	Turbiedad (NTU)	Color (UCA)	Turbiedad (NTU)
90	Agua Cruda	1012	118	660	107
	Salida Filtro Lento	23	2	35	0.32

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

En la TABLA XIII-17 se puede apreciar que las muestras de agua cruda aunque tenga la turbiedad similar el color es mucho mayor para la muestra en la que se realizó el ensayo de jarras, y como en la Planta no se puede determinar los valores de color cuando son muy altos, por la no disponibilidad de equipos para diluir las muestras; es posible sin embargo sacar las siguientes conclusiones:

Conclusiones:

- Los resultados obtenidos en la planta son muy parecidos a los obtenidos en laboratorio, lo que da bastante fiabilidad a todas las pruebas de jarras realizadas en el capítulo VIII.
- La turbiedad se remueve muy bien con dosis altas de coagulante.



XIII.1.1.6 Muestreo Nro 6

Finalmente se realizó un muestreo el 21 de junio, el que incluye un conjunto de cinco muestras, captadas al final de cada etapa, y cuyos resultados ponen de manifiesto la eficiencia de cada una de ellas. En la TABLA XIII-18 se muestran los resultados obtenidos en Laboratorio.

- Muestra # 1 → Agua Cruda
- Muestra # 2 → Agua Floculada
- Muestra # 3 → Agua Sedimentada
- Muestra # 4 → Agua a la salida del filtro grueso
- Muestra # 5 → Agua a la salida del filtro lento.

TABLA XIII-18 Resultados de Análisis Físico-Químico del Agua a la Entrada y Salida de las Unidades de Tratamiento (Muestreo 21/Junio/2007)

PARAMETRO	1	2	3	4	5	UNIDAD	OBSERVACIONES
TURBIEDAD	55,4	83,1	3,68	0,87	0,2	NTU,FTU	
COLOR APARENTE	460	505	30	13	6	UC,PtCo	
COLOR REAL	258	17	2			UC,PtCo	
CONDUCTIVIDAD	82,6	115,8	110	117,5	124	µs/cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	54,5	76,4	72,6	77,6	81,8	mg/l	por cálculo
pH	6,9	5,47	5,73	6,03	6,88		
ALCALINIDAD TOTAL	40	9	8	10	28	mg/l, CaCO3	
DUREZA TOTAL	48	48	50	52	62	mg/l, CaCO4	
Ca++	14,4	15,2	15,2	16	19,2	mg/l	
Mg++	2,8	2,4	2,8	2,8	3,3	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	1,25	1,2	0,6	0,12	0,05	mg/l	
MANGANESO	0	0	0	0	0	mg/l	
CLORUROS	3	2,5	3	3	3	mg/l	
SULFATOS	0				56	mg/l	
N.NITRITOS	0*	0*	0*	0*	0*	µg/l	como Nitrógeno
N.NITRATOS	0,12	0,12	0,14	0,13	0,13	mg/l	como Nitrógeno



Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis

Análisis de Resultados:

Color Real, Color Aparente y Turbiedad:

- El color real del agua cruda es bastante alto, lo que indica un elevado contenido de sustancias húmicas, hierro y partículas en estado coloidal que no pueden ser removidas por ningún procedimiento físico como filtración, o centrifugado, sino únicamente mediante procesos químicos como la coagulación.
- La turbiedad y el color real se incrementan a la salida del floculador, esto se debe a la adecuada formación de flóculos que nos indican que las sustancias húmicas y otros coloides se destruyen y pasan a un estado de suspensión. (Ver FIGS. XIII-43 y XIII-44)

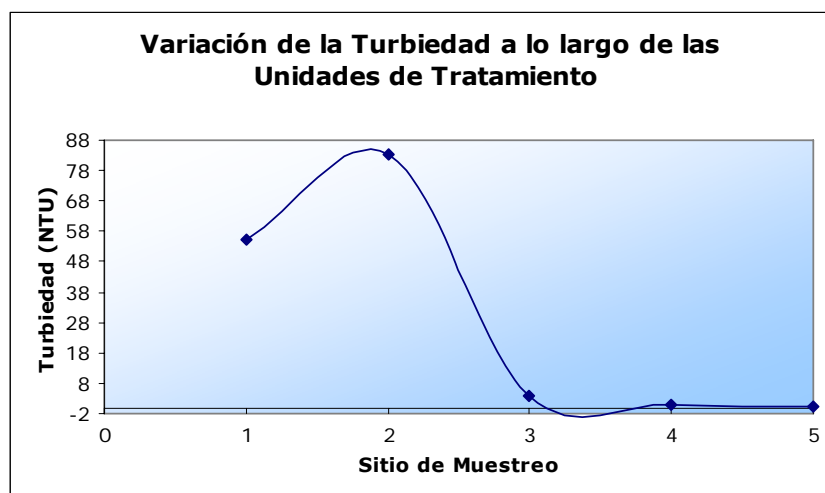


FIG. XIII-43 Variación de la Turbiedad a lo largo de las unidades de tratamiento



UNIVERSIDAD DE CUENCA

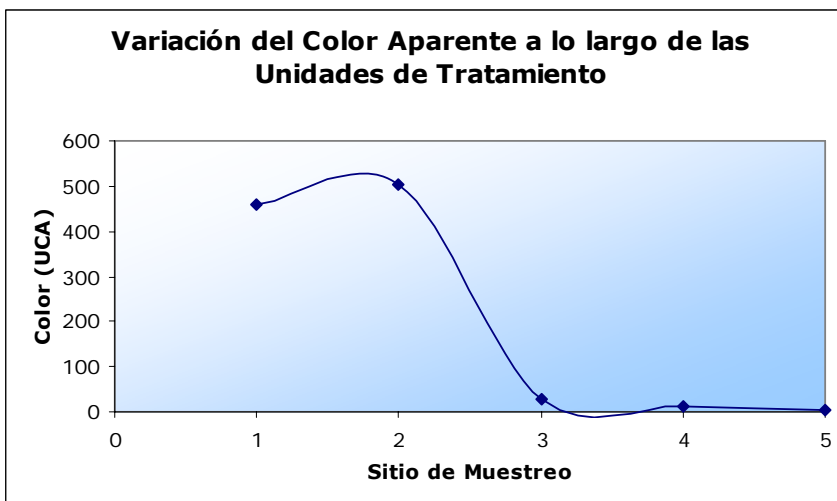


FIG. XIII-44 Variación del Color Aparente a lo largo de las unidades de tratamiento

- El color real se reduce notablemente a la salida del floculador de 258UC a 17UC, esta reducción produce un incremento del color aparente y la turbiedad porque el color real se descompone. (Ver FIG. XIII-45)

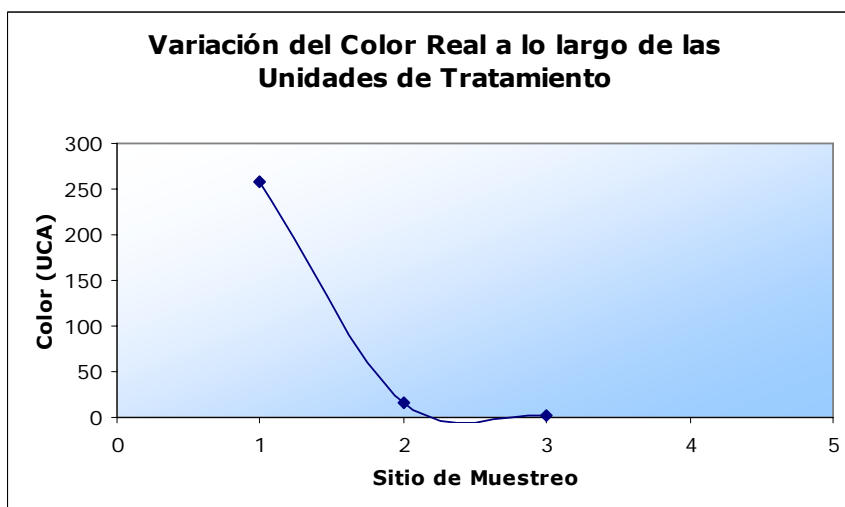


FIG. XIII-45 Variación del Color Real a lo largo de las unidades de tratamiento

- Se observa que la dosis de sulfato de aluminio adicionada es adecuada, pues destruye los coloides eficientemente dando lugar a la formación de flóculos grandes, pesados y compactos que sedimentan eficazmente, de ahí que el agua decantada tenga una



UNIVERSIDAD DE CUENCA

turbiedad y un color real y aparente bastante bajos, que dan una buena calidad al efluente.

- El filtro grueso hace su trabajo reduciendo aun más la turbiedad y el color del agua; características que se pulen en el filtro lento que remueve las mismas en mas del 50%.
- El porcentaje de floccs que llegan a los filtros es menor al 10%, se trata de flóculos finos que son retenidos fácilmente en los mismos, esto beneficia totalmente su funcionamiento pues si el porcentaje fuera alto se colmataran y se acortaría la carrera de los mismos y con ello su eficiencia.
- La calidad del agua de salida es totalmente aceptable, pues al tener una turbiedad de 0.2 NTU queda garantizada la ausencia de cualquier forma de vida, ya que la turbiedad tiene un significado sanitario, a menor turbiedad, mejor calidad biológica.

Conductividad:

- El valor de la conductividad del agua cruda es de 82.6, es decir que se trata de un agua de mineralización media.
- Al adicionar el sulfato de aluminio aumenta la conductividad ya que el sulfato se ioniza en sus iones aluminio y sulfato, lo que indica que la dosis adicionada es alta. Además el producto empleado (sulfato de aluminio granulado), tiene otros componentes que se ionizan al contacto con el agua. (Ver FIG. XIII-46)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

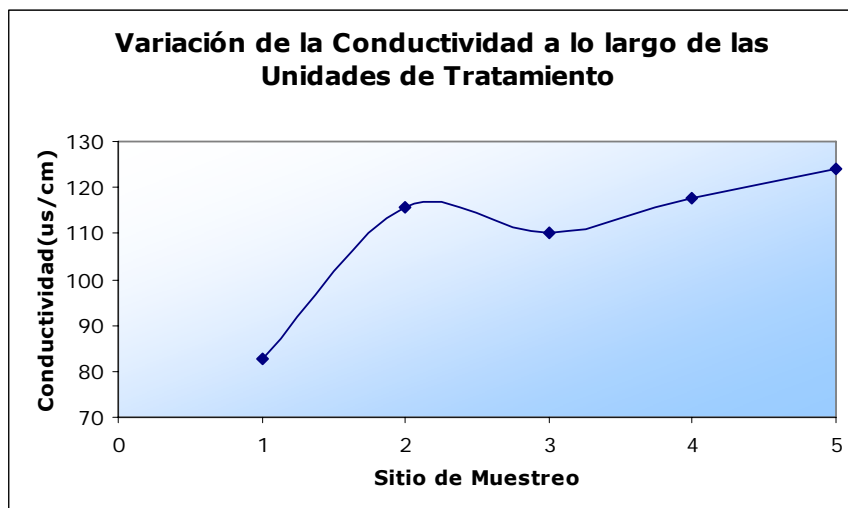


FIG. XIII-46 Variación de la Conductividad a lo largo de las unidades de tratamiento

- En el resto de unidades se dan ligeras variaciones en los valores de la conductividad, en el filtro grueso y filtro lento el valor se incrementa debido a la presencia de la grava, arena e impurezas que aumentan la cantidad de iones del medio, y a la actividad fotosintética de las aguas que pueden aumentar la concentración de bicarbonatos. (Ver FIG. XIII-46).

pH:

- El pH del agua cruda es normal pues esta dentro del rango para aguas naturales no contaminadas que oscila entre 6-8.
- Se observa un descenso del pH a la salida del floculador, pues el sulfato de aluminio acidifica el medio. (Ver FIG. XIII-47).
- En el resto de unidades el pH sube paulatinamente, la sustancia que hace que aumente la conductividad es alcalina por eso sube el pH y esta última al mismo tiempo. (Ver FIG. XIII-47).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

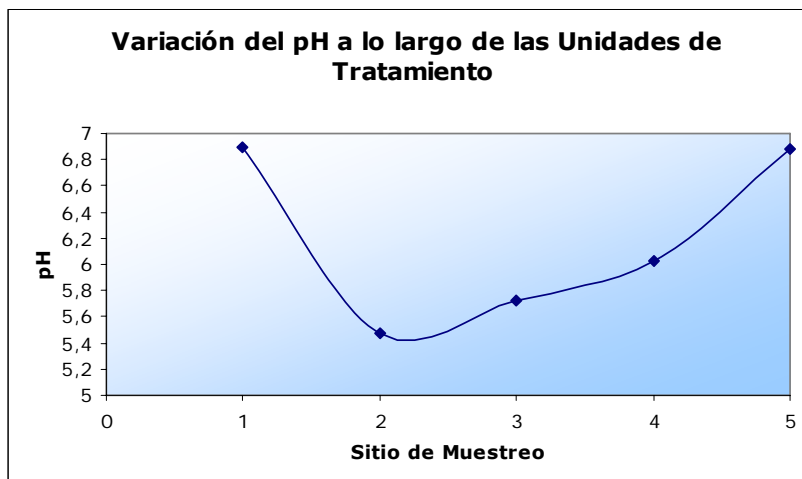


FIG. XIII-47 Variación del pH a lo largo de las unidades de tratamiento

Alcalinidad y Dureza:

- La alcalinidad del agua cruda es relativamente baja, sin embargo actúa de amortiguador evitando que el pH descienda bruscamente.
- Los iones sulfato reaccionan con los iones H^+ del agua formando ácido sulfúrico por eso desciende el pH, este descenso será mayor o menor en función de la alcalinidad (iones de bicarbonatos de calcio), estos iones reaccionan con el ácido sulfúrico produciendo su neutralización evitando así el descenso fuerte del pH.
- La recuperación de la alcalinidad a lo largo de unidades de tratamiento restantes, está relacionada con el ascenso de la conductividad. (Ver FIG. XIII-48).

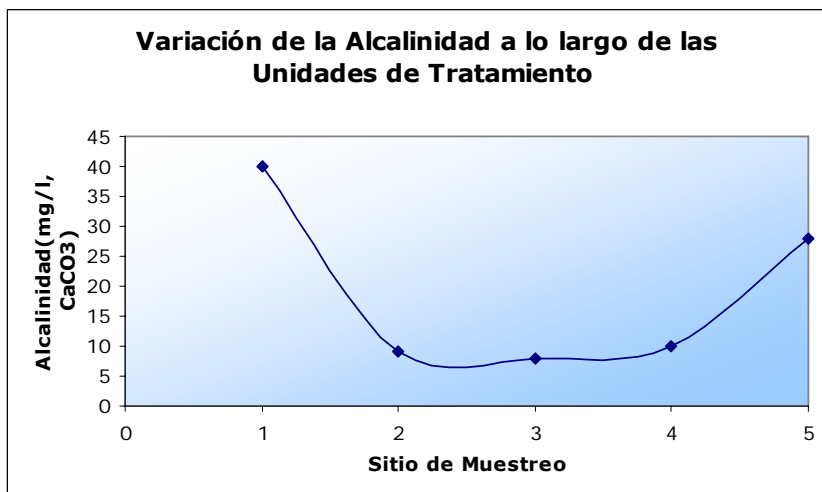


FIG. XIII-48 Variación de la Alcalinidad a lo largo de las unidades de tratamiento

- La dureza del agua cruda igual a 48mg/l como CaCO₃, nos indica que se trata de un agua blanda.
- En el filtro lento, debido a la presencia de algas, las que toman el CO₂ del agua para la fotosíntesis, se produce un incremento de la alcalinidad, por la formación de bicarbonato de calcio, por lo que también se incrementa la dureza y el pH.

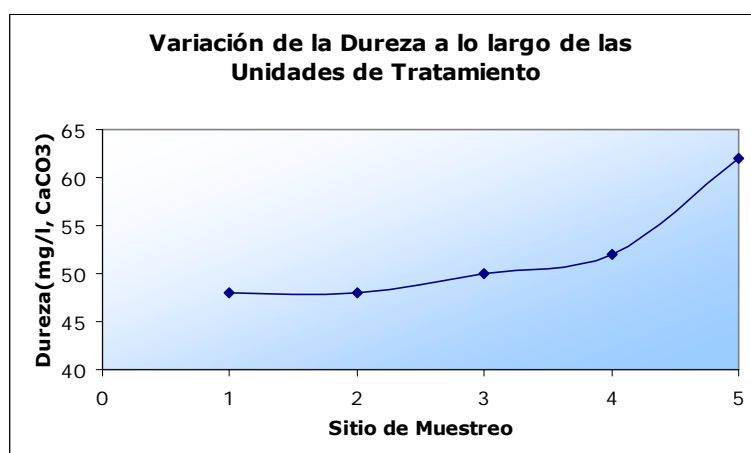


FIG. XIII-49 Variación de la Dureza a lo largo de las unidades de tratamiento



Hierro:

- El valor de 1.25mg/l de hierro del agua cruda es relativamente alto.
- Se observa una importante remoción de este elemento con el proceso de coagulación, esto se debe a que una buena parte del hierro está en estado coloidal con lo que al adicionar el sulfato de aluminio se produce su desestabilización y arrastre por los flocúlos que sedimentan fácilmente. (Ver FIG. XIII-50).
- En el filtro lento existen bacterias que oxidan el hierro, por lo que el remanente final es reducido notablemente en esta unidad, con una eficiencia igual al 96%. (Ver FIG. XIII-50).

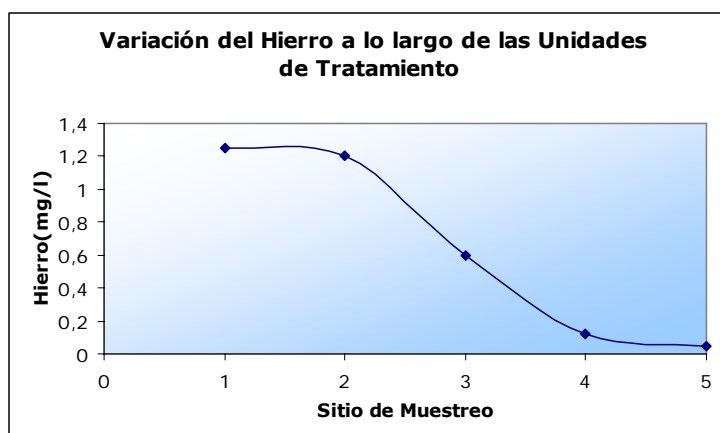


FIG. XIII-50 Variación del Hierro a lo largo de las unidades de tratamiento

Cloruros:

- La concentración de cloruros en el agua cruda así como en el agua del resto de unidades es baja, lo que indica que los mismos no intervienen en el proceso.

Sulfatos y Aluminio:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- En el agua cruda no hay sulfatos, sin embargo la concentración de los mismos en el agua tratada es de 56mg/l, este valor es aceptable y no es nocivo pues es inferior a la normas consultadas en donde el límite recomendable es de 250mg/l. Sin embargo estos sulfatos están solubles en el agua que la población consume y tienen su origen en el químico que se adiciona en la planta como coagulante.
- La cantidad de sulfatos del agua tratada esta relacionada con la cantidad de aluminio presente en la misma que es de 62.5 µg/l (Ver Anexo 7), valor totalmente aceptable pues la normativa consultada determina un límite recomendable de 0.2mg/l que es igual a 200 µg/l.
- El incremento de sulfatos se produce porque se solubiliza el ácido sulfúrico, y este producto de la solubilización al igual que el aluminio, no pueden ser retenidos por los filtros lentos.
- El aluminio detectado en el agua, es debido a la solubilidad del hidróxido de aluminio, razón por la cual se debería usar la menor dosis posible de coagulante.

Nitritos y Nitratos:

- En cuanto a los Nitritos, se sabe que los mismos son indicadores de contaminación orgánica, su concentración no fue determinada ya que debe ser realizada insitu y no se disponía del equipo necesario.
- La concentración de Nitratos en el agua cruda y en el resto de aguas es baja, lo que indica una leve contaminación orgánica.



XIII.2 PRUEBAS DE EFICIENCIA BACTERIOLÓGICA

XIII.2.1 TOMA DE MUESTRAS

Para los ensayos bacteriológicos, se planificó un muestreo a realizarse el 6 de junio de 2007, seleccionando ocho puntos estratégicos y representativos del Sistema de Agua Potable, considerando los tiempos de retención determinados en el Capítulo XII.

La determinación de los organismos coliformes, empleados como organismos indicadores, se realiza utilizando la técnica de lo Tubos Múltiples, ensayos que se realizaron el mismo día que las muestras fueron tomadas.

1. Agua Cruda:

El objetivo es determinar la calidad bacteriológica del agua cruda que ingresa a la Planta y evaluar si se encuentra dentro de los límites permisibles de calidad bacteriológica para agua cruda, la muestra se toma directamente del vertedero de ingreso con la debida precaución de que no exista contaminación externa de la muestra. (Foto XIII-14)



Foto XIII-14 Muestra de Agua Cruda

2. A la Salida del Sedimentador:

Esta muestra es muy importante ya que el agua que sale de esta unidad presenta características físicas muy buenas,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

y posiblemente se de un elevado porcentaje de remoción bacteriana. (Foto XIII-15)



Foto XIII-15 Muestra a la Salida del Sedimentador.

3. A la Salida del Filtro Grueso:

Esta muestra nos sirve para determinar si el filtro grueso remueve contaminación bacteriana. (Foto XIII-16)



Foto XIII-16 Muestra a la Salida del Filtro Grueso.

4. A la Salida del Filtro Lento 1:

Esta muestra es de gran interés para determinar la capacidad de pulimento del filtro lento, es decir su potencial para remover la pequeña contaminación bacteriana residual. (Foto XIII-17)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-17 Muestra a la Salida del Filtro Lento 1.

5. A la Salida del Filtro Lento 2:

La evaluación de esta muestra es de gran interés para determinar la eficiencia tanto de esta unidad como de todo el proceso de clarificación en general. (Foto XIII-18)



Foto XIII-18 Muestra a la Salida del Filtro Lento 2.

6. A la Salida del Tanque de Reserva:

Este análisis es importante, los resultados deben satisfacer requisitos de calidad para agua potable.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-19 Muestra a la Salida del Filtro Lento 2.

7. A la Entrada al Tanque de la Dolorosa:

Este punto es el más cercano a la planta de tratamiento, en esta muestra los valores deben ser necesariamente cero, y cualquier anomalía nos indicará una posible contaminación en la red.



Foto XIII-20 Muestra a la Entrada del Tanque La Dolorosa.

8. Punta de Red:

Este punto es el más lejano a la planta de tratamiento, en esta muestra los valores deben ser igualmente cero, y cualquier anomalía nos indicará una posible contaminación en la red.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-21 Muestra en una vivienda que es punta de red.

XIII.2.2 ENSAYO DE TUBOS MÚLTIPLES

Este ensayo se basa en la capacidad que tienen las bacterias coliformes para fermentar la lactosa del medio de cultivo, en un tiempo de 24 a 48 horas, a la temperatura de 37°C., generando gas y enturbiando el medio.

El resultado se expresa en NMP, que significa número más probable de organismos coliformes por 100ml. de agua analizada; se fundamenta en el análisis estadístico del número de resultados positivos y negativos, obtenidos al hacer ensayos múltiples sobre fracciones de igual volumen y fracciones que constituyen una serie geométrica, para la presencia del organismo coliforme.

Breve descripción de la técnica.-

Para la determinación de las bacterias coliformes, se preparan los medios de cultivo empleando caldo Lauril Triptosa y un indicador (púrpura de bromo-cresol), los que se distribuyen en tubos para luego esterilizarlos en una autoclave.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-22 Preparación del medio De Cultivo.



Foto XIII-23 Tubos para el Ensayo.



Foto XIII-24 Olla de Presión para Esterilizar los tubos.

Se siembran volúmenes de 10, 1 y 0.1 ml, cinco tubos para cada dilución.

El objetivo de adicionar el indicador es para determinar visualmente la presencia de las bacterias coliformes, las que cambian el color del medio, de morado a amarillo, y el flotador sube si hay presencia de CO₂, la incubación hasta las 48 horas se lo hace en el horno de 35°C a 37°C. En la Foto XIII-25 se puede apreciar el resultado de tubos positivos para las 24 horas de incubación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XIII-25 Tubos Positivos a las 24 horas.

Se pudo observar un tubo que se encontraba justo en el vire del indicador a las 24 horas por lo que ya se le consideró positivo. (Foto XIII-26)



Foto XIII-26 Tubo positivo.

Para la confirmación de Bacterias termorresistentes se emplea un medio de cultivo más específico, al que se pasan todos los tubos positivos para coliformes y su crecimiento se da en baño maría a 44 °C., como se muestra en la Foto XIII-27.



Foto XIII-27 Aparato de Baño María.



Análisis de Resultados:

Los Resultados de los ensayo se observan en la TABLA XIII-19.

TABLA XIII-19 Resultados obtenidos del Ensayo de Tubos Múltiples correspondientes a las muestras tomadas el 7 de Junio del 2007

ORIGEN	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMORRESISTENTES
Agua Cruda	130 NMP	130 NMP
Salida del Sedimentador	4 NMP	4 NMP
Salida Filtro Grueso	4 NMP	2 NMP
Salida del Filtro 1	<2 NMP	<2 NMP
Salida del Filtro 2	<2 NMP	<2 NMP
Salida Tanque de Reserva	<2 NMP	<2 NMP
Entrada Tanque La Dolorosa	<2 NMP	<2 NMP
Punta de Red	<2 NMP	<2 NMP

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

La interpretación de este ensayo se basa en un número de organismos cuantitativamente determinables y significativos por lo que puede comentarse:

El agua cruda presenta una calidad bacteriológica aceptable, para este tipo de fuente (130NMP), la norma IEOS para poblaciones mayores a 1000 habitantes exige métodos de tratamientos convencionales para 50-5000 NMP/100 de bacterias coliformes.



En el agua cruda y en la muestra a la Salida del Sedimentador se encontró que todas las bacterias coliformes son termorresistentes, es decir que fermentaron la lactosa a una temperatura de 44 a 45°C.

La Remoción bacteriológica del agua a la Salida del Sedimentador es del 97%, es decir en el proceso de floculación y sedimentación las bacterias mueren, esto se debe a que los flóculos al ser grandes y pesados se sedimentan llevándose al fondo a las bacterias. Las Plantas de Tratamiento con Filtración Rápida remueven las bacterias en porcentajes mayores al 90%, por lo que la calidad de agua obtenida a la salida del Sedimentador se asemeja a la calidad del agua en plantas de tratamiento con filtración rápida.

La Remoción en el Filtro Grueso es del 25% lo cual indica que esta unidad también colabora en el proceso de tratamiento.

A la Salida de los Filtros Lentos 1 y 2, así como en los tanques de almacenamiento y en la punta de red, las bacterias coliformes totales como termorresistentes no existen, los tubos salieron negativos y su código fue 0-0-0 lo cual indica que no hay bacterias, sin embargo el método estadístico que fundamenta el Ensayo de Tubos establece un valor $<2\text{NMP}$ para dicho código, que es el menor valor que se puede dar en el agua, este resultado es satisfactorio ya que el agua potable no puede contener bacterias.

XIII.2.3 ENSAYO DE RECuento EN PLACA

Este ensayo se realiza para tener una aproximación del enriquecimiento bacteriano en general del agua, lo que además refleja la calidad de la fuente; se practicaron únicamente en cuatro muestras y los resultados a las 24 horas se muestra en la TABLA XIII-20 y a las 48 horas en



UNIVERSIDAD DE CUENCA

la TABLA XIII-21. Las características de las Colonias se describen en cada tabla, además se pueden apreciar en la Foto XIII-28.



Foto XIII-28 Muestras del recuento en placa

TABLA XIII-20 Resultados obtenidos del Ensayo de Recuento en Placa a las 24horas correspondientes a las muestras tomadas el 7 de Junio del 2007.

ORIGEN	# COLONIAS	CARACTERÍSTICAS
Agua Cruda	3	Son redondas, de color blanco y tienen brillo (aspecto mantecoso)
Tanque de Reserva	0	
Tanque La Dolorosa	0	
Punta de Red	0	

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio
Elaboración: Grupo de Tesis



TABLA XIII-21 Resultados obtenidos del Ensayo de Recuento en Placa a las 48 horas correspondientes a las muestras tomadas el 7 de Junio del 2007.

ORIGEN	# COLONIAS	CARACTERÍSTICAS
Agua Cruda	20	Son redondas, de color blanco y tienen brillo (aspecto mantecoso)
Tanque de Reserva	0	
Tanque La Dolorosa	0	
Punta de Red	0	

Fuente: Resultados de Análisis de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis

Los resultados obtenidos para el agua cruda no indican la población total de la muestra, ya que ninguna combinación de medio y temperatura permitirá que todas las bacterias se reproduzcan, sin embargo al ser un valor bajo podemos decir que la calidad bacteriana del agua es buena y que no existe contaminación significativa en las fuentes.



CAPITULO XIV

TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS LECHOS FILTRANTES

Este capítulo consiste en la evaluación de la arena de los filtros lentos mediante su análisis granulométrico, con el fin de poder determinar el diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad y comparar estos parámetros con los valores recomendados en las normas de la bibliografía consultada para filtros lentos con lecho de arena de flujo decente.

XIV.1 PROCEDIMIENTO

- Drenar completamente el lecho filtrante, como se indica en la Foto XIV- 1



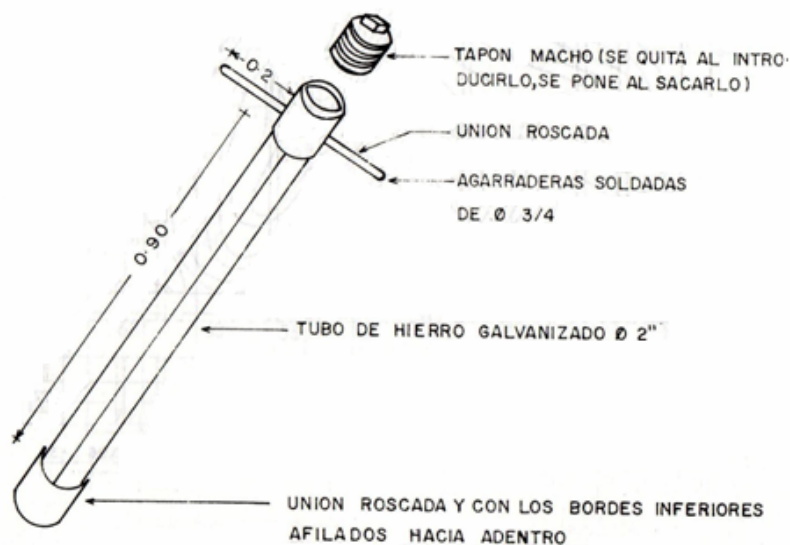
Foto XIV – 1 Filtro seco, drenado

- Introducir un muestreador como el que se indica en la FIG. XIV-1, con un movimiento de percusión-rotación. En la Foto XIV-2 se puede apreciar el tipo de muestreador utilizado, el mismo que fue proporcionado por ETAPA.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FIG. XIV – 1 Aparato Muestreador de Arena



Fuente: Teoría y práctica de la purificación del agua/ Jorge Arboleda Valencia



Foto XIV – 2 Muestreador utilizado en campo

En la Foto X-3 se puede apreciar la profundidad del lecho de arena que es de alrededor de 60cm, hasta dicha profundidad se introdujo el muestreador.

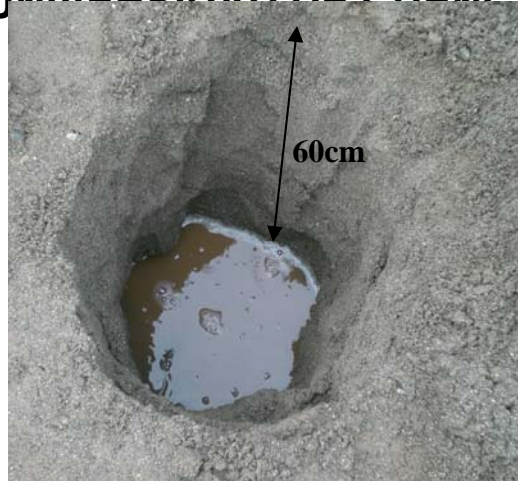


Foto XIV – 3 Profundidad del lecho de arena del filtro lento

- La muestra así extraída (Ver Foto XIV-4) se guarda para luego en laboratorio colocarla en un recipiente donde se deseca a 100°C durante 12-24 horas, hasta quitarle toda la humedad.



Foto XIV- 4 Muestra tomada

- Una vez desecada la arena, se le mezcla varias veces y se toma un peso de 200-500gr, para realizar la granulometría correspondiente.
- Se lava bien la muestra para extraer las impurezas y se deja secar.
- Se coloca en material en la serie de tamices para someter a vibración intensa durante 15min mediante el agitador mecánico de tamices.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Se extrae el contenido retenido en cada tamiz y se pesa cuidadosamente. Se debe anotar el número de tamiz, la abertura en mm y el peso retenido en cada uno.
- Se realiza la tabulación de los resultados, obteniendo el peso retenido acumulado y el porcentaje que pasa.
- Se grafica el tamaño de cada tamiz v.s el porcentaje retenido, obteniéndose de esta forma la curva granulométrica.
- Los resultados se expresan en términos de tamaño o diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad.
- Se calcula el coeficiente de uniformidad determinado el diámetro efectivo (diámetro del tamiz que deja pasar el 10%), y el diámetro 60 (diámetro del tamiz que deja pasar el 60%) y aplicando la siguiente formula:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

El ensayo fue realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Cuenca, los resultados obtenidos se encuentran en el Anexo 8.



XIV.2 ANALISIS DE RESULTADOS

- El diámetro efectivo según la bibliografía consultada debe estar entre 0.15 y 0.35mm, la arena analizada tiene un diámetro efectivo de 0.213mm valor que esta dentro del rango adecuado.
- La arena es bastante fina (diámetro efectivo de 0.213mm), al ser las partículas tan pequeñas aumenta la perdida de carga hidrostática del sistema acortándose de esta forma las carreras de filtración sin necesidad pues la calidad no mejora considerablemente.
- Para poder remover las partículas finas se requiere de un fuerte lavado con bastante expansión del lecho para botarlas.
- Hay un 10% de partículas mayores de 2.0mm que no son convenientes pues son demasiado grandes y producen un aumento del coeficiente de uniformidad hasta 3.728.
- De acuerdo a las normas de la bibliografía consultada, el coeficiente de uniformidad debe oscilar entre 1.5 y 2.0, con un valor máximo de 3.0, lo que nos indica que el valor de 3.728 correspondiente a la arena de los filtros de la planta es elevado.



CAPITULO XV

EVALUACIÓN DE CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS, ESPACIOS DE CIRCULACION, CERRAMIENTO, ORNAMENTALES, ALMACENAMIENTO Y LAVADO DE ARENA

En este capítulo se realiza una evaluación del estado físico del tanque de almacenamiento, de la unidad de lavado de arena y de las construcciones complementarias como son la casa de químicos, casa de cloración, casa del operador entre otras construcciones. Además se evaluará la parte estética de la planta es decir sus jardines, caminos, parqueadero y demás áreas y el cuidado general que se da a las mismas.

XV.1 CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

XV.1.1 Casa de Químicos.- la estructura es de mampostería de ladrillo sobre una losa de hormigón, el techo es de eternit y tiene una puerta de malla. Esta ubicada en la parte superior del terreno de la planta, junto a la vivienda del operador, en su interior se almacenan los costales de sulfato de aluminio y los tanques de mezcla.

Las paredes, losa así como la cubierta se encuentran en buenas condiciones, no presentan ningún daño. (Ver Foto XV-1).

El lugar de almacenamiento es ventilado, iluminado con luz natural y no existe humedad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XV-1 Casa de Químicos

XV.1.2 Caseta de Cloración y para el Hidroneumático.- existe una caseta de mampostería de ladrillo sobre una losa de hormigón y con techo de eternit ubicada en la parte posterior del filtro lento 2. Esta caseta esta dividida en dos cuartos por medio de una pared.

El cuarto frontal sirve para el almacenamiento de los cilindros de cloro y para la preparación de la solución de cloro gas, el mismo se mantiene aireado la puerta es de malla y tiene una ventana que permanece abierta, ya que el cloro gas es peligroso y se lo debe mantener en un lugar aireado pero con protección de la lluvia.

El cuarto posterior se utiliza para guardar el hidroneumático, al igual que el anterior tiene una puerta de malla pero no ventanas.

La construcción en general se encuentra en muy buenas condiciones y no presenta ningún problema ni físico ni estructural. (Ver Fotos XV-2, XV-3).



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XV-2 Caseta de Cloración para el Hidroneumático



Foto XV-3 Caseta para el Hidroneumático

XV.1.3 Casa del Operador.- esta ubicada en la parte superior del terreno de la planta de tratamiento, es de mampostería de ladrillo asentada sobre una losa de hormigón que esta recubierta con madera, el techo es de eternit y tiene una puerta de madera.

En su interior tiene dos cuartos, un baño y un cocina además existe un espacio destinado a laboratorio en el cual el operador de la planta realiza mediciones diarias de color y turbiedad y lleva registros de operación.

La construcción en general se encuentra en muy buenas condiciones y no presenta ningún problema ni físico ni estructural. (Ver Foto XV-4)



Foto XV-4 Casa del Operador



XV.1.4 Bodega de Materiales.- se encuentra fuera del terreno de la planta, su estructura es de mampostería de ladrillo sobre losa de hormigón, el techo es de teja y tiene una puerta metálica. En su interior se guardan diferentes materiales y repuestos necesarios para realizar reparaciones dentro de la planta, en la conducción, red o en las conexiones domiciliarias.

La estructura se encuentra en buenas condiciones y no presenta ningún problema ni físico ni estructural. (Ver Foto XV-5)



Foto XV-5 Bodega de Materiales

XV.2 ESPACIOS DE CIRCULACION

La planta cuenta con caminos y gradas de hormigón que permite la circulación segura al rededor de las distintas unidades de tratamiento y construcciones complementarias. En las fotos a continuación se pueden apreciar algunos espacios de circulación dentro de la Planta.



Foto XV-6 Camino hacia el Floculador



Foto XV-7 Camino hacia la Casa de Sedimentador y Casa del Operador



Foto XV-8 Camino al rededor del Filtro Lento 2



Foto XV-9 Camino al rededor del Filtro Lento 1 y Tanque de Almacenamiento

XV.3 CERRAMIENTO

El área de la planta esta cercada para restringir el ingreso de cualquier persona a la misma. El cerramiento consiste en un filo de mampostería de piedra de aproximadamente 50cm de alto sobre el cual está una malla metálica de 2m de alto que termina en un alambré de púa de unos 40cm. El ingreso a la planta es a través de una puerta de malla de metálica (Ver Foto XV-10).

En general el cerramiento esta en buenas condiciones y la malla no presenta roturas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XV-10 Cerramiento y Puerta de Entrada

XV.4 PARQUEADERO

Frente a la puerta de ingreso, existe un espacio en donde se pueden estacionar los carros (Ver Foto XV-11). El camino de acceso a la planta es de lastre y bastante empinado como se observa en la Foto XV-12.



Foto XV-11 Parqueadero



Foto XV-12 Camino de acceso a la Planta de Tratamiento



XV.5 ORNAMENTALES

La parte estética de la planta es muy bonita pues esta muy bien cuidada, existen muchas áreas verdes con árboles y plantas, los caminos y unidades de tratamiento están rodeados de flores como geranios y hortensias. No existe basura en ninguna parte y el llano esta siempre bien cortado.



Foto XV-13, 14 Jardines cercanos a la casa del Operador



Foto XV-15 Jardines de la parte inferior de la Planta

Foto XV-16 Placa inaugural de la Planta



XV.6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento de agua potable exteriormente se encuentra en muy buenas condiciones estructurales, no presenta agrietamientos ni fallas sin embargo se pueden observar ligeros desprendimientos de pintura en las paredes exteriores y en la cúpula por lo que se debería dar mantenimiento para evitar su deterioro. Pero de manera general el tanque de reserva se conserva bien. (Ver Foto XV-17).



Foto XV-17 Tanque de Reserva en buenas Condiciones.

Algo un tanto preocupante fue que por la tubería que sirve para evacuar el agua en caso de existir alguna falla estructural en la losa tanque, presenciamos una pequeña fuga, lo que indica la posible existencia de alguna fisura en el mismo, o también puede deberse a alguna infiltración de agua de lluvia es decir una falla del sistema de drenes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Foto XV-18 Posible Fuga de Agua del Tanque de Almacenamiento

De acuerdo a las características establecidas por el IEOS para tanques de reserva, podemos decir que este tanque cumple con la mayoría de las mismas como son:

- La entrada y salida del tanque se realiza por medio de tuberías que están ubicadas en lados opuestos, con el objeto de permitir la continúa renovación de agua.
- El tanque tiene un paso directo que permite mantener el servicio mientras se efectúa el lavado o la reparación del mismo.
- El tanque tiene una cubierta en forma de cúpula y esta provisto de una boca de visita con su respectiva tapa con cerradura y llave.
- La tubería de rebose descarga libremente y su diámetro es igual al de la tubería de entrada.
- El vaciado del tanque se realiza en un tiempo menor a 6horas.
- La altura del tanque es de 3m sin contar con la cúpula, lo que le permite tener una altura mínima hasta el nivel máximo de agua mayor a 2.5m.



- En el tanque existe una escalera, un indicador de nivel, pero no hay respiraderos.

XV.7 UNIDAD DE LAVADO DE ARENA

Se encuentra junto al filtro grueso de grava, esta unidad consiste en una losa rectangular de hormigón dividida en tres partes que se indican a continuación y se pueden apreciar en la Foto XV-19:

- Un canal en su extremo izquierdo para evacuar los lodos
- Un espacio en la parte central para colocar la arena sucia y proceder a su lavado.
- En el extremo derecho un área para acumular la arena lavada que esta lista para ser colocada en el filtro.



Foto XV-19 Lavado de Arena

Esta unidad de lavado esta en buenas condiciones y permite realizar el proceso adecuadamente cumpliendo su función.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se considera emergente realizar una ampliación de la unidad de floculación, pues su tamaño limita la capacidad de tratamiento de la Planta produciéndose un desperdicio aproximado 2-4lt/s en épocas de invierno, razón por la cual la distribución de agua potable a las comunidades abastecidas es discontinua durante todo el año. Además la existencia de una sola unidad de floculación y una de sedimentación reduce la operatividad de la Planta cuando se realiza el lavado.
- Se recomienda realizar mejoras en la unidad de floculación y sedimentación existentes, sobre todo en lo que respecta al arreglo en la disposición de tabiques de la unidad de floculación y de placas en la de sedimentación.
- Dentro los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que han sido analizados, podemos decir que el agua tratada tiene buena calidad y alcanza niveles de potabilización, lo que demuestra la eficiencia del tratamiento que se viene dando en la planta.
- Debido a la naturaleza de las fuentes, las características del agua cruda son variables y dependientes totalmente de las condiciones climáticas, por lo que el proceso de tratamiento necesita una vigilancia mayor especialmente en época de invierno.
- El control de rutina realizado por la Empresa ETAPA en la Planta de Tratamiento no es suficiente para evaluar su adecuado funcionamiento, razón por la cual sería conveniente incrementar el número de muestras y pruebas llevando un seguimiento y una evaluación



UNIVERSIDAD DE CUENCA

continúa con el objeto de determinar su validez frente a nuevas exigencias que se presenten con el paso del tiempo.

- Se recomienda realizar pruebas con uso de polímeros para disminuir el volumen de lodos generado en proceso de coagulación-floculación-sedimentación, tratando de encontrar la mejor relación coagulante-polímero.
- Se debe evaluar la conveniencia de realizar un estudio que implique el manejo y disposición de los efluentes líquidos del proceso provenientes del lavado de las unidades de la Planta de Tratamiento, con el objetivo de mitigar el impacto ambiental generado por su desfogue directo a la quebrada.
- Un grave factor limitante para el desarrollo, es la carencia de fuentes de abastecimiento de agua para todos los usos, siendo el de mayor incidencia para uso doméstico, es por ello que consideramos necesario se realice un análisis del caudal que aporta cada fuente de abastecimiento a la planta de tratamiento, en condiciones de verano e invierno, para poder determinar posibles problemas que se estén dando en la conducción, tales como retorno del agua hacia las fuentes debido a su ubicación en puntos de cota demasiado bajos.
- Del análisis realizado de las conducciones, podemos recomendar que se debe mejorar su funcionamiento colocando válvulas de aire y purga faltantes.



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ORDOÑEZ ESPINOSA, Galo, ***Apuntes de la Química del Agua***, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2001, Págs. 468

VISSCHER, J.T. – PARAMASIVAM, R., ***Filtración Lenta en Arena Tratamiento de Agua para Comunidades: Planeación, diseño construcción, operación y mantenimiento***, CINARA-IRC, Cali, 1992, Págs. 163

PAUTA, Guillermina, ***Manual de Teoría y Prácticas de Análisis de Aguas***, Universidad de Cuenca, Cuenca, 1998, Págs. 145

IEOS, ***Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes***, IEOS, Quito, 1993.

IDROVO MURILLO, Diego - Et Al, ***Agua para Consumo Humano: Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Evaluación de Sistemas de Agua Potable***, Universidad de Cuenca - CAMAREN, Cuenca – Quito, 1999, Págs. 245

LA MOTTA DÍAZ, Enrique- CASTRO CARRERA, Fernando, ***Manual de Evaluación Técnica de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado***, Banco de Desarrollo del Ecuador s.a, Quito, 1990, Págs. 237

GOMEZ MORENO, Bernardo- Et Al, ***Curso de Evaluación de Plantas de Tratamiento de Aguas***, Universidad del Cauca, Ministerio de Salud, Servicio de Salud del Cauca, Acueducto y Alcantarillado de Popayán.s.a, Popayán, 1987



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, ***Water Treatment Plant Desing***, McGraw-Hill, USA, 1990, Págs. 598

ACODAL, ***Seminario Internacional sobre Tecnología simplificada para Potabilización del Agua***, ACODAL, Cali, 1987.

ARBOLEDA VALENCIA, Jorge, ***Teoría y práctica de la purificación del agua***, McGraw-Hill, Bogotá Colombia, 2000, Págs. 793

ASAPCHI S, Jorge – HIBJAN U, Geza, ***Apuntes de Ingeniería Sanitaria I***, Universidad Católica Andres Bello - Departamento de Ingeniería Sanitaria, Caracas Venezuela.

MARCA, Mónica, ***PLANTA DE SANTA ANA MANUAL DE OPERACION***, ETAPA, Cuenca Ecuador, 2001.



ANEXOS

Anexo 1 Datos de Calidad del Agua y Evaluaciones realizadas por ETAPA en la Planta de Tratamiento “Bella Unión”

1. EVALUACIONES REALIZADAS POR ETAPA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO “BELLA UNIÓN”

Floculadores: Se procedió a efectuar las pruebas de trazadores para establecer los tiempos de floculación y las gradientes con las que estos trabajan y poder reproducir estos valores en las pruebas de laboratorio.

Efectuamos la primera prueba de trazadores en la cámara 1, agregando la solución trazadora al inicio de esta cámara y tomando una muestra cada 10 segundos a la salida de la cámara, donde se obtuvo un tiempo de retención de 2.5 minutos este es un tramo rápido debido al tamaño del floculador, por lo que se efectuaron dos pruebas para comprobar los resultados, los datos obtenidos son los siguientes:

TABLA 1-1 Resultados de Prueba con Trazadores para la Cámara 1 de la Unidad de Floculación

Cámara 1

Tiempo	Conduc t.	Tiempo	Conduc t.
0.1	140.1	2.5	5400
0.2	141.4	3	4980
0.3	141.3	3.1	4630
0.4	141.3	3.2	4260



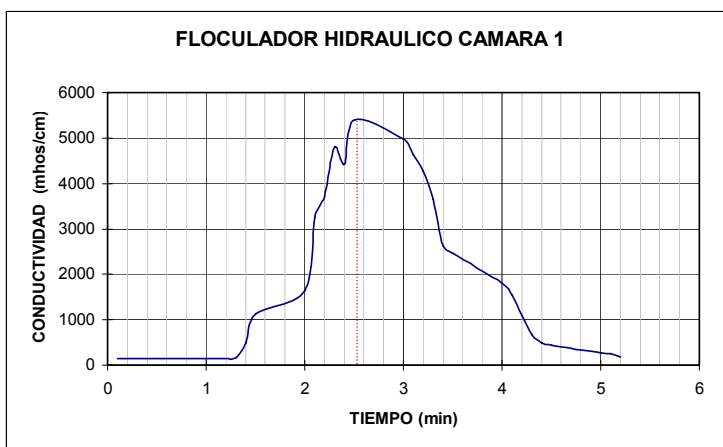
UNIVERSIDAD DE CUENCA

0.5	142.1	3.3	3640
1	142.5	3.4	2620
1.1	141.4	3.5	2460
1.2	141.4	4	1813
1.3	161.8	4.1	1551
1.4	484	4.2	1102
1.5	1134	4.3	669
2	1650	4.4	498
2.1	3250	4.5	430
2.2	3720	5	273
2.3	4800	5.1	247
2.4	4430	5.2	187.4

Fuente: Registros de Evaluaciones realizadas por ETAPA

Elaboración: ETAPA

FIG 1-1 Tiempo vs. Conductividad para



Cámara 1

Elaboración: ETAPA

Para determinar el tiempo de retención de la segunda cámara del floculador, se efectuó una prueba de trazador donde se determinó el tiempo de retención de todo el floculador y por diferencia con el tiempo de la cámara 1 se estableció el tiempo de la cámara 2, la solución trazadora se agregó al inicio del floculador y se tomaron las muestras a la salida del floculador se obtuvo un tiempo de 17.4



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

minutos, para tener un tiempo en la cámara 2 de 14.9 minutos, los datos obtenidos son:

TABLA 1-2 Resultados de Prueba con Trazadores
Cámara 2 de la Unidad de Floculación

**Cámara 1 -
2**

Tiempo	Conduc t.	Tiempo	Conduc t.	Tiempo	Conduc t.
9	135.4	13.4	815	18.2	1478
9.1	134.3	13.5	1028	18.3	1520
9.2	136.8	14	938	18.4	1414
9.3	145.1	14.1	794	18.5	1565
9.4	149.5	14.2	675	19	1402
9.5	155.4	14.3	1128	19.1	1450
10	157.8	14.4	989	19.2	1344
10.1	169.6	14.5	1342	19.3	1352
10.2	190.2	15	856	19.4	1272
10.3	195	15.1	1192	19.5	1235
10.4	221	15.2	1549	20	1280
10.5	204	15.3	1608	20.1	1043
11	236	15.4	1483	20.2	1072
11.1	191.3	15.5	1539	20.3	1029
11.2	203	16	1659	20.4	1005
11.3	319	16.1	1454	20.5	1002
11.4	328	16.2	1453	21	927
11.5	381	16.3	1114	21.1	953
12	356	16.4	1646	21.2	862
12.1	391	16.5	1581	21.3	807
12.2	573	17	1446	21.4	848
12.3	568	17.1	1575	21.5	769
12.4	388	17.2	1614	22	714
12.5	538	17.3	1704	22.1	718
13	673	17.4	1706	22.2	688
13.1	777	17.5	1672	22.3	615

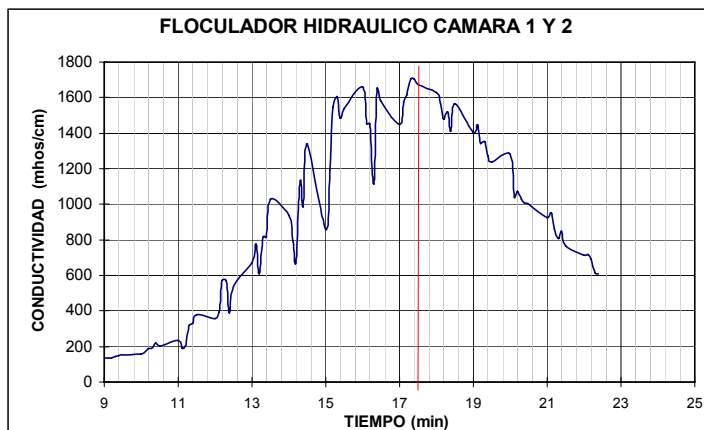


13.2	610	18	1627	22.4	610
13.3	817	18.1	1571		

Fuente: Registros de Evaluaciones realizadas por ETAPA

Elaboración: ETAPA

FIG 1-2 Tiempo vs. Conductividad para Cámara 2



Elaboración: ETAPA

Una vez determinados los tiempos de retención de cada cámara, se efectuó el levantamiento topográfico en los puntos de toma de muestra este levantamiento lo realizó el Ing. Santiago Moscoso, con estos datos se determino el gradiente de cada cámara.

Cálculo de Gradiente de Velocidades:

Cámara de floculación #1

$h = 0.095 \text{ m}$

$t = 2.5 \text{ min} = 150 \text{ s}$

$G = 2920 (0.096/150)^{1/2}$

$G = 73.87 \text{ s}^{-1}$

Cámara de floculación #2

$h = 0.065 \text{ m}$

$t = 14.9 \text{ min} = 894 \text{ s}$



$$G = 2920 (0.065/894)^{1/2}$$

$$G = 24.89 \text{ s}^{-1}$$

Pruebas de Jarras

El objetivo de efectuar estas pruebas es establecer una curva de dosificación de sulfato de aluminio que relacione la dosis de sulfato de aluminio aplicar con la turbiedad del agua de ingreso, para ello se reprodujeron los parámetros de floculación, sedimentación y filtración de la planta en el laboratorio.

Parámetros

- **Mezcla Rápida**
2 segundos a 300 RPM
- **Floculación**
2.5 minutos a 73.87 s^{-1}
14.9 minutos a 24.89 s^{-1}
- **Sedimentación**
15 minutos
- **Filtración**
En papel filtro Wattman 40

Se efectuó un total de 15 pruebas con diferentes tipos de agua tomadas en diferentes épocas (lluvia, estiaje), en las pruebas se determinó la dosis óptima de sulfato de aluminio para esas muestras y en función de estos resultados se elaboro la curva de dosificación de sulfato de aluminio. (Ver curva)

Como prueba adicional se probó con diferentes dosis de polímero para ver si el empleo de este era necesario, llagándose a determinar que no se necesita aplicar en esta planta polímero como ayudante de coagulación y de floculación, obteniéndose buenos resultados únicamente con el sulfato de aluminio.

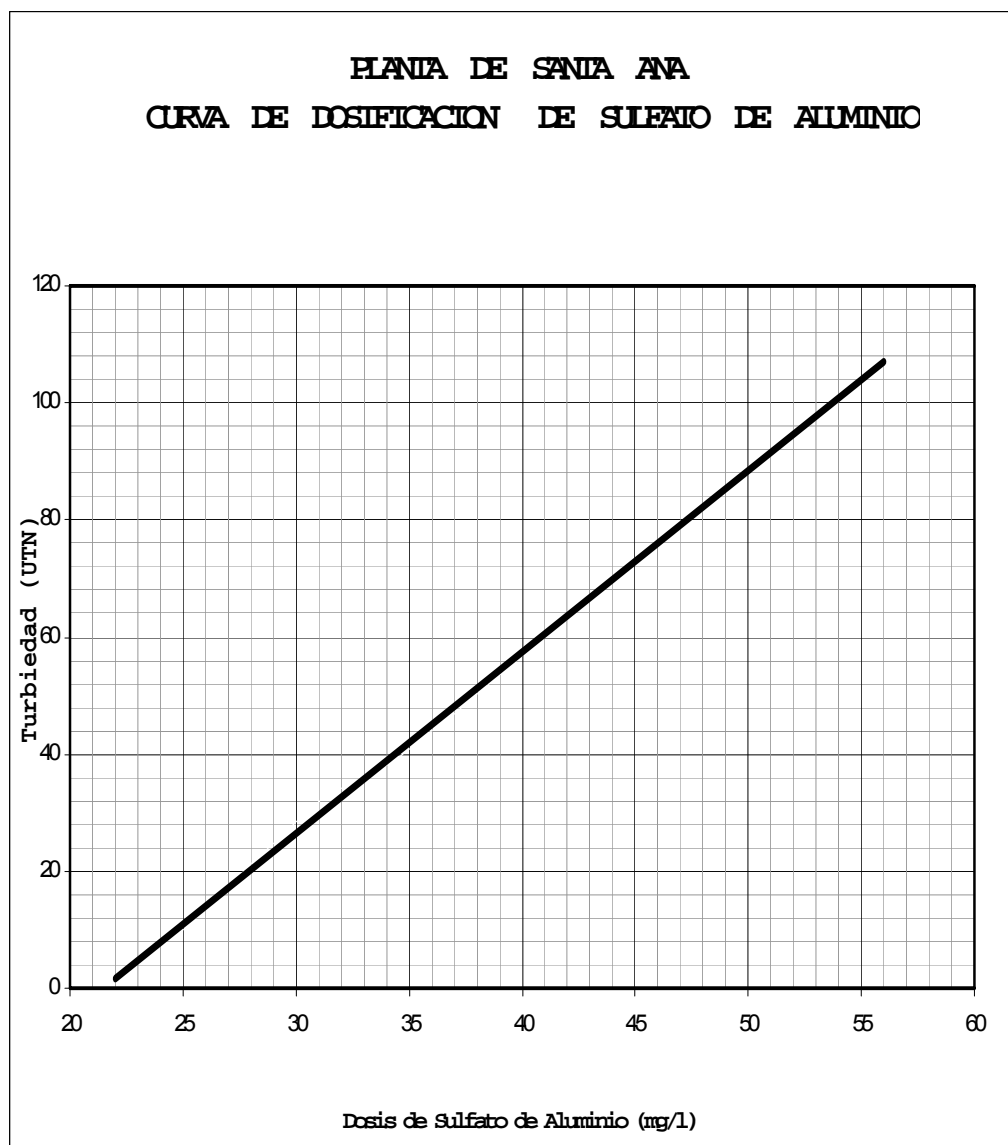


FIG. 1-3 Curva de Dosificación de Sulfato de Aluminio
Elaboración: ETAPA

Desinfección

La desinfección del agua se refiere a la destrucción de los organismos causantes de enfermedades patógenas. Las condiciones que debe tener un desinfectante para ser usado en las plantas son:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Destruir los organismos causantes de enfermedades
- Realizar esta labor a la temperatura, lugar y tiempo que presenta la planta
- No hacer al agua tóxica o peligrosa para la salud
- Debe ser de sencillo manejo bajo costo y fácil obtención
- Debe dejar un efecto residual

La determinación de la dosis de cloro que debe ser aplicada en la planta de tratamiento para que destruya en el agua todo organismo patógeno y deje tanto en la planta como en la red un residual que garantice la desinfección se realiza mediante la prueba denominada **demanda de cloro** cuyo objetivo es la determinación de la curva del punto de quiebre (punto en el cual se ha eliminado toda la materia orgánica y todo valor superior de cloro será cloro libre disponible) esta prueba se efectúa in situ y se lleva a cabo de la siguiente manera.

- En un equipo de DBO acondicionado que consta de cinco botellas ámbar y en la base un agitador, se coloca la muestra agua filtrada en las botellas (450 ml) y se adiciona un imán en cada una, se agrega la dosis en forma ascendente en soluciones de cloro de 0.2 mg/l a 3 mg/l (para ello se dispone de dos equipos de DBO), dejamos en agitación por el lapso de 30 minutos luego de cual se procede a tomar una muestra de 50 ml de cada botella y determinamos cloro residual por el método yodométrico.
- Se procede a graficar la dosis de cloro aplicada vs. el cloro residual en la cual se obtiene una curva similar a la expresada.

Concentración solución hipoclorito 0.1 %



UNIVERSIDAD DE CUENCA

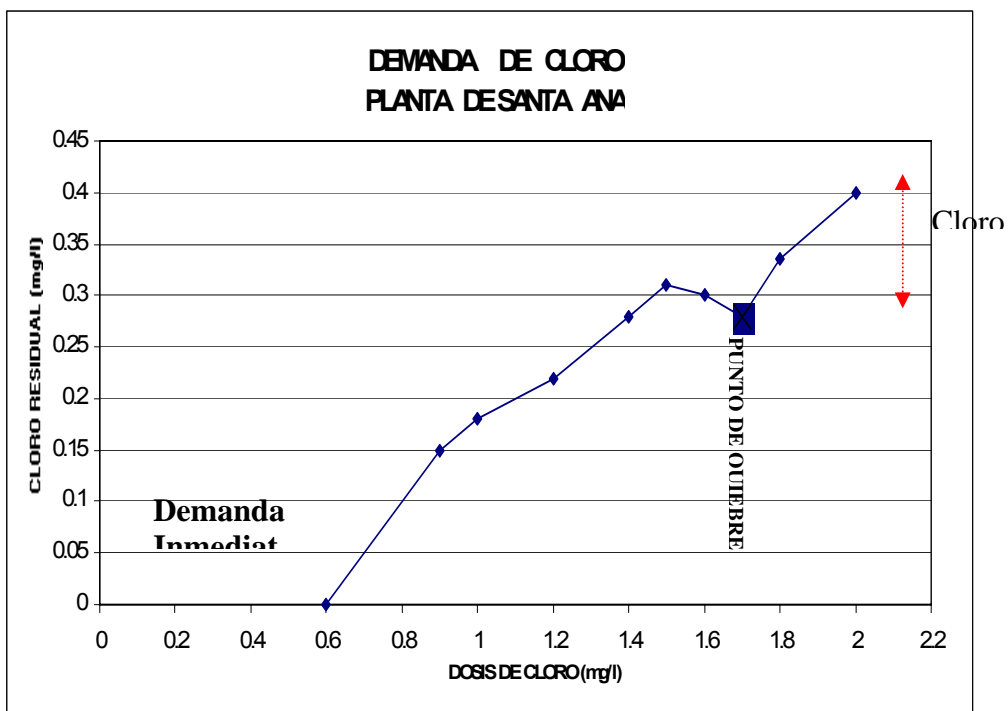
TABLA 1-3 Resultados de Demanda de Cloro para la Planta

cc	Dosis Cl mg/l	Cl Residual mg/l
0,315	0,6	0
0,405	0,9	0,15
0,45	1	0,18
0,54	1,2	0,22
0,63	1,4	0,28
0,68	1,5	0,31
0,72	1,6	0,3
0,76	1,7	0,28
0,8	1,8	0,335
2	2	0,4

Fuente: Registros de Evaluaciones realizadas por ETAPA

Elaboración: ETAPA

FIG. 1-4 Demanda de Cloro para la Planta “Bella Unión”



Elaboración: ETAPA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En la gráfica podemos ver que el punto de quiebre esta en 1.7 mg/l en este punto se consume toda la materia inorgánica y orgánica, la dosificación de cloro debe estar siempre sobre este punto para garantizar la destrucción de los organismos patógenos y tener cloro residual en la planta y red de distribución.

Se efectuaron tres pruebas con diferentes tipos de agua cruda, la calidad de agua filtrada que se obtenía en la planta en las tres pruebas fue similar, obteniéndose en las tres resultados similares al del gráfico.

UNIVERSIDA DE CUENCA

TABLA 1-4 Registros de Etapa sobre la Calidad Física, Química y Bacteriológica del Agua Cruda y Tratada

Fecha	Nombre Fuente	Tipo Fuente	Sistema Agua	Dirección	ColiTotal NMP	ColiTR NMP	EColi NMP	Color Aparente (UC)	Color Real(UC)	Turbiedad NTU	PH	Alcalinidad mg/l CaCO ₃	DTotal mg/l CaCO ₃	DCalcica mg/l CaCO ₃	DMagnesica mg/l CaCO ₃
24-ene-06	Santa Ana	Cruda	Rural		170	170		113		10.20	7.24	59.26	78.76	45.72	33.04
26-ene-06	Santa Ana	Cruda	Rural		30	23		85		9.82	7.03	62.10	48.10	32.70	15.40
21-feb-06	Santa Ana	Cruda	Rural		80	22		91		8.28	7.26	71.28	55.51	38.02	17.49
21-mar-06	Santa Ana	Cruda	Rural		30	30		91		9.20	7.32	22.38	14.83	8.36	6.47
23-mar-06	Santa Ana	Cruda	Rural		50	30									
18-abr-06	Santa Ana	Cruda	Rural		0	0		68		6.48	7.29	69.20	65.77	46.76	19.01
20-abr-06	Santa Ana	Cruda	Rural		130	80				10.40	7.12	64.20	51.30	34.20	17.10
16-may-06	Santa Ana	Cruda	Rural		50	50		84		16.20	7.18	74.59	71.20	37.60	33.60
11-jul-06	Santa Ana	Cruda	Rural		79	79		93		4.53	7.27	79.15	98.00	59.60	38.40
25-jul-06	Santa Ana	Cruda	Rural		21	11		79		7.57	7.29	99.46	116.28	57.66	58.62
08-ago-06	Santa Ana	Cruda	Rural		49	33		4		3.87	7.35	87.02	90.35	52.85	37.50
11-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Flia. Alvarez Alvarez - panadería	0		0	0		0.27	7.09				
11-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Flia. León	0		0	0		0.17	7.44				
25-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	farmacia Santa Ana	0		0	6		0.25	7.22				
25-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Centro - flia. Guamán-Alvarez	50		0	3		0.25	7.49				
08-ago-06	Santa Ana	Red	Rural	Los Retamles - flia. León Nieto	0		0	0		0.22	7.36				
08-ago-06	Santa Ana	Red	Rural	Centro - flia. alvarez	23		0	0		0.25	7.59				
24-ene-06	Santa Ana	Tratada	Rural		0		0	0	0	0.27	6.90	46.41	71.46	53.79	17.67
26-ene-06	Santa Ana	Tratada	Rural		0		0	8	8	0.87	6.69	39.40	49.90	33.60	16.30
21-feb-06	Santa Ana	Tratada	Rural		0		0	0	0	0.43	6.87	45.58	60.45	44.48	15.97



UNIVERSIDA DE CUENCA

21-mar-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0	0	0	0.38	6.67	8.70	18.25	7.22	11.03
23-mar-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0								
18-abr-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0	0	0	0.21	6.96	47.66	64.25	48.67	15.58
20-abr-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0			0.66	6.85	45.60	53.80	34.20	19.60
16-may-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0	18	15	1.12	7.00	53.46	59.20	43.60	15.60
11-jul-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0	9	8	0.43	7.06	52.63	88.40	47.60	40.80
25-jul-06	Santa Ana	Tratada	Rural	1	0	12	10	0.37	6.85	101.53	122.05	61.50	60.55
08-ago-06	Santa Ana	Tratada	Rural	0	0	0	0	0.30	7.14	80.81	106.65	79.76	26.89

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

UNIVERSIDA DE CUENCA

TABLA 1-5 Registros de Etapa sobre la Calidad Física, Química y Bacteriológica del Agua Cruda y Tratada

Fecha	Nombre Fuente	Tipo Fuente	Sistema Agua	Dirección	Calcio mg/l	Acidez mg/l	Conductividad μ S/cm	SDT mg/l	Cloro Residual (mg/l)	ICAD	ICAD Texto	ILangelier	TipoH2O
24-ene-06	Santa Ana	Cruda	Rural		18.29	0.88	14.18	92.17				-1.18	Corrosiva
26-ene-06	Santa Ana	Cruda	Rural		13.08	2.64	14.00	91.00				-1.51	Corrosiva
21-feb-06	Santa Ana	Cruda	Rural		15.21	1.76	15.34	99.71				-1.16	Corrosiva
21-mar-06	Santa Ana	Cruda	Rural		3.34	1.76	14.81	96.27				-2.26	Corrosiva
23-mar-06	Santa Ana	Cruda	Rural										
18-abr-06	Santa Ana	Cruda	Rural		18.70	0.88	17.49	113.69				-1.06	Corrosiva
20-abr-06	Santa Ana	Cruda	Rural		13.68	0.88	17.90	116.35				-1.40	Corrosiva
16-may-06	Santa Ana	Cruda	Rural		15.04	1.76	19.99	129.94				-1.25	Corrosiva
11-jul-06	Santa Ana	Cruda	Rural		23.84	1.76	20.60	133.90				-0.93	Corrosiva
25-jul-06	Santa Ana	Cruda	Rural		23.06	0.88	21.30	138.45				-0.83	Corrosiva
08-ago-06	Santa Ana	Cruda	Rural		21.14	0.88	21.10	137.15				-0.86	Corrosiva
11-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Flia. Alvarez Alvarez - panadería			23.10		0.60	100.00	Optima		
11-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Flia. León			22.80		0.60	100.00	Optima		
25-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	farmacia Santa Ana			22.60		1.00	100.00	Optima		
25-jul-06	Santa Ana	Red	Rural	Centro - flia. Guamán-Alvarez			22.30		1.00	66.00	Regular		
08-ago-06	Santa Ana	Red	Rural	Los Retamles - flia. León Nieto			22.90		1.50	85.20	Buena		
08-ago-06	Santa Ana	Red	Rural	Centro - flia. alvarez			22.70		1.50	51.20	Deficiente		
24-ene-06	Santa Ana	Tratada	Rural		21.52	0.88	16.74	108.81	1.50	84.34	Buena	-1.56	Corrosiva
26-ene-06	Santa Ana	Tratada	Rural		13.44	3.53	15.90	103.35	1.20	91.06	Muy Buena	-2.05	Corrosiva
21-feb-06	Santa Ana	Tratada	Rural		17.79	3.53	16.85	109.53	0.80	98.84	Optima	-1.68	Corrosiva



UNIVERSIDA DE CUENCA

21-mar-06	Santa Ana	Tratada	Rural		2.89	1.76	16.03	104.20	1.00	96.78	Optima	-3.39	Corrosiva
23-mar-06	Santa Ana	Tratada	Rural						1.50		Sin Datos		
18-abr-06	Santa Ana	Tratada	Rural		19.47	1.76	18.91	122.92	1.50	84.96	Buena	-1.54	Corrosiva
20-abr-06	Santa Ana	Tratada	Rural		13.68	0.88	19.00	123.50	1.00		Sin Datos	-1.83	Corrosiva
16-may-06	Santa Ana	Tratada	Rural		17.44	1.76	21.70	141.05	1.70	58.00	Deficiente	-1.51	Corrosiva
11-jul-06	Santa Ana	Tratada	Rural		19.04	1.76	22.80	148.20	0.60	100.00	Optima	-1.43	Corrosiva
25-jul-06	Santa Ana	Tratada	Rural		24.60	0.88	22.70	147.55	3.00	64.64	Regular	-1.24	Corrosiva
08-ago-06	Santa Ana	Tratada	Rural		31.90	0.88	22.80	148.20	1.00	100.00	Optima	-0.93	Corrosiva

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 1-6 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s
	8:00	5		8:00	5		8:00	4.5		8:00	4.5
1	12:00		1	12:00		1	12:00		1	12:00	
	17:00	5		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	4		8:00	5
2	12:00		2	12:00		2	12:00		2	12:00	
	17:00	6		17:00	5		17:00	4		17:00	4
	8:00	6		8:00	5		8:00	4		8:00	4
3	12:00		3	12:00		3	12:00		3	12:00	
	17:00	4		17:00	5		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	5		8:00	4		8:00	5
4	12:00		4	12:00		4	12:00		4	12:00	
	17:00	5		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	4		8:00	5		8:00	4		8:00	5
5	12:00		5	12:00		5	12:00		5	12:00	
	17:00	4		17:00	5		17:00	3.5		17:00	5
	8:00	4		8:00	5		8:00	4		8:00	4
6	12:00		6	12:00		6	12:00		6	12:00	
	17:00	4		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
7	12:00		7	12:00		7	12:00		7	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	5
8	12:00		8	12:00		8	12:00		8	12:00	
	17:00	4		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	4		8:00	5		8:00	4		8:00	5
9	12:00		9	12:00		9	12:00		9	12:00	
	17:00	4.5		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	5		8:00	4		8:00	5		8:00	5
10	12:00		10	12:00		10	12:00		10	12:00	
	17:00	4.5		17:00	4		17:00	5		17:00	4
	8:00	5		8:00	4		8:00	4		8:00	4.5
11	12:00		11	12:00		11	12:00		11	12:00	
	17:00	4		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	5		8:00	5		8:00	4		8:00	5
12	12:00		12	12:00		12	12:00		12	12:00	
	0:00	5		0:00	5		0:00	4		0:00	5
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	5		8:00	5
13	12:00		13	12:00		13	12:00		13	12:00	
	17:00	5		17:00	5		17:00	4		17:00	5
	8:00	5		8:00	5		8:00	5		8:00	5
14	12:00		14	12:00		14	12:00		14	12:00	
	17:00	4.5		17:00	5		17:00	4		17:00	4.5
	8:00	5		8:00	5		8:00	5		8:00	4.5
15	12:00		15	12:00		15	12:00		15	12:00	
	17:00	4.5		17:00	4.5		17:00	5		17:00	4

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

TABLA 1-7 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s
	8:00	5		8:00	4		8:00	5		8:00	5
16	12:00		16	12:00		16	12:00		16	12:00	
	17:00	4.5		17:00	5		17:00	4.5		17:00	4
	8:00	5		8:00	5		8:00	5		8:00	4
17	12:00		17	12:00		17	12:00		17	12:00	
	17:00	5		17:00	5		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
18	12:00		18	12:00		18	12:00		18	12:00	
	17:00	5		17:00	4.5		17:00	4		17:00	5
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	4		8:00	5
19	12:00		19	12:00		19	12:00		19	12:00	
	17:00	5		17:00	4		17:00	5		17:00	4
	8:00	5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
20	12:00		20	12:00		20	12:00		20	12:00	
	17:00	4		17:00	4.5		17:00	4		17:00	4
	8:00	4		8:00	5		8:00	5		8:00	4
21	12:00		21	12:00		21	12:00		21	12:00	
	17:00	4		17:00	4.5		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	5		8:00	4		8:00	5
22	12:00		22	12:00		22	12:00		22	12:00	
	17:00	4.5		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	4.5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
23	12:00		23	12:00		23	12:00		23	12:00	
	17:00	4		17:00	4.5		17:00	5		17:00	5
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	4		8:00	4
24	12:00		24	12:00		24	12:00		24	12:00	
	17:00	5		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	4		8:00	5		8:00	4
25	12:00		25	12:00		25	12:00		25	12:00	
	17:00	4.5		17:00	4		17:00	5		17:00	4
	8:00	4		8:00	6		8:00	5		8:00	5
26	12:00		26	12:00		26	12:00		26	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	5		17:00	5
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	4.5		8:00	5
27	12:00		27	12:00		27	12:00		27	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	5		17:00	4
	8:00	4.5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
28	12:00		28	12:00		28	12:00		28	12:00	
	17:00	4		17:00	4.5		17:00	4.5		17:00	4
	8:00	4		8:00			8:00	5		8:00	5
29	12:00		29	12:00		29	12:00		29	12:00	
	17:00	4		17:00			17:00	4		17:00	5

UNIVERSIDAD DE CUENCA

	8:00	5		8:00			8:00	5		8:00	4
30	12:00		30	12:00		30	12:00		30	12:00	
	17:00	5		17:00			17:00	5		17:00	4
	8:00	5		8:00			8:00	5		8:00	
31	12:00		31	12:00		31	12:00		31	12:00	
	17:00	5		17:00			17:00	4		17:00	
Promedio		4.6	Promedio		4.6	Promedio		4.3	Promedio		4.5

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

TABLA 1-8 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s
	8:00	4		8:00	3		8:00	4		8:00	4
1	12:00		1	12:00		1	12:00		1	12:00	
	17:00	4.5		17:00	4		17:00	3.5		17:00	3.5
	8:00	4		8:00	3		8:00	4		8:00	4
2	12:00		2	12:00		2	12:00		2	12:00	
	17:00	5		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	5		8:00	4		8:00	5		8:00	5
3	12:00		3	12:00		3	12:00		3	12:00	
	17:00	5		17:00	3		17:00	5		17:00	5
	8:00	5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
4	12:00		4	12:00		4	12:00		4	12:00	
	17:00	4.5		17:00	3		17:00	3.5		17:00	3.5
	8:00	4.5		8:00	3		8:00	4		8:00	4
5	12:00		5	12:00		5	12:00		5	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
6	12:00		6	12:00		6	12:00		6	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
7	12:00		7	12:00		7	12:00		7	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	5		8:00	4		8:00	3		8:00	3
8	12:00		8	12:00		8	12:00		8	12:00	
	17:00	5		17:00	5		17:00	3		17:00	3
	8:00	5		8:00	4		8:00	3		8:00	3
9	12:00		9	12:00		9	12:00		9	12:00	
	17:00	5		17:00	5		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
10	12:00		10	12:00		10	12:00		10	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	5		8:00	4		8:00	3		8:00	3
11	12:00		11	12:00		11	12:00		11	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3.5		17:00	3.5
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4

UNIVERSIDAD DE CUENCA

12	12:00		12	12:00		12	12:00		12	12:00	
	0:00	4		0:00	4		0:00	3		0:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
13	12:00		13	12:00		13	12:00		13	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
14	12:00		14	12:00		14	12:00		14	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00			17:00	
	8:00	5		8:00	4		8:00	4		8:00	4
15	12:00		15	12:00		15	12:00	5	15	12:00	5
	17:00	2.5		17:00	5		17:00	4		17:00	4

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

TABLA 1-9 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
DIA	HORA	CAUDAL I/s	DIA	HORA	CAUDAL I/s	DIA	HORA	CAUDAL I/s	DIA	HORA	CAUDAL I/s
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
16	12:00		16	12:00		16	12:00		16	12:00	
	17:00	3		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
17	12:00		17	12:00		17	12:00		17	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4.5		8:00	4		8:00	4
18	12:00		18	12:00		18	12:00		18	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3.5		8:00	3.5
19	12:00		19	12:00		19	12:00		19	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3.5		17:00	3.5
	8:00	5		8:00	4		8:00	3		8:00	3
20	12:00		20	12:00		20	12:00		20	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	5		8:00	4.5		8:00	3		8:00	3
21	12:00		21	12:00		21	12:00		21	12:00	
	17:00	5		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	5		8:00	4		8:00	3		8:00	3
22	12:00		22	12:00		22	12:00		22	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
23	12:00		23	12:00		23	12:00		23	12:00	
	17:00	4		17:00	4		17:00	4		17:00	4
	8:00	4		8:00	4		8:00	4		8:00	4
24	12:00		24	12:00		24	12:00		24	12:00	
	17:00	4		17:00	3		17:00	3		17:00	3
	8:00	3		8:00	4		8:00	3.5		8:00	3.5
25	12:00		25	12:00		25	12:00		25	12:00	
	17:00	4		17:00	4.5		17:00	3		17:00	3

UNIVERSIDAD DE CUENCA

	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
26	12:00		26	12:00		26	12:00		26	12:00	
	17:00	4		17:00	3		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
27	12:00		27	12:00		27	12:00		27	12:00	
	17:00	3		17:00	4		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
28	12:00		28	12:00		28	12:00		28	12:00	
	17:00	4		17:00	3.5		17:00	3		17:00	3
	8:00	4		8:00	4		8:00	3		8:00	3
29	12:00		29	12:00		29	12:00		29	12:00	
	17:00	3		17:00	3.5		17:00	3		17:00	3
	8:00	3		8:00	4		8:00	3		8:00	3
30	12:00		30	12:00		30	12:00		30	12:00	
	17:00	4		17:00	3		17:00	3		17:00	3
	8:00			8:00			8:00	3		8:00	3
31	12:00	3	31	12:00		31	12:00		31	12:00	
	17:00			17:00			17:00	3		17:00	3
Promedio		4.1	Promedio		3.9	Promedio		3.4	Promedio		3.4

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

TABLA 1-10 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s
	8:00	3		8:00	3		8:00	3
1	12:00		1	12:00		1	12:00	3.5
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	2
	8:00	3		8:00	4		8:00	3
2	12:00		2	12:00		2	12:00	
	17:00	3		17:00	2		17:00	2
	8:00	4		8:00	3		8:00	2.5
3	12:00		3	12:00		3	12:00	
	17:00	3		17:00	2		17:00	2
	8:00	3		8:00	3		8:00	2
4	12:00		4	12:00		4	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2		17:00	2
	8:00	3		8:00	3		8:00	2.5
5	12:00		5	12:00		5	12:00	
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	2
	8:00	3		8:00	3		8:00	2.5
6	12:00		6	12:00		6	12:00	
	17:00	3		17:00	3		17:00	2
	8:00	3		8:00	3		8:00	4
7	12:00		7	12:00		7	12:00	
	17:00	4		17:00	2.5		17:00	3
	8:00	3.5		8:00	2.5		8:00	3
8	12:00		8	12:00		8	12:00	

Viviana Morales L
Diana Ortega A

UNIVERSIDAD DE CUENCA

	17:00	3		17:00	2		17:00	2
	8:00	3		8:00	3.5		8:00	2.5
9	12:00		9	12:00		9	12:00	
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	2
	8:00	4		8:00	3		8:00	2.5
10	12:00		10	12:00		10	12:00	
	17:00	3		17:00	2		17:00	3
	8:00	4		8:00	2.5		8:00	3
11	12:00		11	12:00		11	12:00	
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	3
	8:00	3.5		8:00	3		8:00	3
12	12:00		12	12:00		12	12:00	
	0:00	3		0:00	3		0:00	5
	8:00	3		8:00	5		8:00	4
13	12:00		13	12:00		13	12:00	
	17:00	3.5		17:00	4		17:00	4
	8:00	3		8:00	3		8:00	5
14	12:00		14	12:00		14	12:00	
	17:00	3		17:00	3		17:00	3
	8:00	3		8:00	3		8:00	3
15	12:00		15	12:00		15	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2.5		17:00	3

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA

TABLA 1-11 Registros de Aforos de Caudal del Año 2006

SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s	DIA	HORA	CAUDAL l/s
	8:00	2.5		8:00	3		8:00	3
16	12:00		16	12:00		16	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2.5		17:00	3
	8:00	2.5		8:00	3		8:00	3
17	12:00		17	12:00		17	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2.5		17:00	3
	8:00	2		8:00	3		8:00	3
18	12:00	6	18	12:00		18	12:00	
	17:00	4		17:00	2		17:00	3
	8:00	3.5		8:00	2.5		8:00	3
19	12:00		19	12:00		19	12:00	
	17:00	3		17:00	2		17:00	2.5
	8:00	3		8:00	2.5		8:00	3
20	12:00		20	12:00		20	12:00	
	17:00	2		17:00	2		17:00	3
	8:00	2.5		8:00	2.5		8:00	3
21	12:00		21	12:00		21	12:00	
	17:00	2		17:00	2		17:00	2
	8:00	3		8:00	2.5		8:00	2.5
22	12:00		22	12:00		22	12:00	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

	17:00	2.5		17:00	2		17:00	2.5
	8:00	2.5		8:00	2		8:00	2.5
23	12:00		23	12:00		23	12:00	
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	2
	8:00	3		8:00	2.5		8:00	2.5
24	12:00		24	12:00		24	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2.5		17:00	2.5
	8:00	2.5		8:00	2.5		8:00	4
25	12:00		25	12:00		25	12:00	
	17:00	2		17:00	2		17:00	5
	8:00	2.5		8:00	2		8:00	4
26	12:00		26	12:00		26	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2		17:00	3
	8:00	4		8:00	2.5		8:00	3
27	12:00		27	12:00		27	12:00	
	17:00	3		17:00	2		17:00	3
	8:00	3		8:00	2		8:00	3
28	12:00		28	12:00		28	12:00	
	17:00	3		17:00	4		17:00	2.5
	8:00	3		8:00	2.5		8:00	5
29	12:00		29	12:00		29	12:00	
	17:00	2.5		17:00	2		17:00	3
	8:00	3		8:00	4		8:00	3.5
30	12:00		30	12:00		30	12:00	
	17:00	3		17:00	2.5		17:00	2
	8:00			8:00	3		8:00	
31	12:00		31	12:00		31	12:00	
	17:00			17:00	3		17:00	
Promedio		3.0	Promedio		2.7	Promedio		2.9

Fuente: Registros de Calidad de Agua de Plantas Rurales de ETAPA

Elaboración: ETAPA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 1-12 Dosificación de Sulfato de Aluminio

VUELTAS	CAUDAL (L/S)											
	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
1,5	49.6	39.6	33.0	28.3	24.8	22.0	19.8	18.0	16.5	15.2	14.2	13.2
2	57.5	46.0	38.3	32.8	28.7	25.5	23.0	20.9	19.2	17.7	16.4	15.3
2,5	63.5	50.8	42.3	36.3	31.7	28.2	25.4	23.1	21.2	19.5	18.1	16.9
3	69.5	55.6	46.4	39.7	34.8	30.9	27.8	25.3	23.2	21.4	19.9	18.5
3,5	85.0	68.0	56.7	48.6	42.5	37.8	34.0	30.9	28.3	26.2	24.3	22.7
4	93.5	74.8	62.3	53.4	46.7	41.5	37.4	34.0	31.2	28.8	26.7	24.9
4,5	102.3	81.8	68.2	58.5	51.2	45.5	40.9	37.2	34.1	31.5	29.2	27.3
5	115.0	92.0	76.6	65.7	57.5	51.1	46.0	41.8	38.3	35.4	32.8	30.7
5,5	135.2	108.2	90.2	77.3	67.6	60.1	54.1	49.2	45.1	41.6	38.6	36.1
6	139.9	111.9	93.3	80.0	70.0	62.2	56.0	50.9	46.6	43.1	40.0	37.3
6,5	158.8	127.1	105.9	90.8	79.4	70.6	63.5	57.8	52.9	48.9	45.4	42.4
7	159.8	127.9	106.6	91.3	79.9	71.0	63.9	58.1	53.3	49.2	45.7	42.6
7,5	168.4	134.7	112.3	96.2	84.2	74.9	67.4	61.2	56.1	51.8	48.1	44.9



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

8	189.0	151.2	126.0	108.0	94.5	84.0	75.6	68.7	63.0	58.2	54.0	50.4
8,5	223.7	179.0	149.2	127.9	111.9	99.4	89.5	81.4	74.6	68.8	63.9	59.7
9	234.6	187.7	156.4	134.1	117.3	104.3	93.8	85.3	78.2	72.2	67.0	62.6
9,5	292.8	234.2	195.2	167.3	146.4	130.1	117.1	106.5	97.6	90.1	83.7	78.1
10	296.8	237.4	197.8	169.6	148.4	131.9	118.7	107.9	98.9	91.3	84.8	79.1
10,5	332.4	265.9	221.6	189.9	166.2	147.7	133.0	120.9	110.8	102.3	95.0	88.6
11	346.9	277.5	231.2	198.2	173.4	154.2	138.7	126.1	115.6	106.7	99.1	92.5
11,5	390.3	312.2	260.2	223.0	195.2	173.5	156.1	141.9	130.1	120.1	111.5	104.1

Fuente: Registros de Evaluación de la Planta realizados por ETAPA

Elaboración: ETAPA

31/05/2005

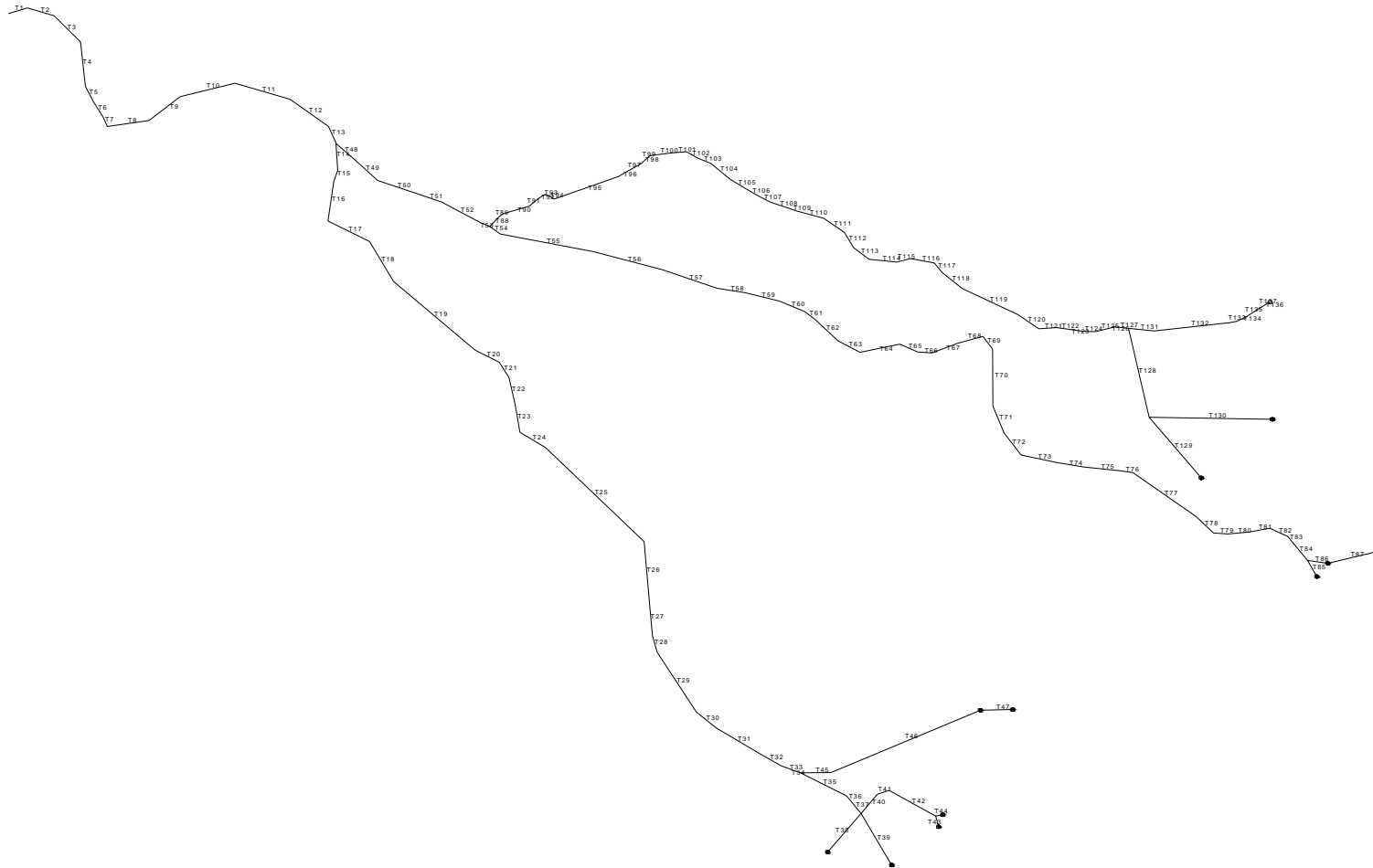
Viviana Morales L
Diana Ortega A

455

FIG.2-1 Esquema de Líneas de Conducción con los Nudos de Caudal del EPANET



FIG.2-2 Esquema de Líneas de Conducción con los Tuberías del EPANET





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 2 Resultados de la Evaluación Hidráulica de la Conducción obtenidos en el Programa EPANET

TABLA 2-1 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 1)

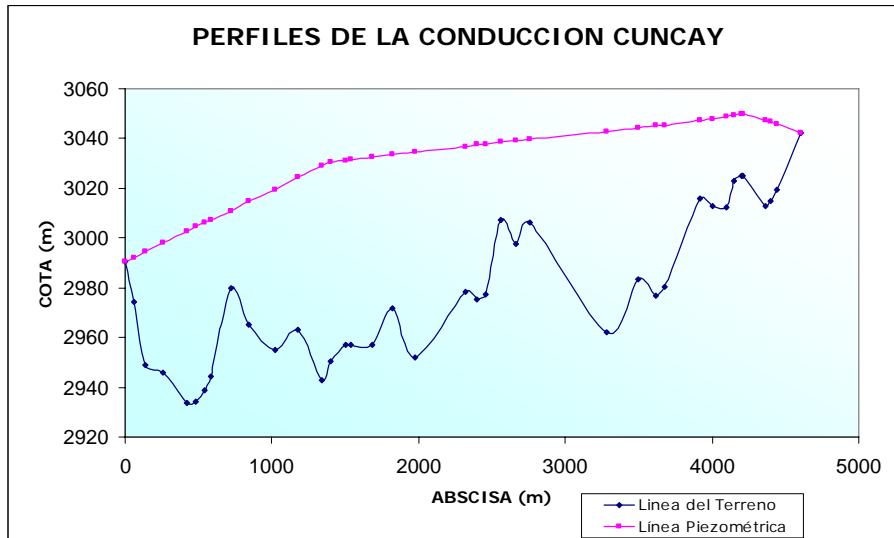
LINEA DE CONDUCCION CUNCAY				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
PLANTA	2990,37	2990,37	0	0
Nudo 1	2974,17	2992,11	17,94	60
Nudo 2	2948,74	2994,5	45,76	140
Nudo 3	2946	2998,08	52,08	260
Nudo 4	2933,86	3002,8	68,94	420
Nudo 5	2934,2	3004,59	70,39	480
Nudo 6	2938,74	3006,41	67,67	540
Nudo 7	2944,53	3007,45	62,92	580
Nudo 8	2979,8	3011,04	31,24	720
Nudo 9	2965,3	3014,68	49,38	840
Nudo 10	2954,8	3019,53	64,73	1020
Nudo 11	2962,9	3024,5	61,6	1180
Nudo 12	2942,62	3028,82	86,2	1340
Nudo 13	2950,21	3030,64	80,44	1400
Nudo 14	2956,8	3031,32	74,52	1500
Nudo 15	2956,8	3031,6	74,8	1540
Nudo 16	2957,1	3032,57	75,47	1680
Nudo 17	2971,8	3033,52	61,72	1820
Nudo 18	2951,8	3034,6	82,8	1980
Nudo 19	2978,5	3036,9	58,4	2320
Nudo 20	2975,2	3037,46	62,26	2400
Nudo 21	2977,2	3037,87	60,67	2460
Nudo 22	3007,5	3038,56	31,06	2560
Nudo 23	2997,5	3039,22	41,72	2660
Nudo 24	3006	3039,84	33,84	2760
Nudo 25	2962,3	3042,82	80,52	3280
Nudo 26	2983,3	3044,29	60,99	3500
Nudo 27	2976,8	3045,12	68,32	3620
Nudo 28	2980,6	3045,54	64,93	3680
Nudo 29	3016	3047,17	31,17	3920
Nudo 30	3013	3047,72	34,72	4000
Nudo 31	3012,3	3048,76	36,46	4100
Nudo 32	3023	3049,28	26,28	4153
Nudo 33	3025	3049,65	24,65	4205
Nudo 34	3025	3049,69	24,69	4210
Nudo 35	3013	3047,09	34,09	4360
Nudo 36	3015	3046,74	31,74	4400
Nudo 37	3019,5	3045,82	26,32	4440
Embalse CAP9	3042	3042	0	4605

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FIG. 2-3 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis

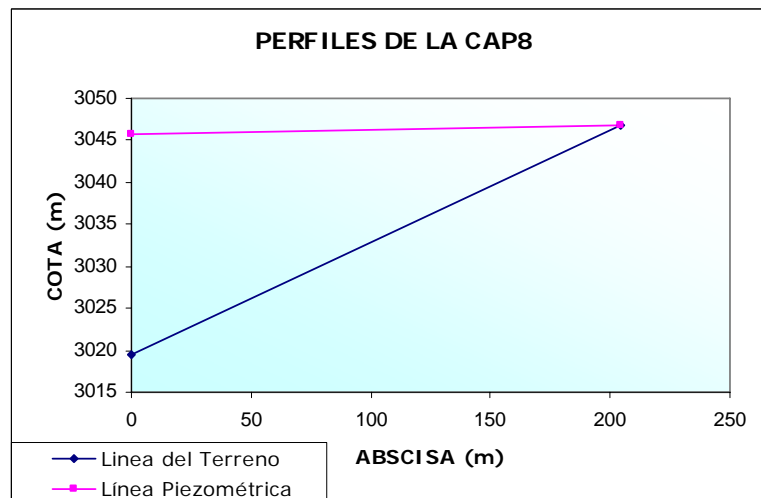
TABLA 2-2 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Captación 8 (Alternativa 1)

LINEA CAP 8				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 37	3019,5	3045,82	26,32	0
Embalse CAP8	3046,8	3046,8	0	204,5

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-4 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 8 (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

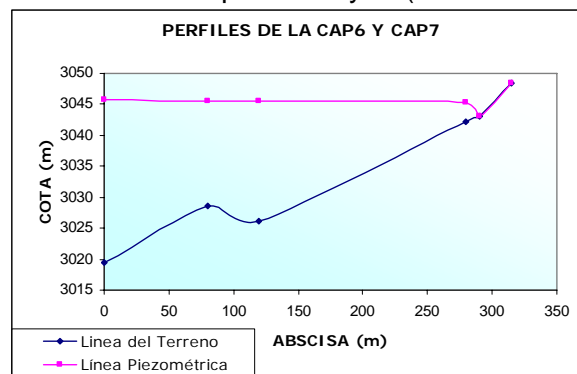
TABLA 2-3 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Captación 6 y 7 (Alternativa 1)

LINEA CAP 6 Y CAP7				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 37	3019,5	3045,82	26,32	0
Nudo 38	3028,6	3045,64	17,04	80
Nudo 39	3026,1	3045,56	19,46	120
Nudo 40	3042,2	3045,21	3,01	280
Embalse CAP6	3043,1	3043,1	0	290
Embalse CAP7	3048,4	3048,4	0	315

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-5 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 6 y 7 (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis

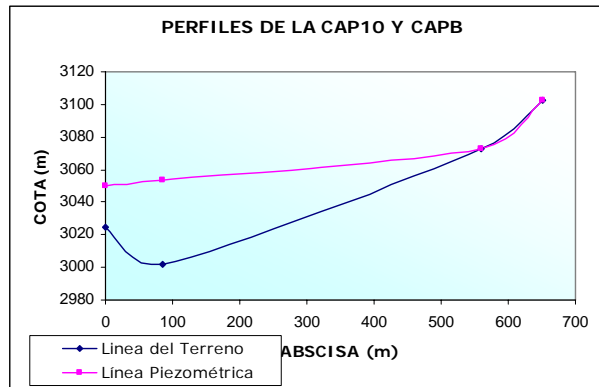
TABLA 2-4 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Captación 10 y B (Alternativa 1)

LINEA CAP 10 Y CAPB				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 34	3025	3049,69	24,69	0
Nudo 41	3002	3053,25	51,25	85
Embalse CAP-B	3072,8	3072,8	0	560
Embalse CAP10	3102,25	3102,25	0	651

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-6 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 10 y B (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-5 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 1)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 2				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 13	2950,21	3030,64	80,44	0
Nudo 42	2945,6	3031,28	85,68	80
Nudo 43	2970	3032,05	62,05	147
Nudo 44	2932,7	3033,03	100,33	180
Nudo 45	2896,8	3033,6	136,8	300
Nudo 46	2932,9	3034,62	101,72	395
Nudo 47	2955,6	3034,87	79,27	500
Nudo 48	2970,8	3035,76	64,96	565
Nudo 49	3003,23	3041,87	38,64	840
Nudo 50	3050,3	3046,51	-3,79	1100
Nudo 51	3038,12	3050,25	12,13	1220
Nudo 52	3053,5	3052,07	-1,43	1300
Nudo 53	3053,5	3054,35	0,85	1400
Nudo 54	3045,2	3056,17	10,97	1480
Nudo 55	3055,07	3057,07	2	1520
Nudo 56	3034	3059,35	25,35	1620
Nudo 57	3022	3061,02	39,02	1700
Nudo 58	3027,1	3063,63	36,53	1820
Nudo 59	3040,4	3064,94	24,54	1880
Nudo 60	3039,4	3065,85	26,45	1920
Nudo 61	3061,5	3067,63	6,13	2000
Nudo 62	3076	3069,36	-6,64	2100
Nudo 63	3078,8	3070,56	-8,24	2160
Nudo 64	3068,1	3075,09	6,99	2380
Nudo 65	3072	3077,35	5,35	2480
Nudo 66	3079	3079,43	0,43	2580
Nudo 67	3066	3081,7	15,7	2680
Nudo 68	3060	3083,53	23,53	2760
Nudo 69	3065,6	3085,8	20,2	2860
Nudo 70	3088,9	3086,7	-2,2	2900
Nudo 71	3078,2	3092,07	13,87	3140



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Nudo 72	3085,9	3093,74	7,84	3220
Nudo 73	3085,5	3094,66	9,16	3320
Nudo 74	3075,9	3096,01	20,11	3380
Nudo 75	3080,8	3097,37	16,57	3440
Nudo 76	3081,4	3098,71	17,31	3460
Nudo 77	3089,3	3099,17	9,87	3620
Nudo 78	3095,12	3100,99	5,87	3637
Embalse CAP4	3101,3	3101,3	0	3702
Embalse CAP5	3106,52	3106,52	0	3760
Embalse CAP-A	3109,2	3109,2	0	3821

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-6 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 1)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 1				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 47	2955,6	3034,87	79,27	0
Nudo 79	2968,7	3034,86	66,16	40
Nudo 80	2980,5	3034,86	54,36	60
Nudo 81	2975,8	3034,86	59,06	140
Nudo 82	2977,5	3034,86	57,36	174
Nudo 83	2989	3034,85	45,85	200
Nudo 84	2985	3034,85	49,85	220
Nudo 85	2993	3034,85	41,85	240
Nudo 86	2979,4	3034,84	55,44	440
Nudo 87	2980,5	3034,84	54,34	460
Nudo 88	2970,6	3034,84	64,24	520
Nudo 89	2975,6	3034,84	59,24	560
Nudo 90	2983,6	3034,83	51,23	565
Nudo 91	2983,6	3034,83	51,23	620
Nudo 92	2987,8	3034,83	47,03	660
Nudo 93	2984,2	3034,83	50,63	700
Nudo 94	2987,4	3034,82	47,42	740
Nudo 95	2982,3	3034,82	52,52	820
Nudo 96	2964,1	3034,82	70,72	880
Nudo 97	2951,8	3034,81	83,01	920
Nudo 98	2949	3034,81	85,81	960
Nudo 99	2954	3034,81	80,81	1020
Nudo 100	2951	3034,81	83,81	1040
Nudo 101	2960,5	3034,8	74,3	1120
Nudo 102	2972,1	3034,8	62,7	1200
Nudo 103	2966,4	3034,79	68,39	1260
Nudo 104	2975,06	3034,79	59,73	1320
Nudo 105	2962,1	3034,79	72,69	1400
Nudo 106	2970,7	3034,78	64,08	1440
Nudo 107	2978,4	3034,78	56,38	1520
Nudo 108	2974,1	3034,78	60,68	1560
Nudo 109	2980,1	3034,77	54,67	1640
Nudo 110	3001,4	3034,76	33,36	1820
Nudo 111	2991,6	3034,76	43,16	1900
Nudo 112	2981,2	3034,75	53,55	1940



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

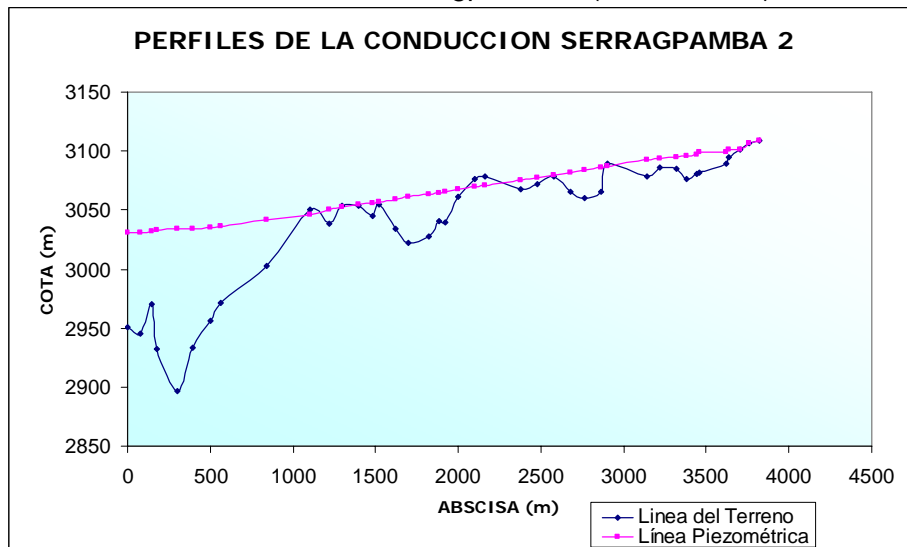
UNIVERSIDAD DE CUENCA

Nudo 113	2985	3034,75	49,75	1980
Nudo 114	2983	3034,75	51,75	2020
Nudo 115	2986,3	3034,75	48,45	2060
Nudo 116	2991,8	3034,74	42,94	2120
Nudo 117	2992	3034,74	42,74	2190
Nudo 118	2990,6	3034,74	44,14	2200
Nudo 120	3011	3033,57	22,57	2240
Nudo 121	3022,6	3030,1	7,5	2440
Nudo 122	3016,1	3029,77	13,67	2460
Nudo 123	3019,8	3029,28	9,48	2500
Nudo 124	3018,44	3028,48	10,04	2540
Nudo 125	3029	3028,14	-0,86	2560
Embalse CAP1	3027,9	3027,9	0	2640

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-7 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 1)

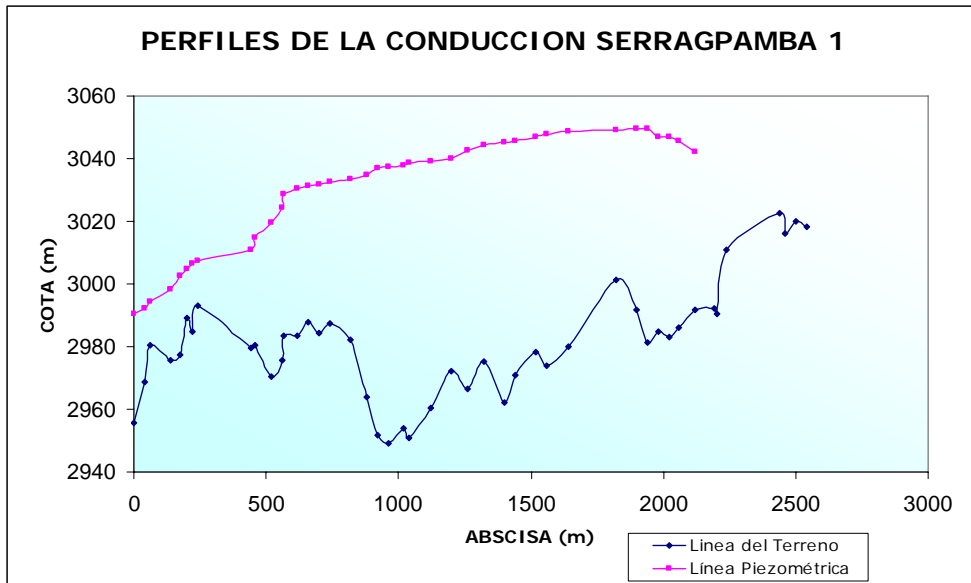


Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FIG. 2-8 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis

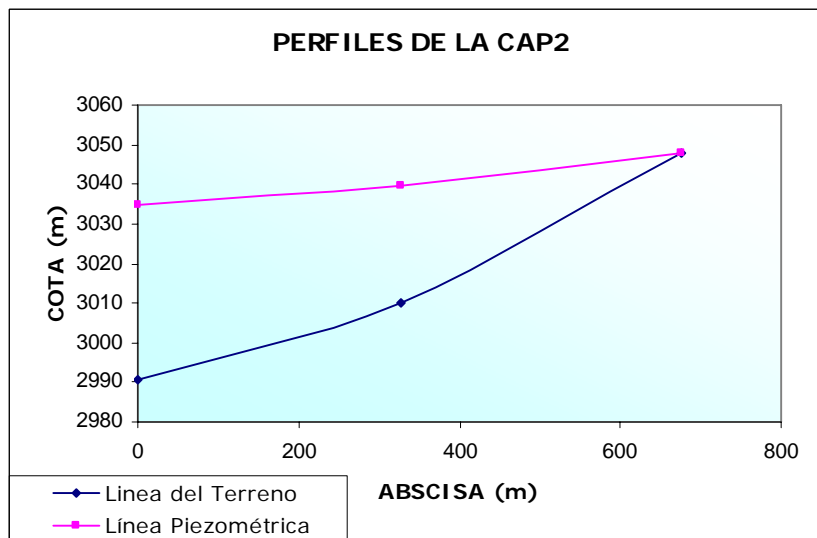
TABLA 2-7 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 1)

LINEA CAP2				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 118	2990,6	3034,74	44,14	0
Nudo 119	3010,1	3039,44	29,34	326
Embalse CAP2	3048	3048	0	676

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-9 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

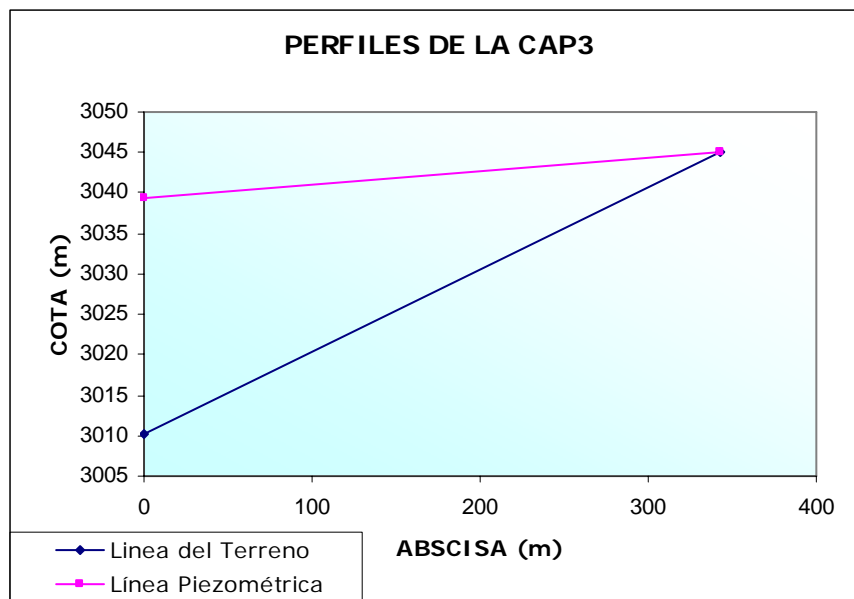
TABLA 2-8 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 3 (Alternativa 1)

LINEA CAP3				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 119	3010,1	3039,44	29,34	0
Embalse CAP3	3045,1	3045,1	0	343

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-10 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 1)



Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-9 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 1)

LINEA DE CONDUCCION CUNCAY							
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería T1	57,36	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T2	78,57	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T3	117,86	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T4	155,53	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T5	59,08	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T6	59,96	90	120	9	1,41	30,37	0,027
Tubería T7	34,08	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T8	118,36	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T9	119,94	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T10	159,64	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T11	163,64	90	120	9	1,41	30,36	0,027



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tubería T12	142,44	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T13	60	90	120	9	1,41	30,36	0,027
Tubería T14	97,55	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T15	39,98	63	120	-1,59	0,51	6,97	0,033
Tubería T16	139,57	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T17	136,33	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T18	155,29	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T19	330,12	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T20	79,72	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T21	59	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T22	99,62	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T23	94,77	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T24	89,27	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T25	428,07	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T26	210,31	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T27	119,25	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T28	60	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T29	234,85	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T30	79,19	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T31	148,56	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T32	74,74	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T33	53,97	63	120	1,59	0,51	6,96	0,033
Tubería T34	5,38	63	120	1,59	0,51	6,97	0,033
Tubería T35	151,77	63	120	-2,59	0,83	17,16	0,031
Tubería T36	19,91	63	120	-2,59	0,83	17,15	0,031
Tubería T37	53,9	63	120	-2,59	0,83	17,16	0,031
Tubería T38	163,98	63	120	-3,05	0,98	23,29	0,03

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-10 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 6, 7, 8, 10 y B (Alternativa 1)

LINEA CAP 8							
Tubería T39	199	63	120	1,32	0,42	4,93	0,034
LINEA CAP 6 Y CAP7							
Tubería T40	80,82	63	120	-0,86	0,27	2,21	0,036
Tubería T41	35,31	63	120	-0,86	0,27	2,21	0,036
Tubería T42	158,5	63	120	-0,86	0,27	2,21	0,036
Tubería T43	37,98	63	120	6,1	1,96	83,92	0,027
Tubería T44	19,74	63	120	-6,95	2,23	107,01	0,027
LINEA CAP 10 Y CAPB							
Tubería T45	85,4	63	120	4,18	1,34	41,66	0,029
Tubería T46	469,38	63	120	4,18	1,34	41,66	0,029
Tubería T47	90,05	63	120	12,71	4,08	327,04	0,024

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 2-11 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 1)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 2							
Tubería T48	79,98	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T49	96,74	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T50	122,79	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T51	71,27	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T52	128,41	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T53	30,51	110	120	7,41	0,78	7,97	0,028
Tubería T54	39,3	90	120	7,72	1,21	22,84	0,027
Tubería T55	267,35	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T56	202,94	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T57	163,54	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T58	79,78	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T59	99,64	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T60	79,86	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T61	39,51	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T62	99,5	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T63	73,03	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T64	114,4	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T65	57,23	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T66	39,95	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T67	77,78	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T68	75,92	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T69	52,26	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T70	198,29	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T71	99,24	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T72	90,75	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T73	99,59	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T74	79,89	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T75	99,27	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T76	39,76	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T77	234,9	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T78	73,19	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T79	40	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T80	59,39	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T81	59,52	90	120	7,72	1,21	22,84	0,027
Tubería T82	58,61	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T83	19,96	90	120	7,72	1,21	22,86	0,027
Tubería T84	79,8	90	120	7,72	1,21	22,85	0,027
Tubería T85	61,46	63	120	6,33	2,03	89,93	0,027
Tubería T86	56,74	63	120	1,39	0,45	5,41	0,034
Tubería T87	147,16	63	120	4,79	1,54	53,68	0,028

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 2-12 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 1)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 1							
Tubería T88	39,98	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T89	19,06	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,047
Tubería T90	76,84	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T91	31,39	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T92	28,36	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,047
Tubería T93	15,94	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,042
Tubería T94	15,47	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T95	194,12	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T96	20	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,044
Tubería T97	59,64	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T98	20	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,044
Tubería 99	16,4	90	120	-0,31	0,05	0,05	0,041
Tubería T100	63,18	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,042
Tubería T101	39,66	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T102	39,33	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T103	39,48	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T104	76,89	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T105	59	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T106	39,65	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T107	39,7	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T108	59,61	90	120	-0,31	0,05	0,05	0,041
Tubería T109	20	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,044
Tubería T110	78,97	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T111	76,87	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T112	58,28	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,046
Tubería T113	59,61	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T114	78,28	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T115	39,47	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T116	68,39	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,046
Tubería T117	39,94	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T118	79,38	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,042
Tubería T119	179,37	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T120	76,89	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,043
Tubería T121	49,73	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T122	29,91	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T123	39,82	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T124	39,2	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,045
Tubería T125	57,6	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,042
Tubería T126	26,34	90	120	-0,31	0,05	0,06	0,042
Tubería 127	11,27	90	120	-0,31	0,05	0,08	0,059
Tubería T131	72,02	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028
Tubería T132	212,85	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028
Tubería T133	19,9	90	120	-6,43	1,01	16,32	0,028
Tubería T134	29,91	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028
Tubería T135	49,42	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028
Tubería T136	20,57	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028
Tubería T137	14,82	90	120	-6,43	1,01	16,31	0,028

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 2-13 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captaciones 2 y 3 (Alternativa 1)

LINEA CAP2 Y CAP 3							
Tubería 128	315,84	90	120	6,12	0,96	14,89	0,028
Tubería T129	256,65	63	120	2,96	0,95	22,04	0,03
Tubería T130	343,93	63	120	3,16	1,01	24,88	0,03

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-14 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION CUNCAY				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
PLANTA	2990,37	2990,37	0	0
Nudo 1	2974,17	2992,11	17,94	60
Nudo 2	2948,74	2994,5	45,76	140
Nudo 3	2946	2998,08	52,08	260
Nudo 4	2933,86	3002,8	68,94	420
Nudo 5	2934,2	3004,59	70,39	480
Nudo 6	2938,74	3006,41	67,67	540
Nudo 7	2944,53	3007,45	62,92	580
Nudo 8	2979,8	3011,04	31,24	720
Nudo 9	2965,3	3014,68	49,38	840
Nudo 10	2954,8	3019,53	64,73	1020
Nudo 11	2962,9	3024,5	61,6	1180
Nudo 12	2942,62	3028,82	86,2	1340
Nudo 13	2950,21	3030,64	80,44	1400
Nudo 14	2956,8	3031,32	74,52	1500
Nudo 15	2956,8	3031,6	74,8	1540
Nudo 16	2957,1	3032,57	75,47	1680
Nudo 17	2971,8	3033,52	61,72	1820
Nudo 18	2951,8	3034,6	82,8	1980
Nudo 19	2978,5	3036,9	58,4	2320
Nudo 20	2975,2	3037,46	62,26	2400
Nudo 21	2977,2	3037,87	60,67	2460
Nudo 22	3007,5	3038,56	31,06	2560
Nudo 23	2997,5	3039,22	41,72	2660
Nudo 24	3006	3039,84	33,84	2760
Nudo 25	2962,3	3042,82	80,52	3280
Nudo 26	2983,3	3044,29	60,99	3500
Nudo 27	2976,8	3045,12	68,32	3620
Nudo 28	2980,6	3045,54	64,93	3680
Nudo 29	3016	3047,17	31,17	3920
Nudo 30	3013	3047,72	34,72	4000
Nudo 31	3012,3	3048,76	36,46	4100
Nudo 32	3023	3049,28	26,28	4153
Nudo 33	3025	3049,65	24,65	4205
Nudo 34	3025	3049,69	24,69	4210
Nudo 35	3013	3047,09	34,09	4360
Nudo 36	3015	3046,74	31,74	4400
Nudo 37	3019,5	3045,82	26,32	4440



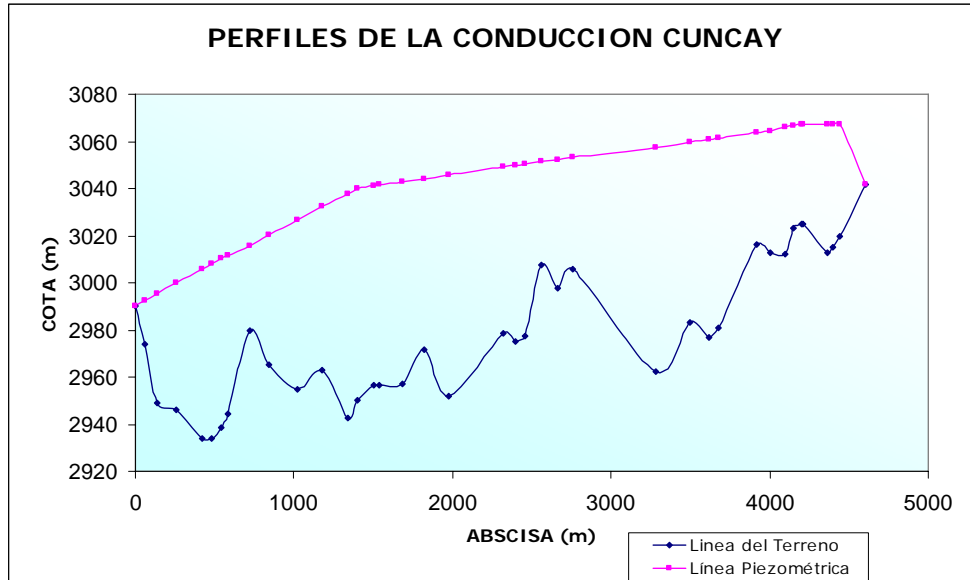
UNIVERSIDAD DE CUENCA

Embalse CAP9	3042	3042	0	4605
--------------	------	------	---	------

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-11 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

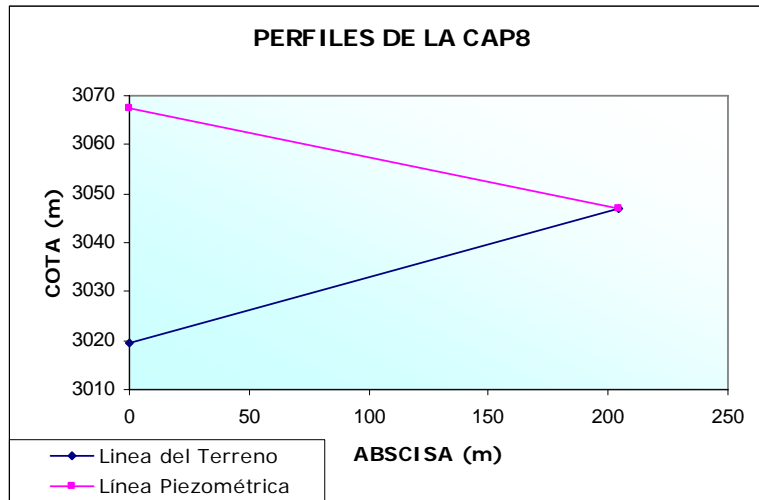
TABLA 2-15 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Cap 8 (Alternativa 2)

LINEA CAP 8				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 37	3019,5	3067,3	47,8	0
Embalse CAP8	3046,8	3046,8	0	204,5

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-12 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 8 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

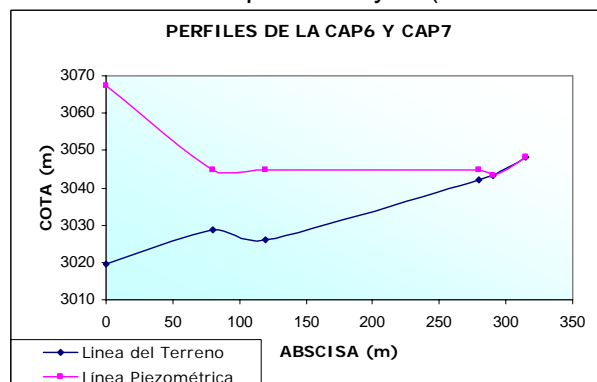
TABLA 2-16 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Cap 6 y 7 (Alternativa 2)

LINEA CAP 6 Y CAP7				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 37	3019,5	3067,3	47,8	0
Nudo 38	3028,6	3044,91	16,31	80
Nudo 39	3026,1	3044,91	18,81	120
Nudo 40	3042,2	3044,91	2,71	280
Embalse CAP6	3043,1	3043,1	0	290
Embalse CAP7	3048,4	3048,4	0	315

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-13 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 6 y 7 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

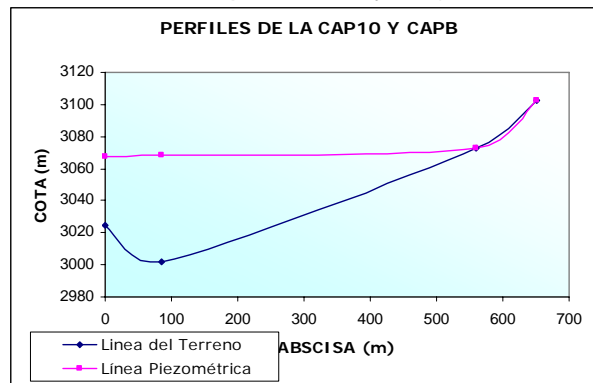
TABLA 2-17 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea Cap 10 y B (Alternativa 2)

LINEA CAP 10 Y CAPB				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 34	3025	3067,3	42,3	0
Nudo 41	3002	3068,15	66,15	85
Embalse CAP-B	3072,8	3072,8	0	560
Embalse CAP10	3102,25	3102,25	0	651

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-14 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Captación 10 y B (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-18 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 2				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 13	2950,21	3040,17	89,96	0
Nudo 42	2945,6	3040,93	95,33	80
Nudo 43	2970	3041,86	71,86	147
Nudo 44	2932,7	3043,03	110,33	180
Nudo 45	2896,8	3043,71	146,91	300
Nudo 46	2932,9	3044,93	112,03	395
Nudo 47	2955,6	3045,23	89,63	500
Nudo 48	2970,8	3045,99	75,19	565
Nudo 49	3003,23	3051,15	47,92	840
Nudo 50	3050,3	3055,08	4,78	1100
Nudo 51	3038,12	3058,24	20,12	1220
Nudo 52	3053,5	3059,78	6,28	1300
Nudo 53	3053,5	3061,71	8,21	1400
Nudo 54	3045,2	3063,25	18,05	1480
Nudo 55	3055,07	3064,02	8,95	1520
Nudo 56	3034	3065,94	31,94	1620
Nudo 57	3022	3067,35	45,35	1700
Nudo 58	3027,1	3069,56	42,46	1820
Nudo 59	3040,4	3070,67	30,27	1880
Nudo 60	3039,4	3071,44	32,04	1920
Nudo 61	3061,5	3072,95	11,45	2000



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Nudo 62	3076	3074,41	-1,59	2100
Nudo 63	3078,8	3075,42	-3,38	2160
Nudo 64	3068,1	3079,26	11,16	2380
Nudo 65	3072	3081,18	9,18	2480
Nudo 66	3079	3082,93	3,93	2580
Nudo 67	3066	3084,86	18,86	2680
Nudo 68	3060	3086,4	26,4	2760
Nudo 69	3065,6	3088,32	22,72	2860
Nudo 70	3088,9	3089,09	0,19	2900
Nudo 71	3078,2	3093,63	15,43	3140
Nudo 72	3085,9	3095,05	9,15	3220
Nudo 73	3085,5	3095,82	10,32	3320
Nudo 74	3075,9	3096,97	21,07	3380
Nudo 75	3080,8	3098,12	17,32	3440
Nudo 76	3081,4	3099,25	17,85	3460
Nudo 77	3089,3	3099,64	10,34	3620
Nudo 78	3095,12	3101,18	6,06	3637
Embalse CAP4	3101,3	3101,3	0	3702
Embalse CAP5	3106,52	3106,52	0	3760
Embalse CAP-A	3109,2	3109,2	0	3821

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 2-19 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 1				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 47	2955,6	3045,23	89,63	0
Nudo 79	2968,7	3045,25	76,55	40
Nudo 80	2980,5	3045,26	64,76	60
Nudo 81	2975,8	3045,31	69,51	140
Nudo 82	2977,5	3045,33	67,83	174
Nudo 83	2989	3045,35	56,35	200
Nudo 84	2985	3045,36	60,36	220
Nudo 85	2993	3045,37	52,37	240
Nudo 86	2979,4	3045,49	66,09	440
Nudo 87	2980,5	3045,51	65,01	460
Nudo 88	2970,6	3045,54	74,94	520
Nudo 89	2975,6	3045,56	69,96	560
Nudo 90	2983,6	3045,57	61,97	565
Nudo 91	2983,6	3045,61	62,01	620
Nudo 92	2987,8	3045,63	57,83	660
Nudo 93	2984,2	3045,66	61,46	700
Nudo 94	2987,4	3045,68	58,28	740
Nudo 95	2982,3	3045,73	63,43	820
Nudo 96	2964,1	3045,77	81,67	880
Nudo 97	2951,8	3045,79	93,99	920
Nudo 98	2949	3045,82	96,82	960
Nudo 99	2954	3045,86	91,86	1020
Nudo 100	2951	3045,87	94,87	1040
Nudo 101	2960,5	3045,92	85,42	1120
Nudo 102	2972,1	3045,97	73,87	1200
Nudo 103	2966,4	3046	79,6	1260
Nudo 104	2975,06	3046,04	70,98	1320
Nudo 105	2962,1	3046,09	83,99	1400
Nudo 106	2970,7	3046,12	75,42	1440
Nudo 107	2978,4	3046,16	67,76	1520
Nudo 108	2974,1	3046,19	72,09	1560
Nudo 109	2980,1	3046,24	66,14	1640
Nudo 110	3001,4	3046,35	44,95	1820
Nudo 111	2991,6	3046,4	54,8	1900
Nudo 112	2981,2	3046,43	65,23	1940
Nudo 113	2985	3046,45	61,45	1980
Nudo 114	2983	3046,47	63,47	2020
Nudo 115	2986,3	3046,5	60,2	2060
Nudo 116	2991,8	3046,54	54,74	2120
Nudo 117	2992	3046,55	54,55	2190
Nudo 118	2990,6	3046,56	55,96	2200
Nudo 120	3011	3027,9	16,9	2240
Nudo 121	3022,6	3027,9	5,3	2440
Nudo 122	3016,1	3027,9	11,8	2460
Nudo 123	3019,8	3027,9	8,1	2500
Nudo 124	3018,44	3027,9	9,46	2540
Nudo 125	3029	3027,9	-1,1	2560
Embalse CAP1	3027,9	3027,9	0	2640

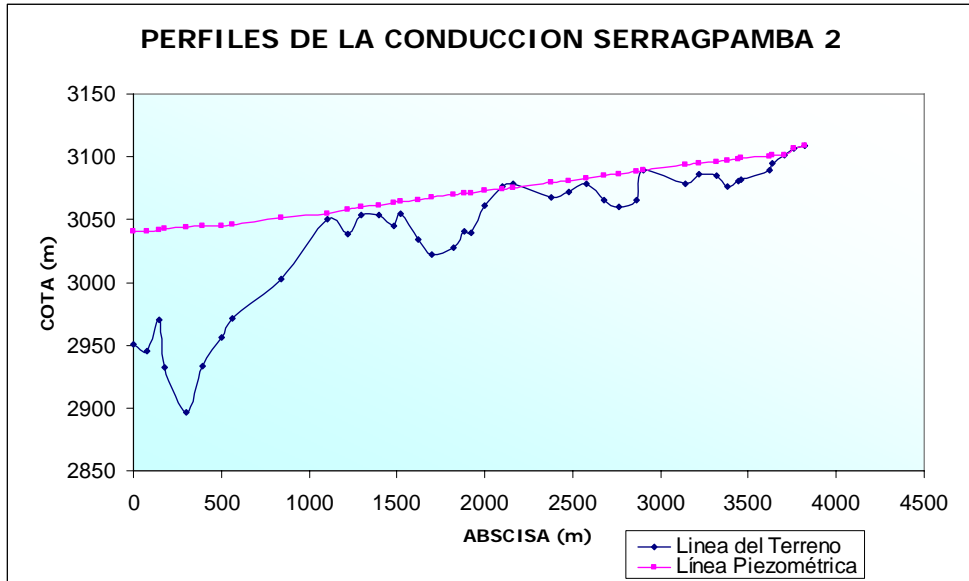
Fuente: Epanet



UNIVERSIDAD DE CUENCA

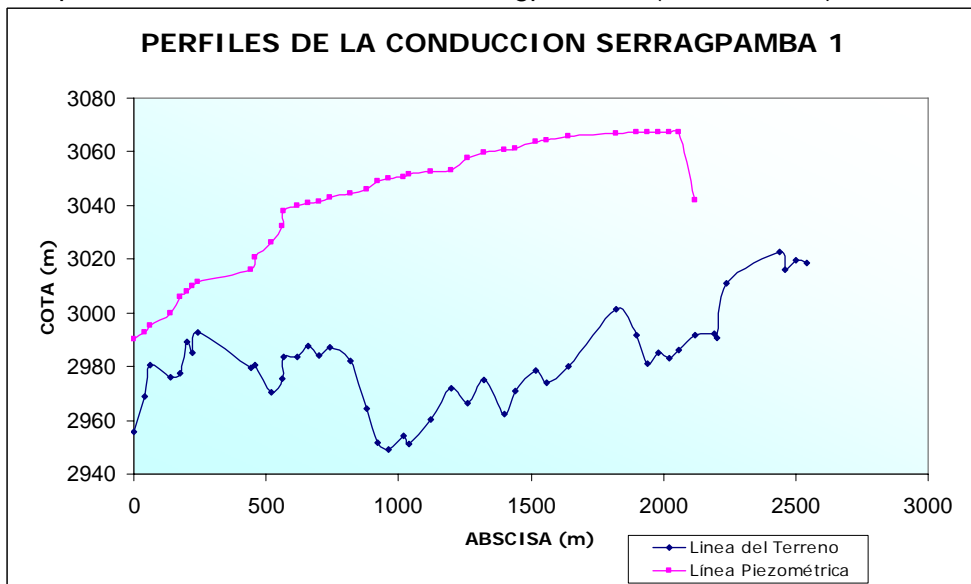
Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-15 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-16 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

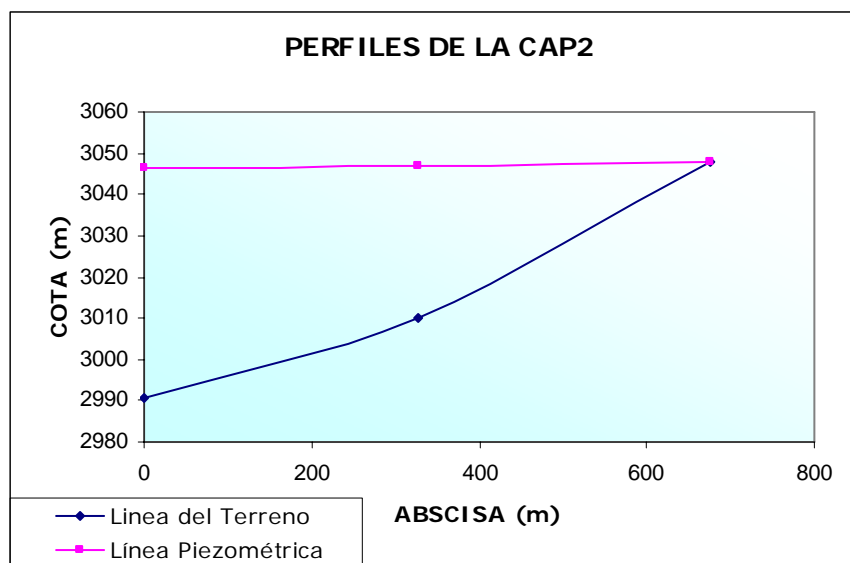
TABLA 2-20 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 2)

LINEA CAP2				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 118	2990,6	3046,56	55,96	0
Nudo 119	3010,1	3046,76	36,66	326
Embalse CAP2	3048	3048	0	676

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

FIG. 2-17 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-21 Resultados obtenidos en los Nudos en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 3 (Alternativa 2)

LINEA CAP3				
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Abscisa m
Nudo 119	3010,1	3046,76	36,66	0
Embalse CAP3	3045,1	3045,1	0	343

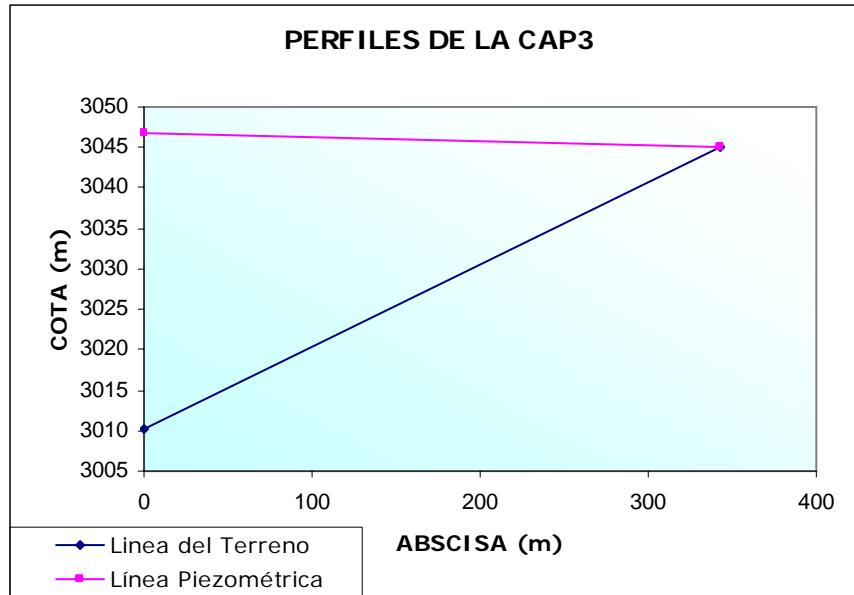
Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FIG. 2-18 Línea del Terreno y Línea Piezométrica para la Línea de Conducción Captación 2 (Alternativa 2)



Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-22 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Cuncay (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION CUNCAY							
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería T1	57,36	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T2	78,57	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T3	117,86	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T4	155,53	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T5	59,08	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T6	59,96	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T7	34,08	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T8	118,36	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T9	119,94	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T10	159,64	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T11	163,64	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T12	142,44	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T13	60	90	120	10,09	1,59	37,54	0,026
Tubería T14	97,55	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T15	39,98	63	120	-1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T16	139,57	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T17	136,33	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T18	155,29	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T19	330,12	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T20	79,72	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T21	59	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T22	99,62	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T23	94,77	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T24	89,27	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tubería T25	428,07	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T26	210,31	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T27	119,25	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T28	60	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T29	234,85	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T30	79,19	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T31	148,56	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T32	74,74	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T33	53,97	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T34	5,38	63	120	1,92	0,62	9,9	0,032
Tubería T35	151,77	63	120	0	0	0	0
Tubería T36	19,91	63	120	0	0	0	0
Tubería T37	53,9	63	120	0	0	0	0
Tubería T38	163,98	63	120	0	0	0	0

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-23 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captación 6, 7, 8, 10 y B (Alternativa 2)

LINEA CAP 8							
Tubería T39	199	63	120	0	0	0	0
LINEA CAP 6 Y CAP7							
Tubería T40	80,82	63	120	0	0	0	0
Tubería T41	35,31	63	120	0	0	0	0
Tubería T42	158,5	63	120	0	0	0	0
Tubería T43	37,98	63	120	6,4	2,05	91,82	0,027
Tubería T44	19,74	63	120	-6,4	2,05	91,82	0,027
LINEA CAP 10 Y CAPB							
Tubería T45	85,4	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T46	469,38	63	120	1,92	0,62	9,92	0,032
Tubería T47	90,05	63	120	12,71	4,08	327,04	0,024

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-24 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 2 (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 2							
Tubería T48	79,98	110	120	8,17	0,86	9,55	0,028
Tubería T49	96,74	110	120	8,17	0,86	9,54	0,028
Tubería T50	122,79	110	120	8,17	0,86	9,55	0,028
Tubería T51	71,27	110	120	8,17	0,86	9,55	0,028
Tubería T52	128,41	110	120	8,17	0,86	9,55	0,028
Tubería T53	30,51	110	120	8,17	0,86	9,54	0,028
Tubería T54	39,3	90	120	7,05	1,11	19,34	0,028
Tubería T55	267,35	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T56	202,94	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T57	163,54	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T58	79,78	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T59	99,64	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T60	79,86	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T61	39,51	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tubería T62	99,5	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T63	73,03	90	120	7,05	1,11	19,34	0,028
Tubería T64	114,4	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T65	57,23	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T66	39,95	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T67	77,78	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T68	75,92	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T69	52,26	90	120	7,05	1,11	19,34	0,028
Tubería T70	198,29	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T71	99,24	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T72	90,75	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T73	99,59	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T74	79,89	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T75	99,27	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T76	39,76	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T77	234,9	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T78	73,19	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T79	40	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T80	59,39	90	120	7,05	1,11	19,34	0,028
Tubería T81	59,52	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T82	58,61	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T83	19,96	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T84	79,8	90	120	7,05	1,11	19,33	0,028
Tubería T85	61,46	63	120	6,21	1,99	86,9	0,027
Tubería T86	56,74	63	120	0,84	0,27	2,13	0,036
Tubería T87	147,16	63	120	4,79	1,54	53,68	0,028

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-25 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Serragpamba 1 (Alternativa 2)

LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBA 1							
Tubería T88	39,98	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T89	19,06	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T90	76,84	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T91	31,39	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T92	28,36	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T93	15,94	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T94	15,47	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T95	194,12	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T96	20	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T97	59,64	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T98	20	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería 99	16,4	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T100	63,18	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T101	39,66	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T102	39,33	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T103	39,48	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T104	76,89	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T105	59	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T106	39,65	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T107	39,7	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tubería T108	59,61	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T109	20	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T110	78,97	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T111	76,87	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T112	58,28	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T113	59,61	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T114	78,28	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T115	39,47	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T116	68,39	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T117	39,94	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T118	79,38	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T119	179,37	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T120	76,89	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T121	49,73	90	120	1,11	0,18	0,63	0,037
Tubería T122	29,91	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T123	39,82	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T124	39,2	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T125	57,6	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T126	26,34	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería 127	11,27	90	120	1,11	0,18	0,63	0,036
Tubería T131	72,02	90	120	0	0	0	0
Tubería T132	212,85	90	120	0	0	0	0
Tubería T133	19,9	90	120	0	0	0	0
Tubería T134	29,91	90	120	0	0	0	0
Tubería T135	49,42	90	120	0	0	0	0
Tubería T136	20,57	90	120	0	0	0	0
Tubería T137	14,82	90	120	0	0	0	0

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 2-26 Resultados obtenidos en los Tuberías en la corrida del Epanet para la Línea de Conducción Captaciones 2 y 3 (Alternativa 2)

LINEA CAP2 Y CAP 3							
Tubería 128	315,84	90	120	1,11	0,18	0,64	0,037
Tubería T129	256,65	63	120	0	0	0	0
Tubería T130	343,93	63	120	1,11	0,36	3,6	0,035

Fuente: Epanet

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 3 Lista de Accesorios instalados en la Conducción. Resultados de Válvulas de Purga necesarias. Resultados Válvulas de Aire requeridas según la aplicación del Programa VALVEMATIC.

TABLA 3-1 Lista de Accesorios Instalados en Líneas de Conducción

TRAMO FINAL HACIA PLANTA				
Accesorio Instalado	Accesorios Instalados en Línea			
	ABSCISA	Te	V. Aire	V. Purga
V. Purga	0+580			1
Te	1+400	1		
LINEA CUNCAY				
V. Aire	4+153		1	
Te	4+210	1		
Te	4+440	1		
Unión de Captación 6 y 7				
Te	0+280	1		
LINEA SERRAGPAMBA 1 Y 2				
V. Aire	0+174		1	
V. Purga	0+395			1
Te	0+565	1		
LINEA SERRAGPAMBA 2				
V. Aire	1+100		1	
Te	3+637	1		
LINEA SERRAGPAMBA 1				
V. Aire	0+565		1	
V. Purga	2+192			1
Te	2+200	1		
Unión de Captación 2 y 3				
Te	0+000	1		
Te	0+326	1		

Fuente: Levantamiento Topográfico

Elaboración: Grupo de Tesis

TABLA 3-2 Lista de Válvulas de Purga requeridas para mejorar el funcionamiento de la Conducción

VALVULAS DE PURGA		
TRAMO FINAL HACIA PLANTA		
Abscisa m	Cota m	Diámetro mm
0+420	2933,861	90
1+020	2954,8	90
1+340	2942,6	90
LINEA CUNCAY		
1+600	2954,74	63



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

1+980	2951,8	63
2+400	2975,15	63
2+680	2998,2	63
3+280	2962,4	63
3+960	3012,6	63
4+100	3012,2	63
4+340	3010,9	63
UNION CAPTACIONES 3 Y 4		
0+120	3026,1	63
SERRAGPAMBA 1 Y 2		
0+080	2947,02	110
0+395	2896,9	110
SERRAGPAMBA 2		
1+220	3038,12	90
1+360	3051,5	90
1+480	3045,21	90
1+700	3022	90
2+380	3068,12	90
2+500	3069,1	90
2+760	3060,1	90
3+120	3078,2	90
3+320	3075,9	90
3+400	3080,1	90
SERRAGPAMBA 1		
0+140	2975,75	90
0+220	2985,6	90
0+520	2970,5	90
0+600	2982,9	90
0+700	2984,2	90
0+960	2949,02	90
1+040	2951,05	90
1+260	2960,36	90
1+400	2962,1	90
1+560	2974,12	90
1+940	2981,3	90
2+020	2982,8	90
2+160	2990,45	90
2+460	3016,13	90
2+540	3018,4	90

Elaboración: Grupo de Tesis

Nota: En la Tabla anterior las filas marcadas con amarillo indican las válvulas cuya colocación no es indispensable.

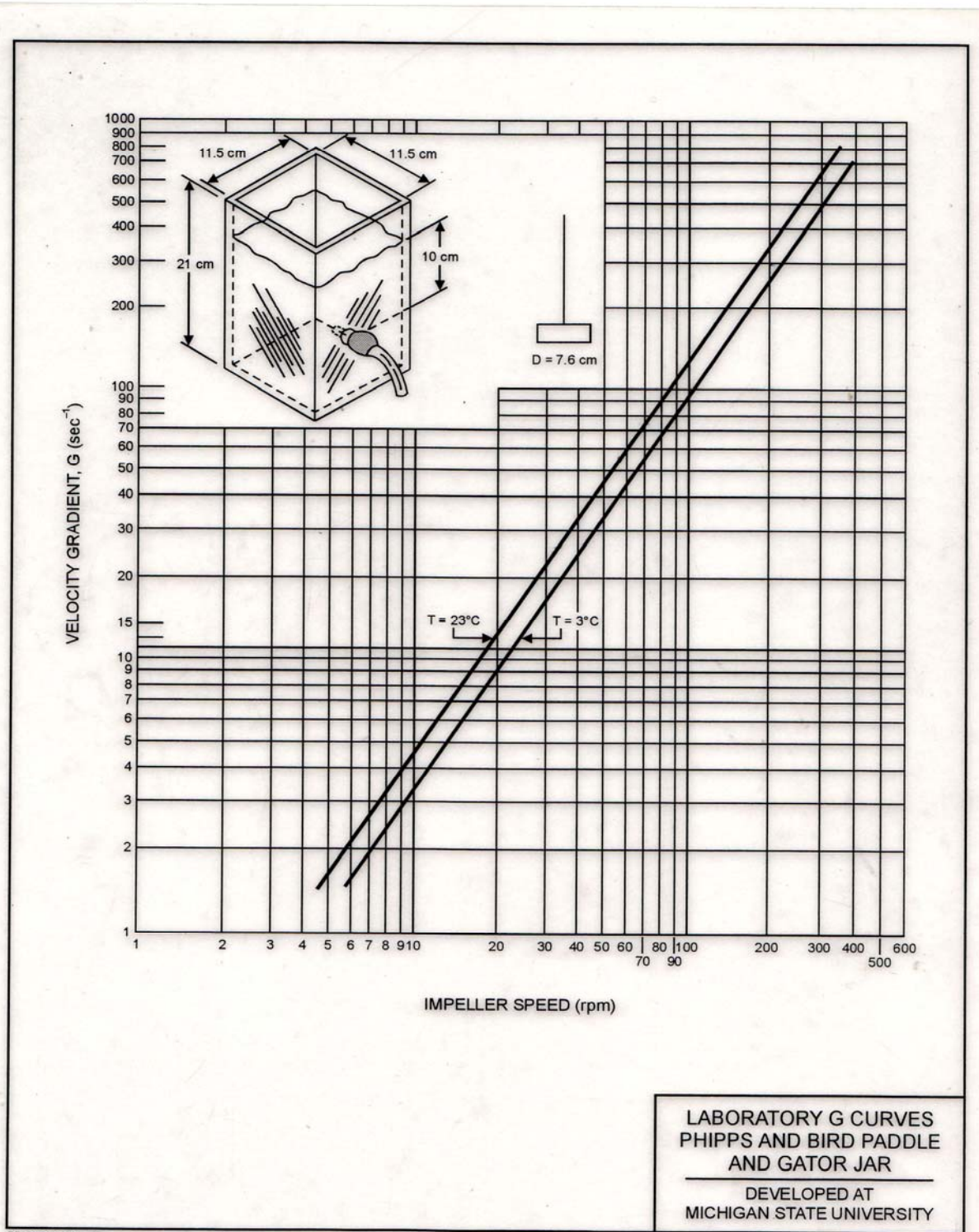


UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 4 Figura de Gradiente de Velocidad vs. Velocidad de Rotación para el Equipo de Jarras Phipps and Bird.

FIG. 4-1 Gradiente de Velocidad vs. Velocidad de Rotación



Fuente: Curvas de Laboratorio para el Equipo de Jarras Phipps and Bird

Viviana Morales L
Diana Ortega A



Anexo 5 Ficha Técnica del Sulfato de Aluminio utilizado en la Planta de Tratamiento Bella Unión.

5.1 FICHA TECNICA DEL SULFATO DE ALUMINIO UTILIZADO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO "BELLA UNIÓN"

Formula Química: $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Nombre Fabricante: PENTAQUIMICA S.A.

Sulfato tipo B - sólido granulado - color café grisáceo

Alumina (expresada como Al_2O_3): min 15.3%

Contenido de Hierro (expresado como Fe_2O_3): max 0.75%

Material Insoluble: max 7%

Bacisidad (expresada como Al_2O_3): min 0.2%

Presentación: Sacos de polipropileno con un contenido neto 50Kg.



Anexo 6 Resultados completos de Laboratorio del Muestreo Automático realizado del 2-5 de mayo del 2007

TABLA 6-1 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 2-3/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
02/05/2007	13:27	1	5,3	70			
02/05/2007	14:27	2	10,8	92			
02/05/2007	15:27	3	13,7	115	48		
02/05/2007	16:27	4	8,03	91			
02/05/2007	17:27	5	13,7	113			
02/05/2007	18:27	6					
02/05/2007	19:27	7	26,9	132	68		
02/05/2007	20:27	8					
02/05/2007	21:27	9	21,4	163	70		
02/05/2007	22:27	10					
02/05/2007	23:27	11	20,4	135			
03/05/2007	0:27	12					
03/05/2007	1:27	13	8,57	90			
03/05/2007	2:27	14					
03/05/2007	3:27	15	10,4	101	45		
03/05/2007	4:27	16	12,2	115			
03/05/2007	5:27	17	14,1	126			
03/05/2007	6:27	18					
03/05/2007	7:27	19	10,7	97			
03/05/2007	8:27	20					
03/05/2007	9:27	21					
03/05/2007	10:27	22	13,7	136	60		
03/05/2007	11:27	23	14,2	114			
03/05/2007	12:27	24	11,5	112			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-2 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Grueso correspondientes al Muestreo Automático del 2- 3/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
02/05/2007	14:34	25	0,76	25			
02/05/2007	15:34	26	1,03	31			
02/05/2007	16:34	27	0,98	20			
02/05/2007	17:34	28	0,86	20		0,016	-
02/05/2007	18:34	29					
02/05/2007	19:34	30					
02/05/2007	20:34	31					
02/05/2007	21:34	32					
02/05/2007	22:34	33					
02/05/2007	23:34	34					
03/05/2007	0:34	35					
03/05/2007	1:34	36					
03/05/2007	2:34	37					
03/05/2007	3:34	38					
03/05/2007	4:34	39					
03/05/2007	5:34	40	2,56	30			
03/05/2007	6:34	41	1,83	24			
03/05/2007	7:34	42					
03/05/2007	8:34	43					
03/05/2007	9:34	44					
03/05/2007	10:34	45					
03/05/2007	11:34	46					
03/05/2007	12:34	47	1,1	24			
03/05/2007	13:34	48	0,72	19			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-3 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Lento correspondientes al Muestreo Automático del 2- 3/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
02/05/2007	15:52	49	0,5	23			
02/05/2007	16:52	50					
02/05/2007	17:52	51	0,48	21			
02/05/2007	18:52	52					
02/05/2007	19:52	53					
02/05/2007	20:52	54					
02/05/2007	21:52	55					
02/05/2007	22:52	56					
02/05/2007	23:52	57					
03/05/2007	0:52	58					
03/05/2007	1:52	59					
03/05/2007	2:52	60					
03/05/2007	3:52	61					
03/05/2007	4:52	62					
03/05/2007	5:52	63					
03/05/2007	6:52	64					
03/05/2007	7:52	65					
03/05/2007	8:52	66					
03/05/2007	9:52	67					
03/05/2007	10:52	68					
03/05/2007	11:52	69					
03/05/2007	12:52	70	0,27	13			
03/05/2007	13:52	71					
03/05/2007	14:52	72					

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-4 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 3-4/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
03/05/2007	14:43	73	17,9	146			
03/05/2007	15:43	74	45,1	284			
03/05/2007	16:43	75	30,6	202			
03/05/2007	17:43	76	14	101			
03/05/2007	18:43	77	28,6	260			
03/05/2007	19:43	78	8,79	93			
03/05/2007	20:43	79	12,8	112			
03/05/2007	21:43	80	6,39	70			
03/05/2007	22:43	81	8,78	90			
03/05/2007	23:43	82	3,72	46			
04/05/2007	0:43	83	7,94	82			
04/05/2007	1:43	84	13,2	112			
04/05/2007	2:43	85	221,5	1536			
04/05/2007	3:43	86	297,5	2210		2,36	-
04/05/2007	4:43	87	254,5	1944			
04/05/2007	5:43	88	167	1348		2,3	-
04/05/2007	6:43	89	100	868			
04/05/2007	7:43	90	86,1	692			
04/05/2007	8:43	91	168	1192			
04/05/2007	9:43	92	63,8	588			
04/05/2007	10:43	93	42,5	428			
04/05/2007	11:43	94	43,1	398			
04/05/2007	12:43	95	40,5	380		1,73	-
04/05/2007	13:43	96	31,9	331			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-5 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Grueso correspondientes al Muestreo Automático del 3 - 4/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
03/05/2007	15:50	97	1,97	23			
03/05/2007	16:50	98	0,98	11			
03/05/2007	17:50	99	0,57	21			
03/05/2007	18:50	100	0,76	8			
03/05/2007	19:50	101	0,61	7		0,07	-
03/05/2007	20:50	102	0,45	11			
03/05/2007	21:50	103	0,39	14			
03/05/2007	22:50	104	0,64	9			
03/05/2007	23:50	105	0,57	8			
04/05/2007	0:50	106	0,38	13			
04/05/2007	1:50	107	0,62	17			
04/05/2007	2:50	108	0,49	16			
04/05/2007	3:50	109	1	18			
04/05/2007	4:50	110	3,55	37			
04/05/2007	5:50	111	2,55	33			
04/05/2007	6:50	112	1,14	18			
04/05/2007	7:50	113	1,59	22			
04/05/2007	8:50	114	0,44	10			
04/05/2007	9:50	115	0,39	8			
04/05/2007	10:50	116	0,77	15			
04/05/2007	11:50	117	0,95	18			
04/05/2007	12:50	118	0,8	13			
04/05/2007	13:50	119	0,5	6			
04/05/2007	14:50	120	0,75	14			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-6 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Lento correspondientes al Muestreo Automático del 3- 4/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
03/05/2007	17:08	121					
03/05/2007	18:08	122					
03/05/2007	19:08	123					
03/05/2007	20:08	124					
03/05/2007	21:08	125					
03/05/2007	22:08	126					
03/05/2007	23:08	127					
04/05/2007	0:08	128	0,74	7			
04/05/2007	1:08	129	0,57	13			
04/05/2007	2:08	130					
04/05/2007	3:08	131					
04/05/2007	4:08	132					
04/05/2007	5:08	133					
04/05/2007	6:08	134					
04/05/2007	7:08	135	0,46	11			
04/05/2007	8:08	136	0,33	15			
04/05/2007	9:08	137	0,24	15			
04/05/2007	10:08	138	0,16	10			
04/05/2007	11:08	139	0,26	5		0,17	-
04/05/2007	12:08	140	0,25	10			
04/05/2007	13:08	141	0,23	14			
04/05/2007	14:08	142	0,28	8			
04/05/2007	15:08	143	0,39	8			
04/05/2007	16:08	144	0,33	4			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA
fundada en 1867

UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-7 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua Cruda correspondientes al Muestreo Automático del 4-5/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
04/05/2007	14:26	145	65,8	580			
04/05/2007	15:26	146	185	1412		1,17	-
04/05/2007	16:26	147	223	1756	360	1,54	
04/05/2007	17:26	148	136	1220			
04/05/2007	18:26	149	96,2	952			
04/05/2007	19:26	150	114	992			
04/05/2007	20:26	151	80,9	732			
04/05/2007	21:26	152	68,2	724			
04/05/2007	22:26	153	53,7	543			
04/05/2007	23:26	154	78,9	780	286	1,66	-
05/05/2007	0:26	155	47,5	435			
05/05/2007	1:26	156	45,4	436		1,55	-
05/05/2007	2:26	157	36,2	379			
05/05/2007	3:26	158	35,8	354			
05/05/2007	4:26	159	33,7	343		1,89	-
05/05/2007	5:26	160	33,6	338			
05/05/2007	6:26	161	36,2	346			
05/05/2007	7:26	162	41,1	354			
05/05/2007	8:26	163	40,6	330			
05/05/2007	9:26	164	19,8	220		1,24	-
05/05/2007	10:26	165	38,2	353			
05/05/2007	11:26	166	21,7	234			
05/05/2007	12:26	167	26,1	244			
05/05/2007	13:26	168	31,3	265			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-8 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Grueso correspondientes al Muestreo Automático del 4 - 5/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
04/05/2007	15:33	169	0,42	7			
04/05/2007	16:33	170	0,41	9			
04/05/2007	17:33	171	0,4	1			
04/05/2007	18:33	172	1,27	15			
04/05/2007	19:33	173	1,02	15			
04/05/2007	20:33	174	1,29	8			
04/05/2007	21:33	175	1,02	9			
04/05/2007	22:33	176	1,38	22			
04/05/2007	23:33	177	0,54	10			
05/05/2007	0:33	178	0,25	16			
05/05/2007	1:33	179	0,64	10			
05/05/2007	2:33	180	0,53	3			
05/05/2007	3:33	181	1,06	11			
05/05/2007	4:33	182	0,4	10			
05/05/2007	5:33	183	0,43	5			
05/05/2007	6:33	184	0,46	14			
05/05/2007	7:33	185	2,88	23			
05/05/2007	8:33	186	3,74	35			
05/05/2007	9:33	187	1,91	21			
05/05/2007	10:33	188	0,74	13			
05/05/2007	11:33	189	0,82	10			
05/05/2007	12:33	190	0,59	10			
05/05/2007	13:33	191	0,31	13			
05/05/2007	14:33	192	0,34	11			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



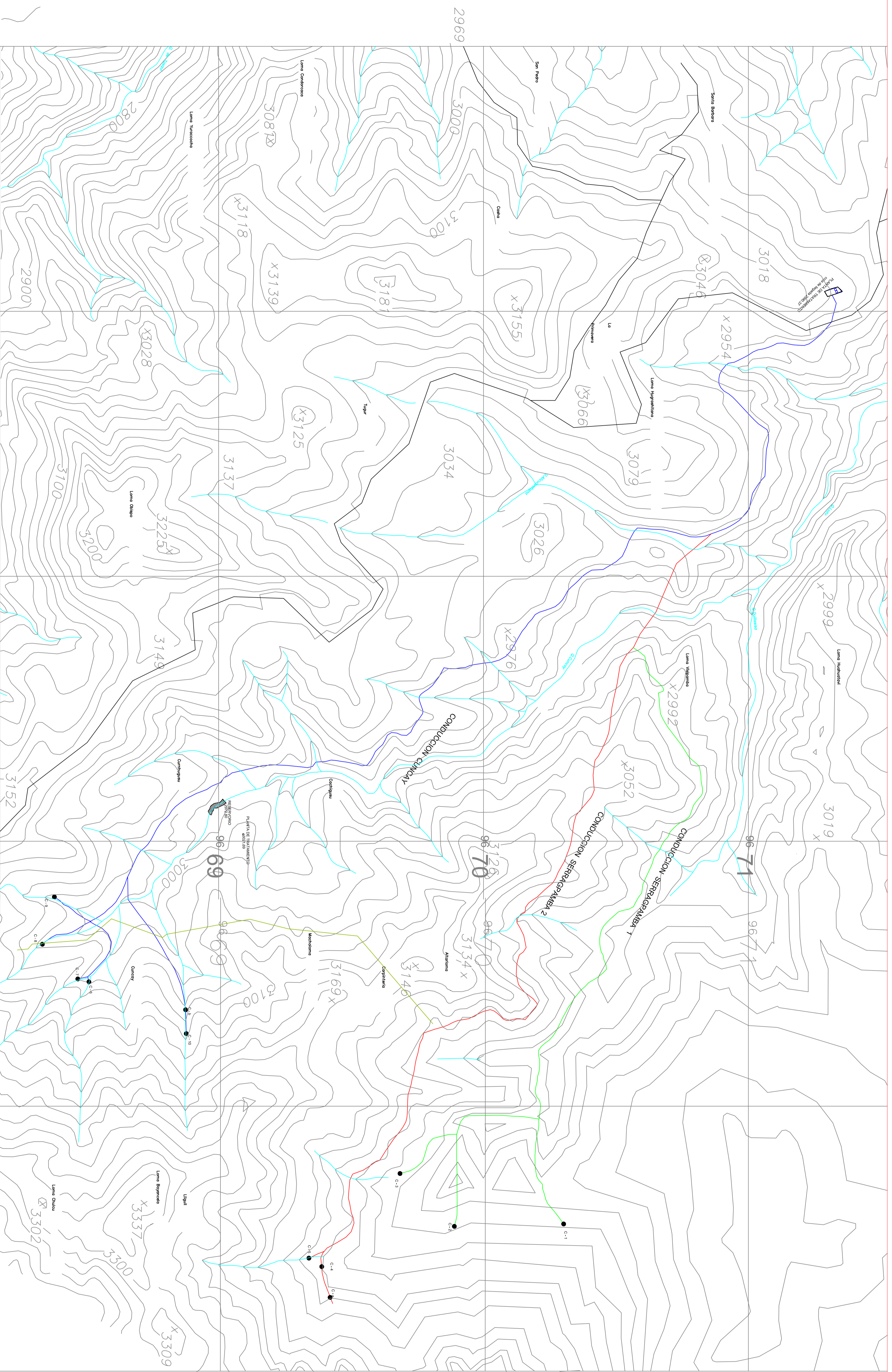
UNIVERSIDAD DE CUENCA

TABLA 6-9 Resultados de Turbiedad, Color Aparente, Color Real, Hierro y Manganeseo del Agua de Salida del Filtro Lento correspondientes al Muestreo Automático del 4- 5/Mayo/2007.

Fecha	Hora	# de muestra	Turbiedad (NTU)	Color Aparente (UC)	Color Real (UC)	Hierro (mg/l)	Manganeseo (mg/l)
04/05/2007	16:51	193	0,32	13			
04/05/2007	17:51	194	0,2	14			
04/05/2007	18:51	195	0,14	6		0,07	-
04/05/2007	19:51	196	0,19	9			
04/05/2007	20:51	197	0,36	19			
04/05/2007	21:51	198	0,27	11			
04/05/2007	22:51	199	0,26	10			
05/05/2007	23:51	200	0,5	14			
05/05/2007	0:51	201	0,15	1			
05/05/2007	1:51	202	0,26	8		0,2	-
05/05/2007	2:51	203	0,27	9			
05/05/2007	3:51	204	0,33	4		0,46	-
05/05/2007	4:51	205	0,35	14			
05/05/2007	5:51	206	0,2	4			
05/05/2007	6:51	207	0,46	8		0,74	-
05/05/2007	7:51	208	0,25	13			
05/05/2007	8:51	209	0,37	7			
05/05/2007	9:51	210	0,19	11			
05/05/2007	10:51	211	0,17	5			
05/05/2007	11:51	212	0,31	8		0,18	-
05/05/2007	12:51	213	0,29	6			
05/05/2007	13:51	214	1,58	28			
05/05/2007	14:51	215	0,4	12			
05/05/2007	15:51	216	0,24	13			

Fuente: Resultados de Laboratorio

Elaboración: Grupo de Tesis



733 734 735 736 737 738

2969 3000 3018 3019

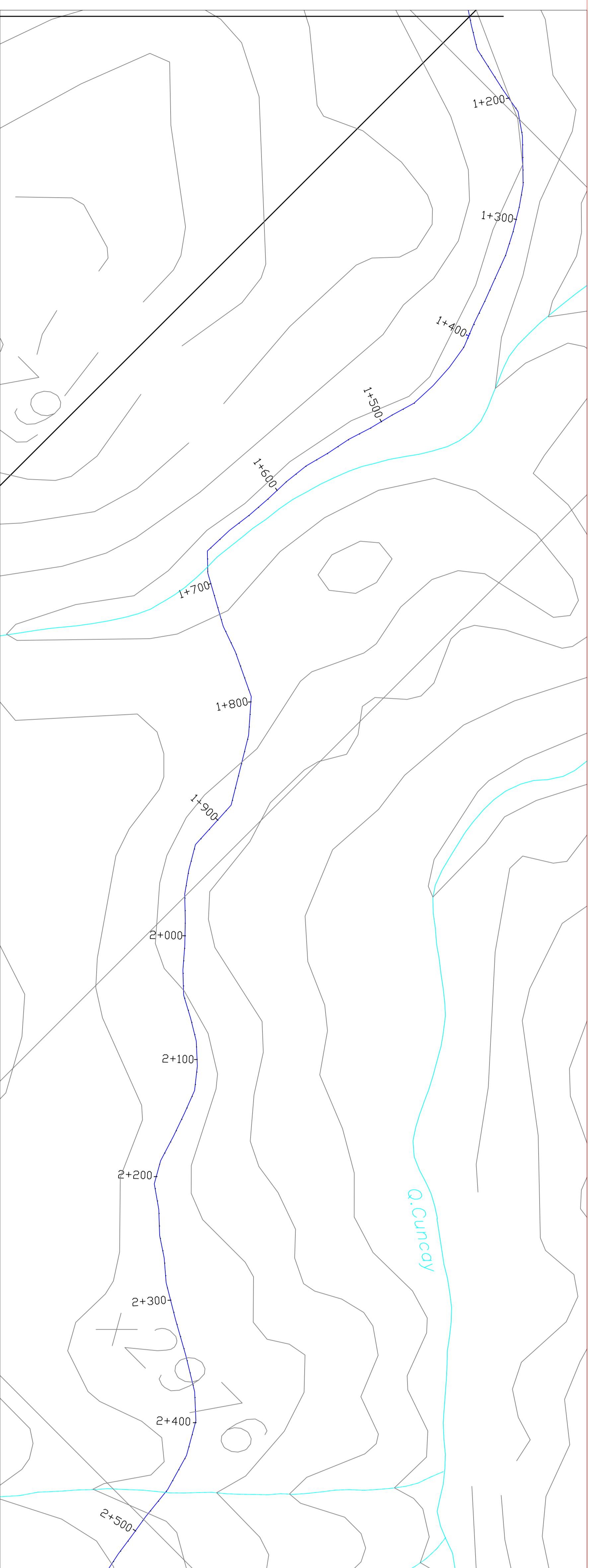
DIRECCIÓN TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 PROYECTO: "EVALUACIÓN HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN-BIELLA
 MUNICIPIO DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDÓÑEZ E.
 COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDO A.

EMPRESA PERUANA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES
 AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
 S.A. (EMTEL)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE

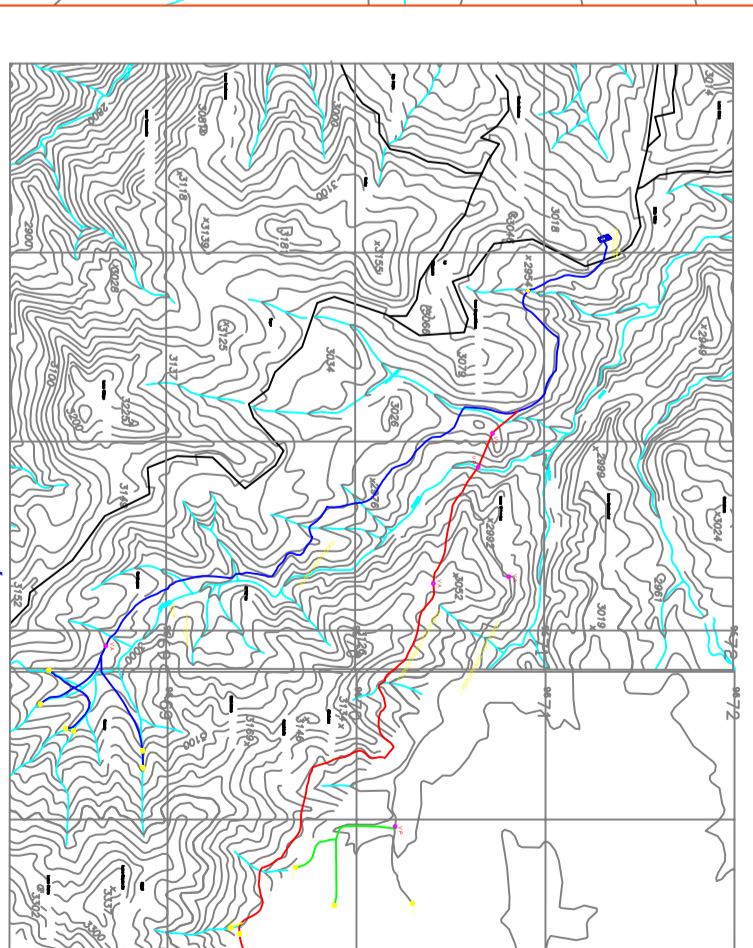
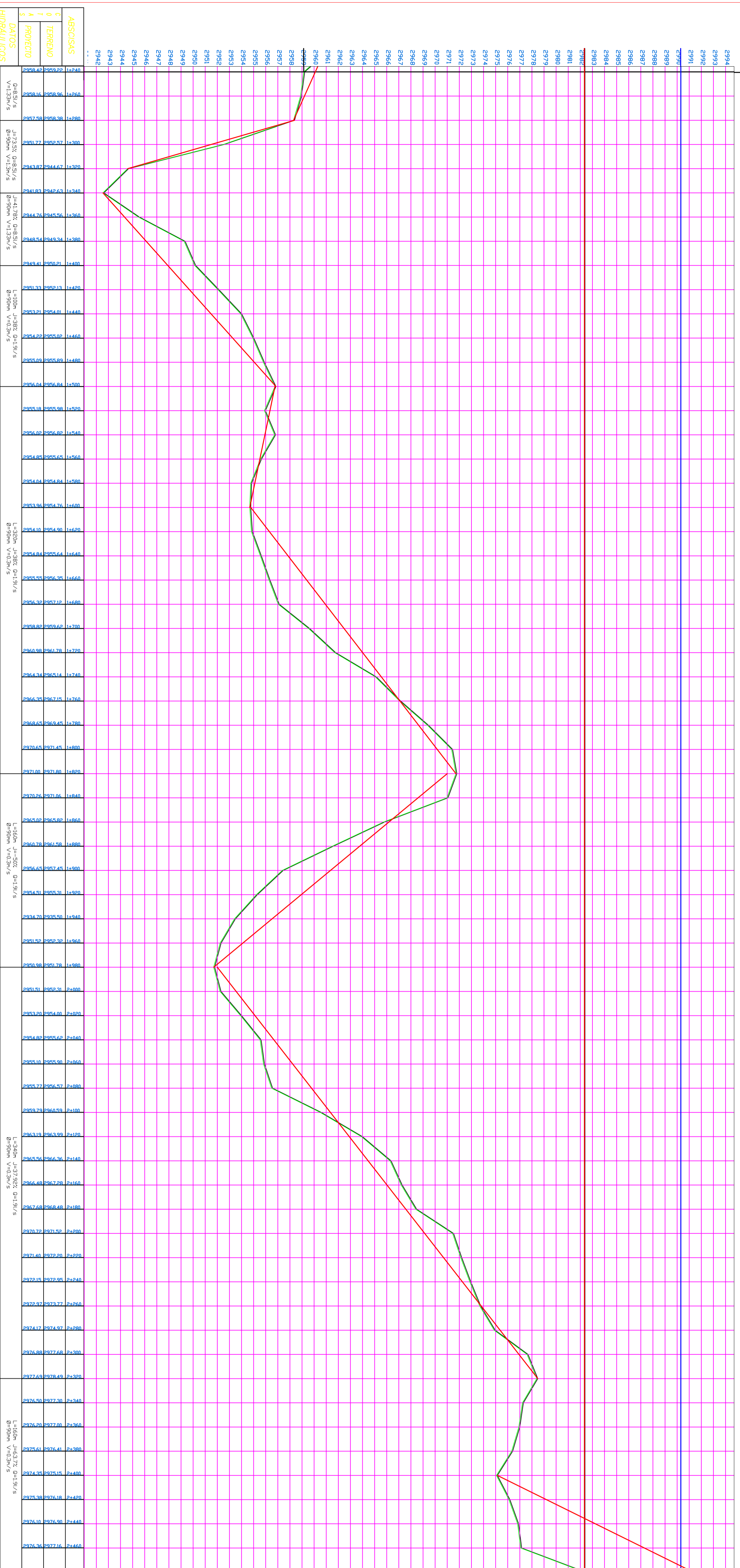
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA CONDUCCIÓN
 DEL AGUA CRUDA

FECHAS:	SRTA. VIVIANA MORALES L.	REVISIÓN:	ING. GALO ORDÓÑEZ E.
ESCALA:	SRTA. DIANA ORTEGA A.	JEFE DE ESTUDIOS:	ING. VICENTE GONZÁLES
INDICADA:	FECH:	APROBADO:	NÚMERO DE LÁMINA:
	2007 / JULIO	Plano General de Conducción	XII.1.1



PLANTA
ESCALA: 1:2,000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2,000
ESCALA VERTICAL 1:200



LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2,000

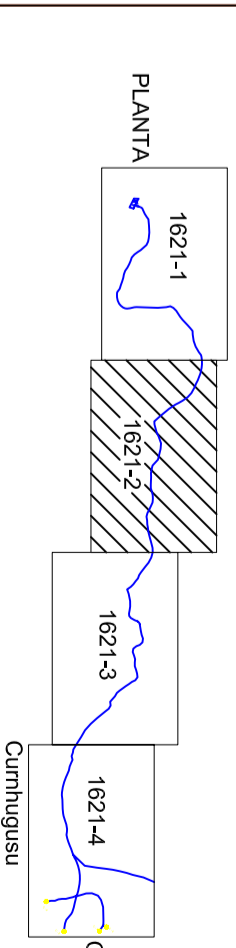
	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2,000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del debido a la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ E

COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDO S.A

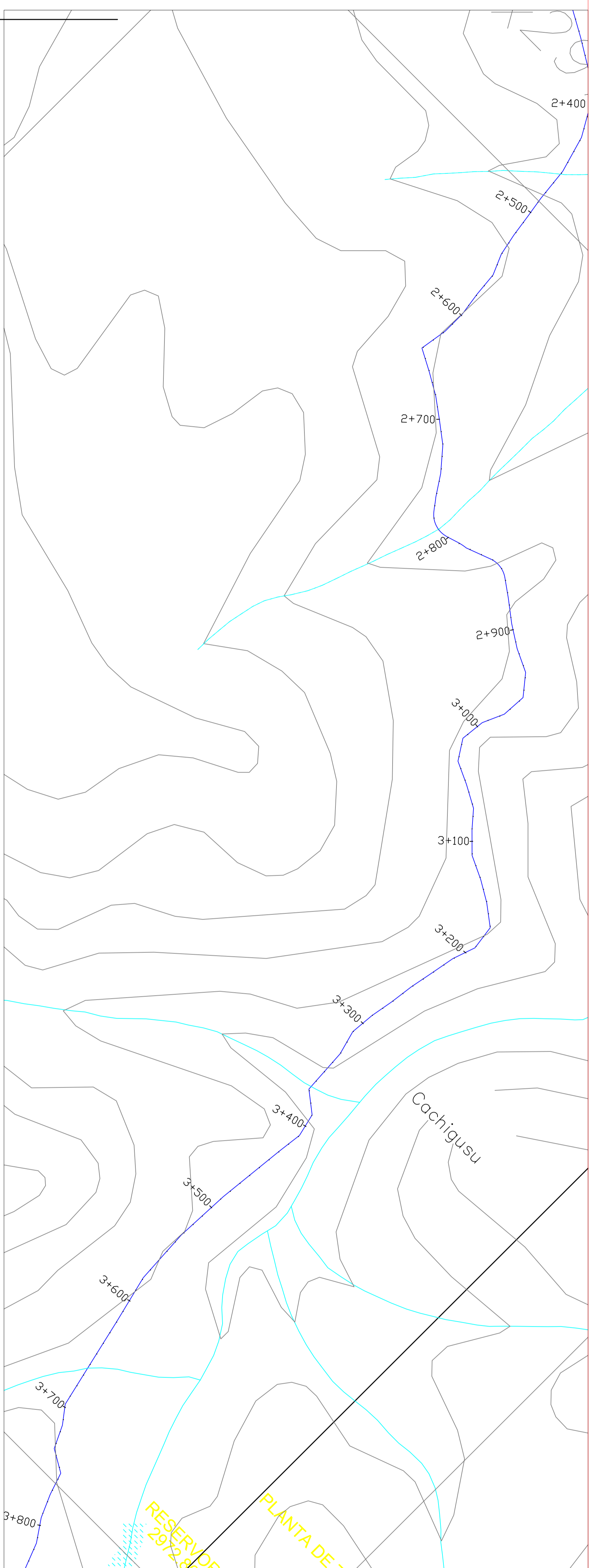
EMPRESA RESPONSABLE: EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO:

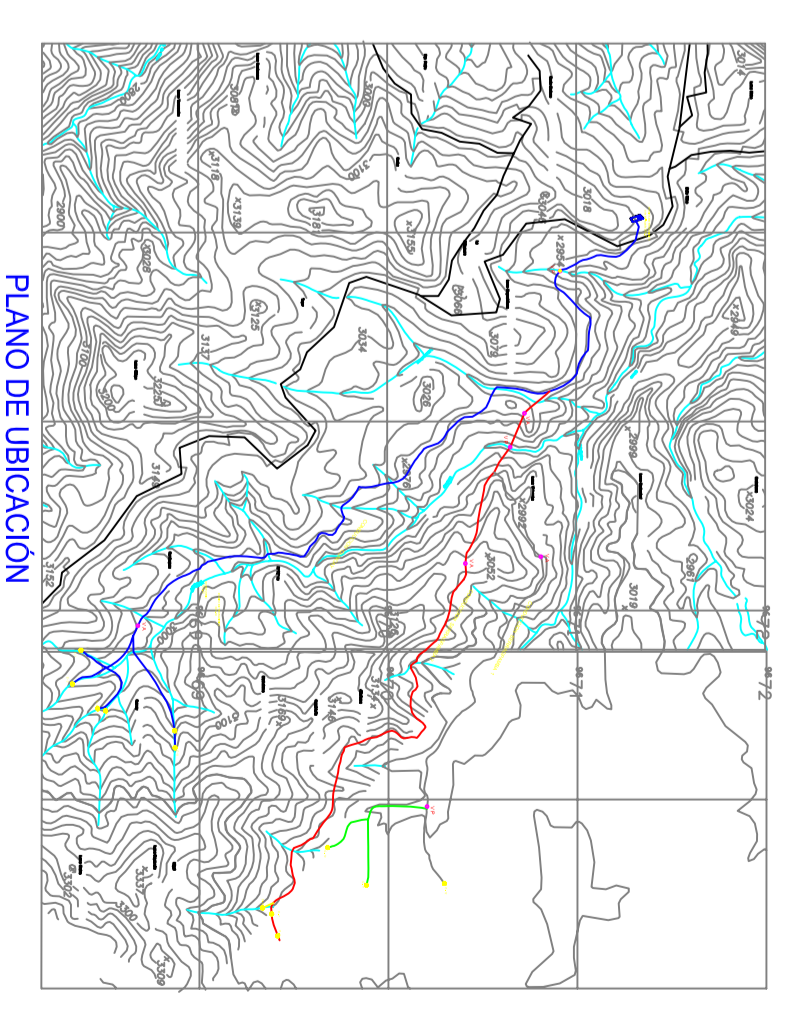
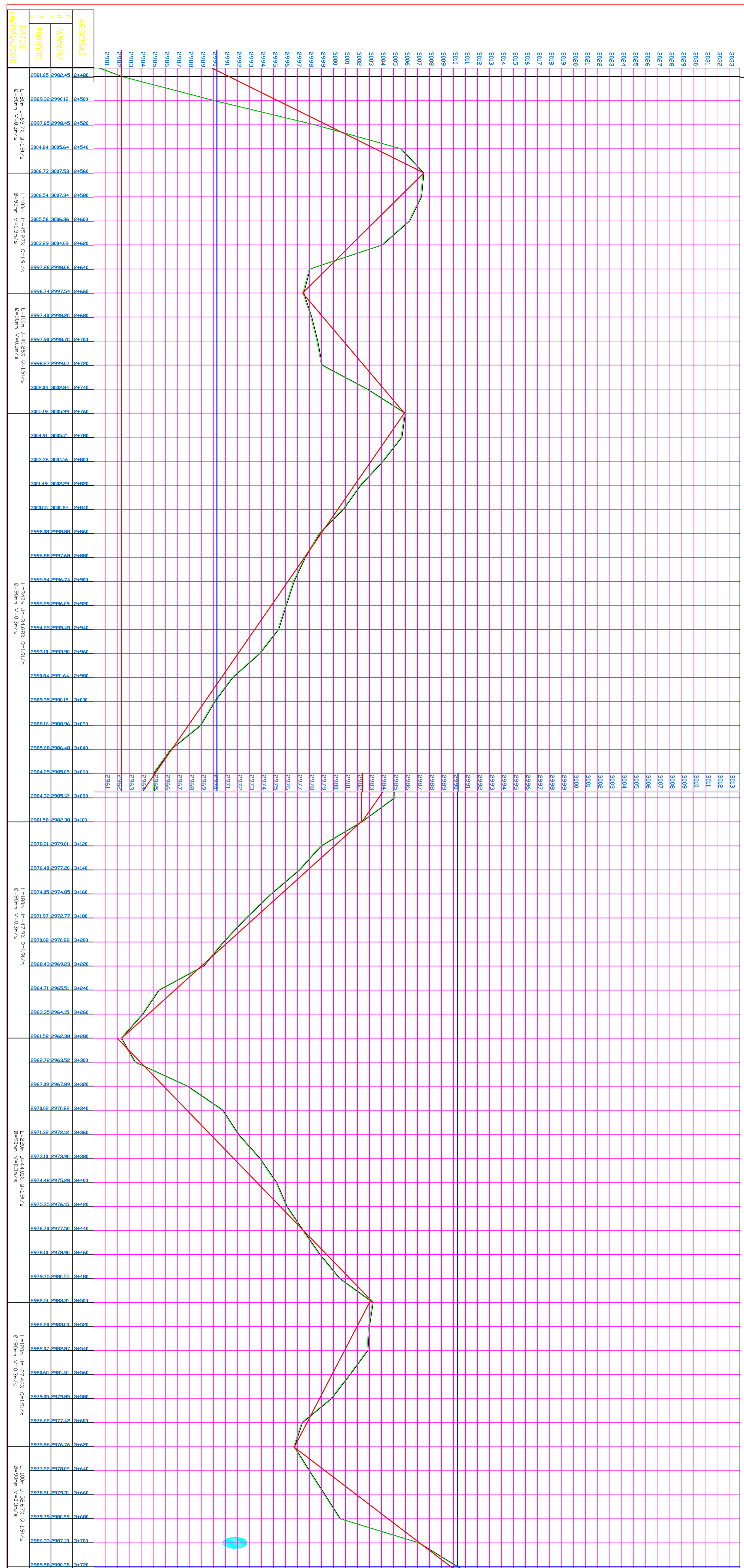
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA INDICADA	FECHA	ARCHIVO	NUMERO DE LAMINA
2007 / JULIO		CANCVI/01	XII.2-12



PLANTA
ESCALA: 1:2,000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2,000
ESCALA VERTICAL 1:200



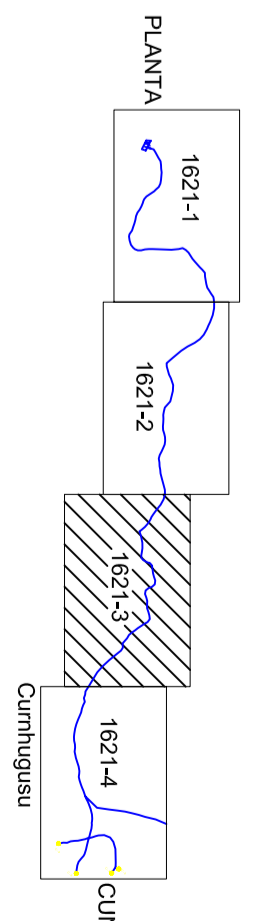
LEYENDA PLANTA
ESCALA 1: 2,000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL
ESCALA 1: 2,000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

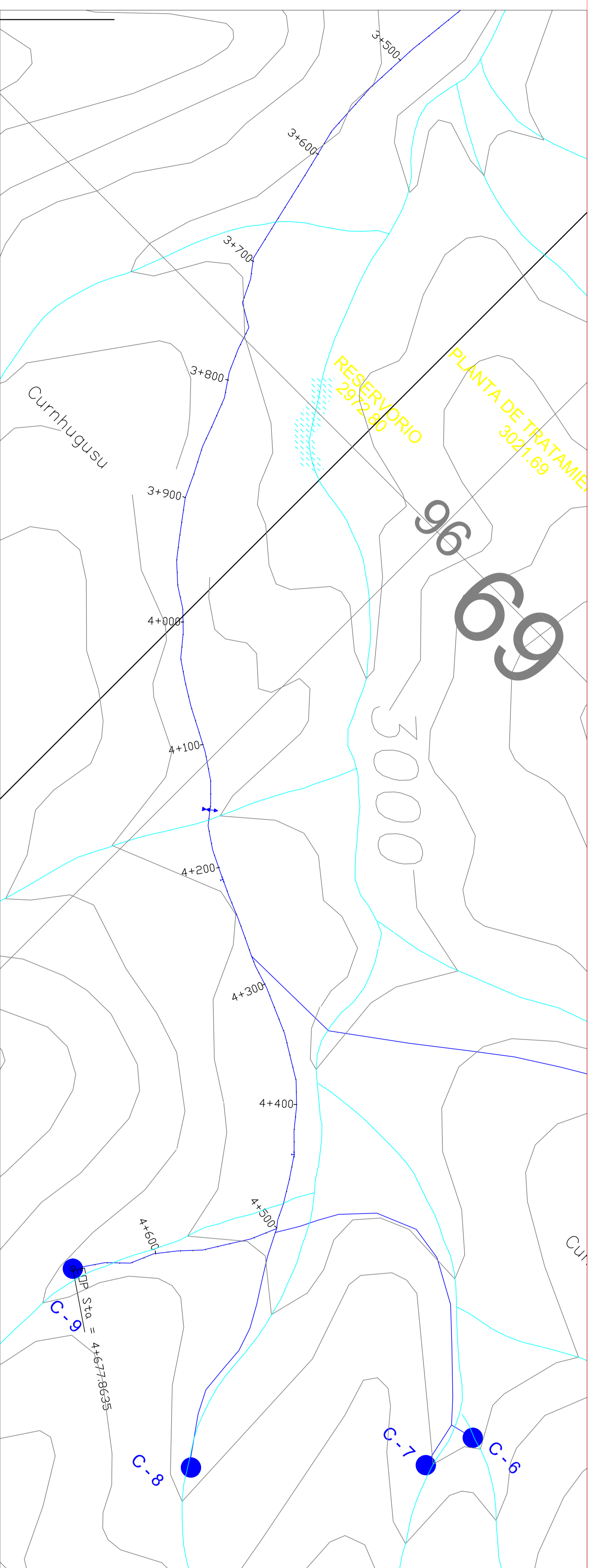
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-AMBITORIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ
COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDO SA

EMPRESA PARA LOS SERVICIOS DE INGENIERIAS Y OBRAS DE CONSTRUCCION: MAIA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS S.S.A.

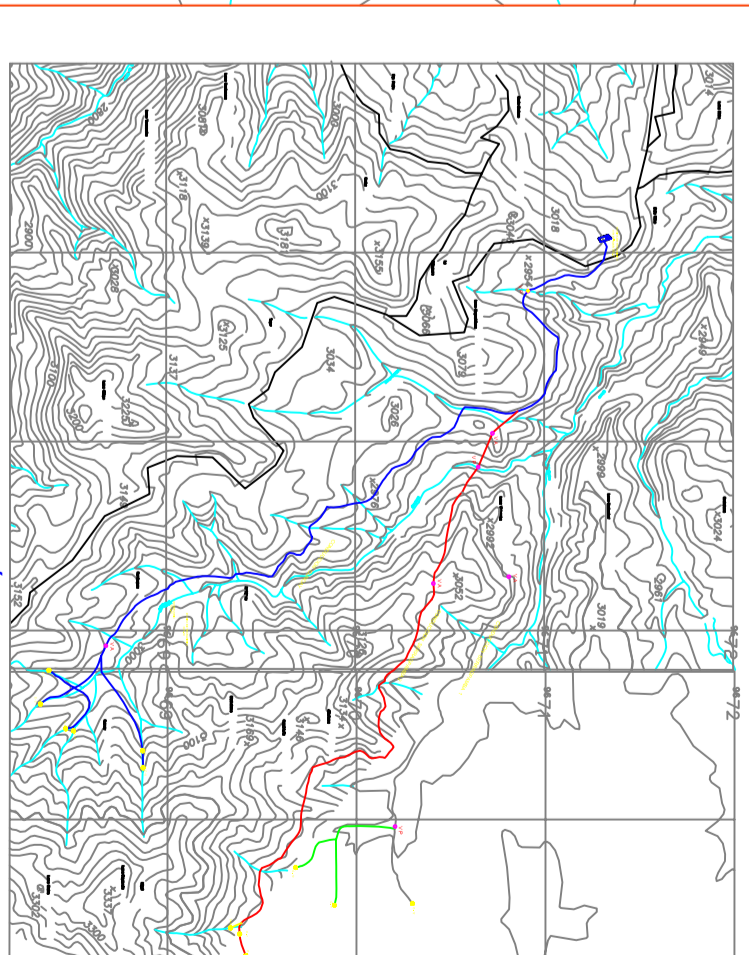
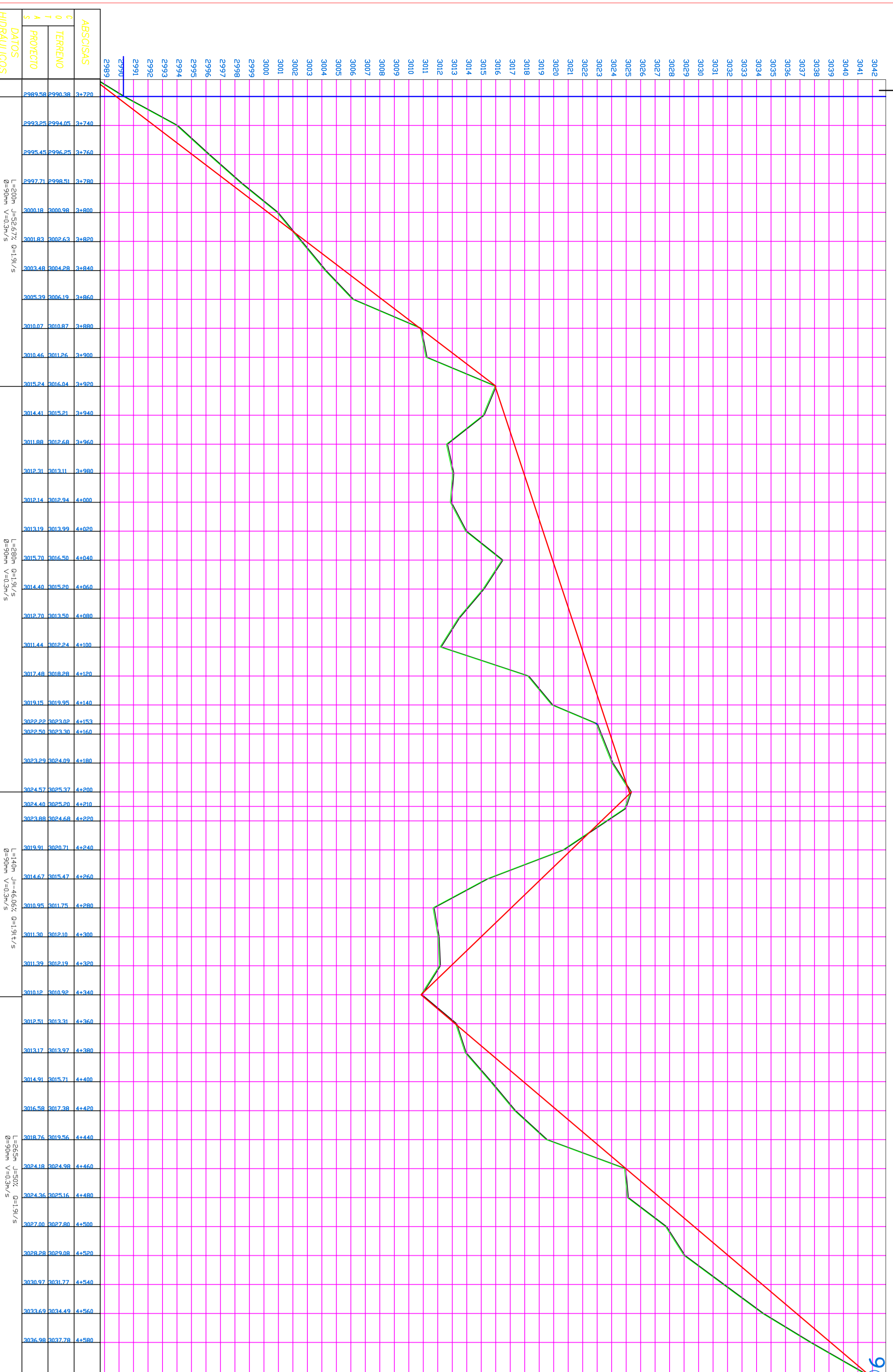
CONTENIDO:
LINEA DE CONDUCCION CUNCAY
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA INDICADA	FECHA	ARCHIVO	NUMERO DE LAMINA
2007 / JULIO		CUNCAY/BI	MX1213



PLANTA
ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

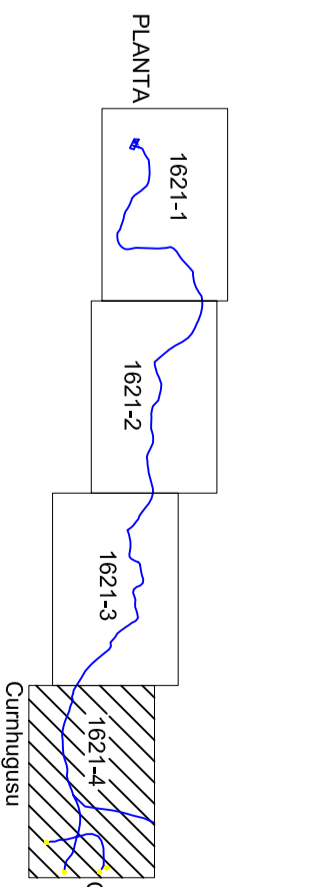
- TUBERIA EXISTENTE
- VALVULA DE PURGA
- VALVULA DE AIRE
- TEE
- CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

- TUBERIA EXISTENTE
- PERFIL DEL TERRENO
- VALVULA DE PURGA
- VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDÓÑEZ

COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDOZA

EMPRESA FILIAL DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCION CUNCAY PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

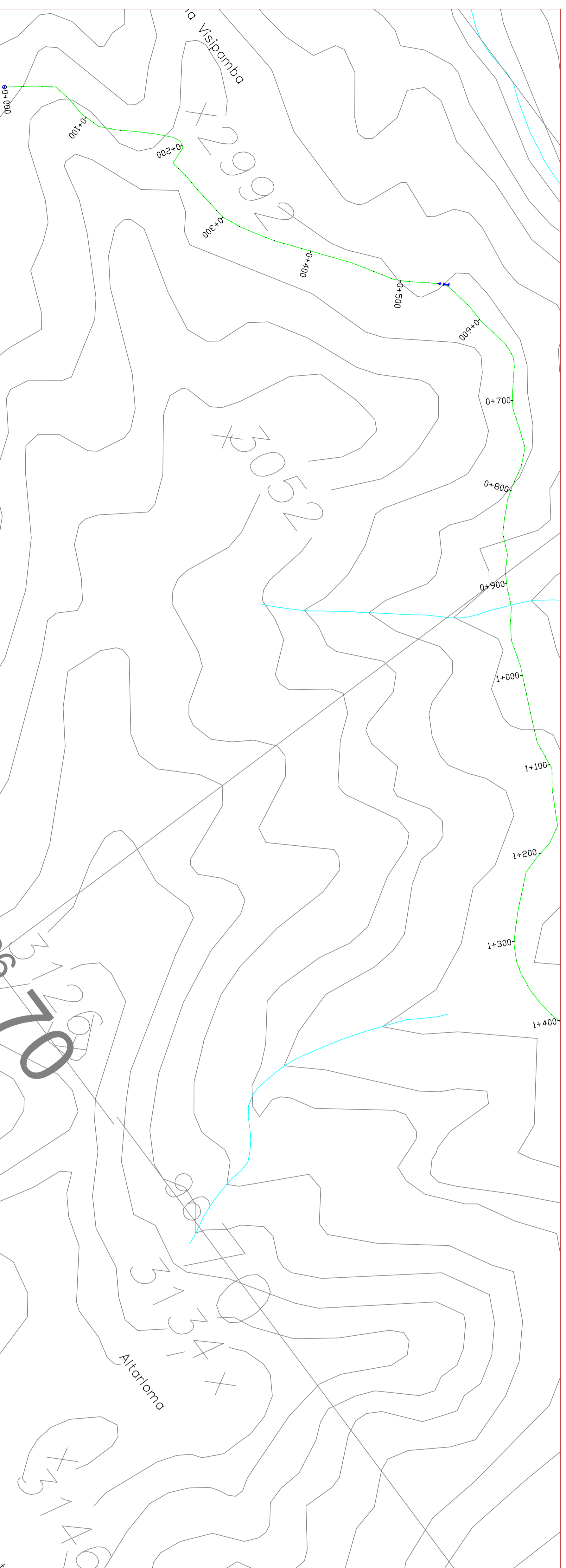
REVISOR: SRA. YVAMBA MORALES L.

REVISOR: ING. GALO ORDÓÑEZ E.

INDICADA: 2007 / JULIO

ARCHIVO: CUNCAY/BI

NUMERO DE LAMINA: XII.2.14

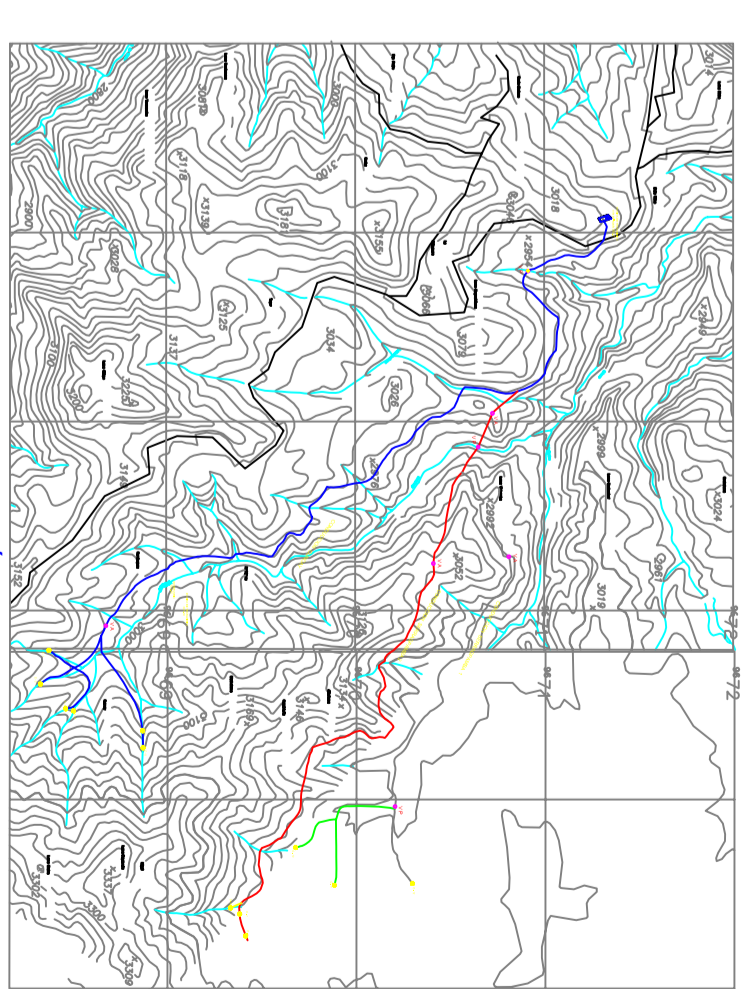
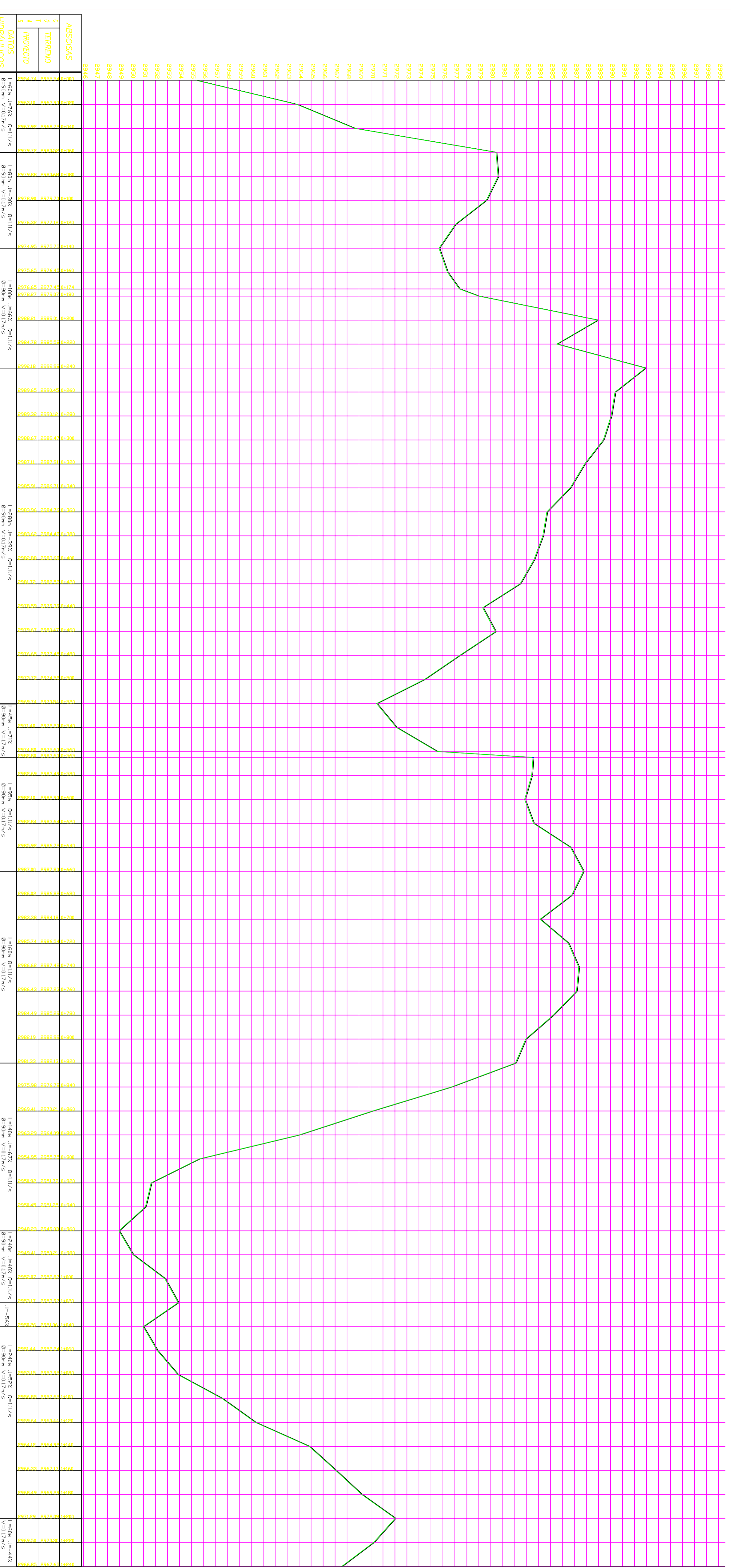


PLANTA

ESCALA: 1:2,000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2,000
ESCALA VERTICAL 1:200



LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2,000

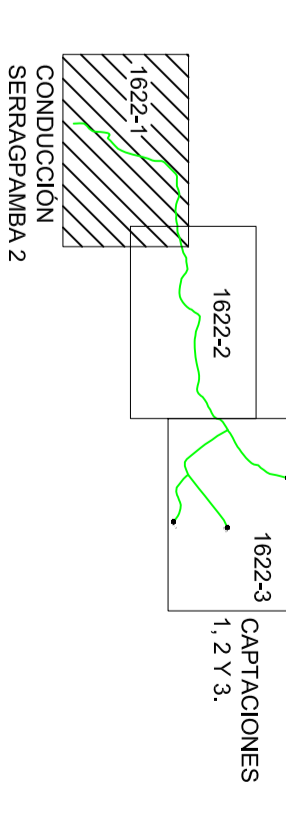
	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2,000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

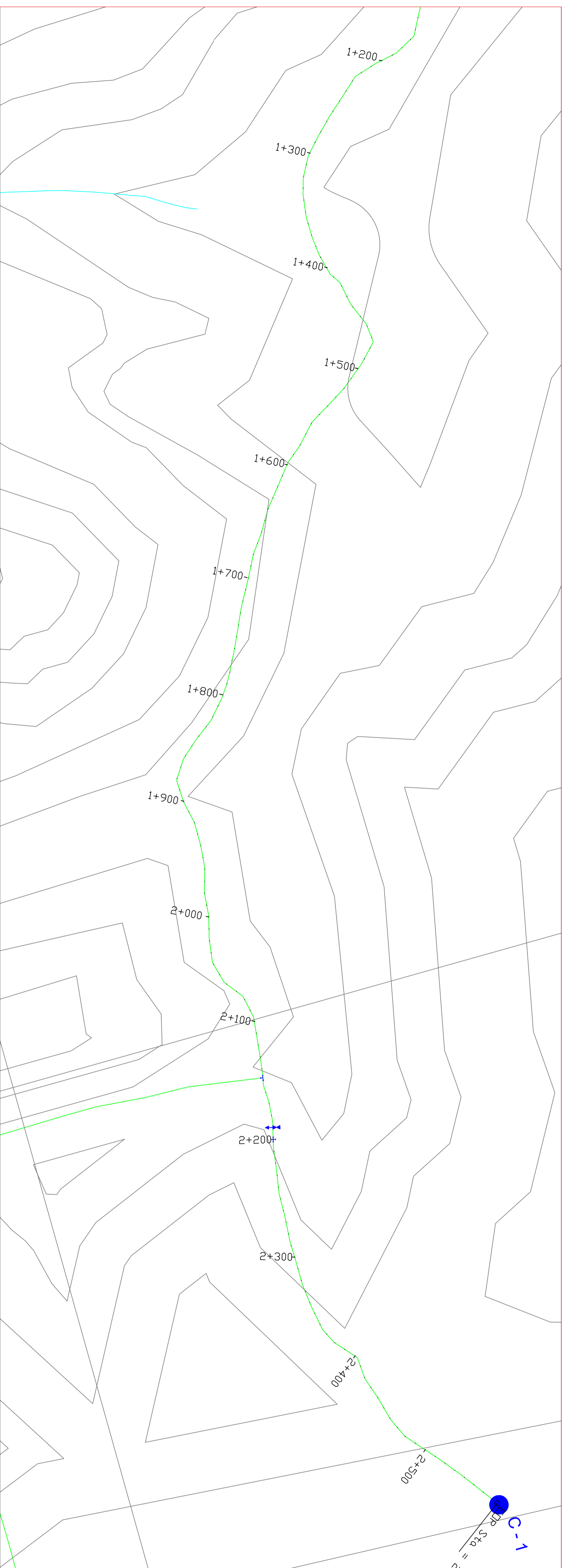
- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del diseño o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
PROYECTO: "EVALUACION HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GUALO ORDÓÑEZ
COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDOZA
EMPRESA EJECUTORA: EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION "SERRAQPAMBA 2 S.A.S."
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

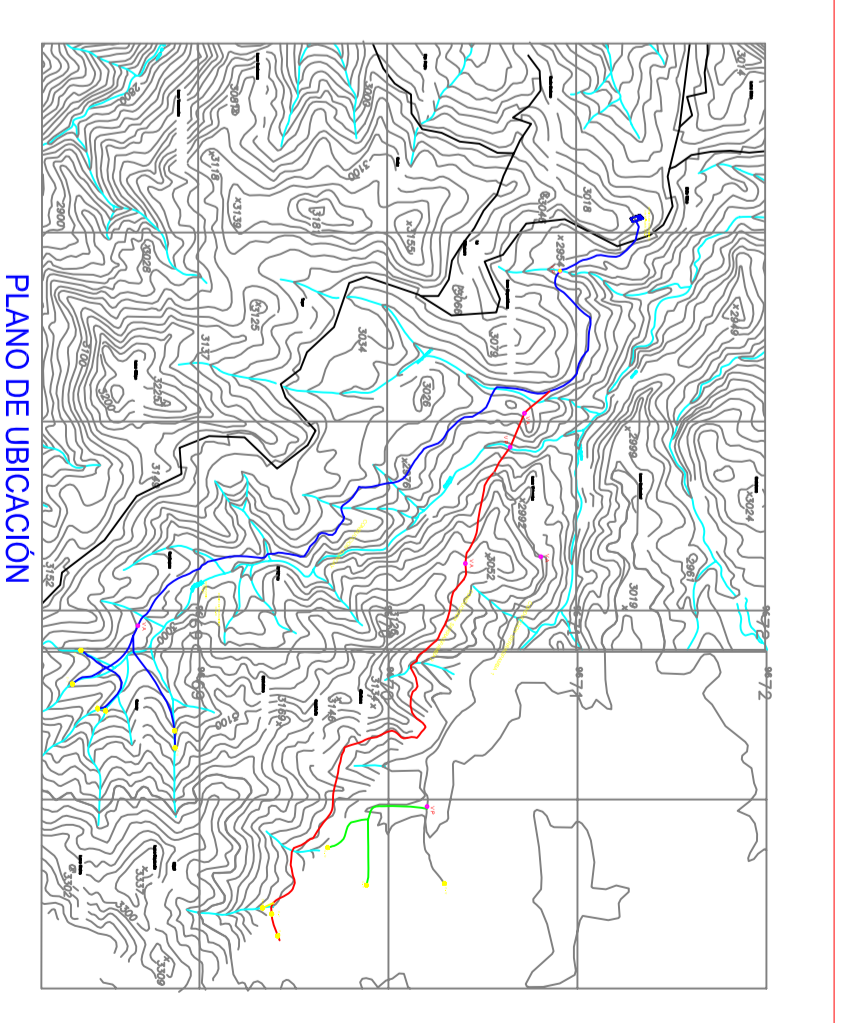
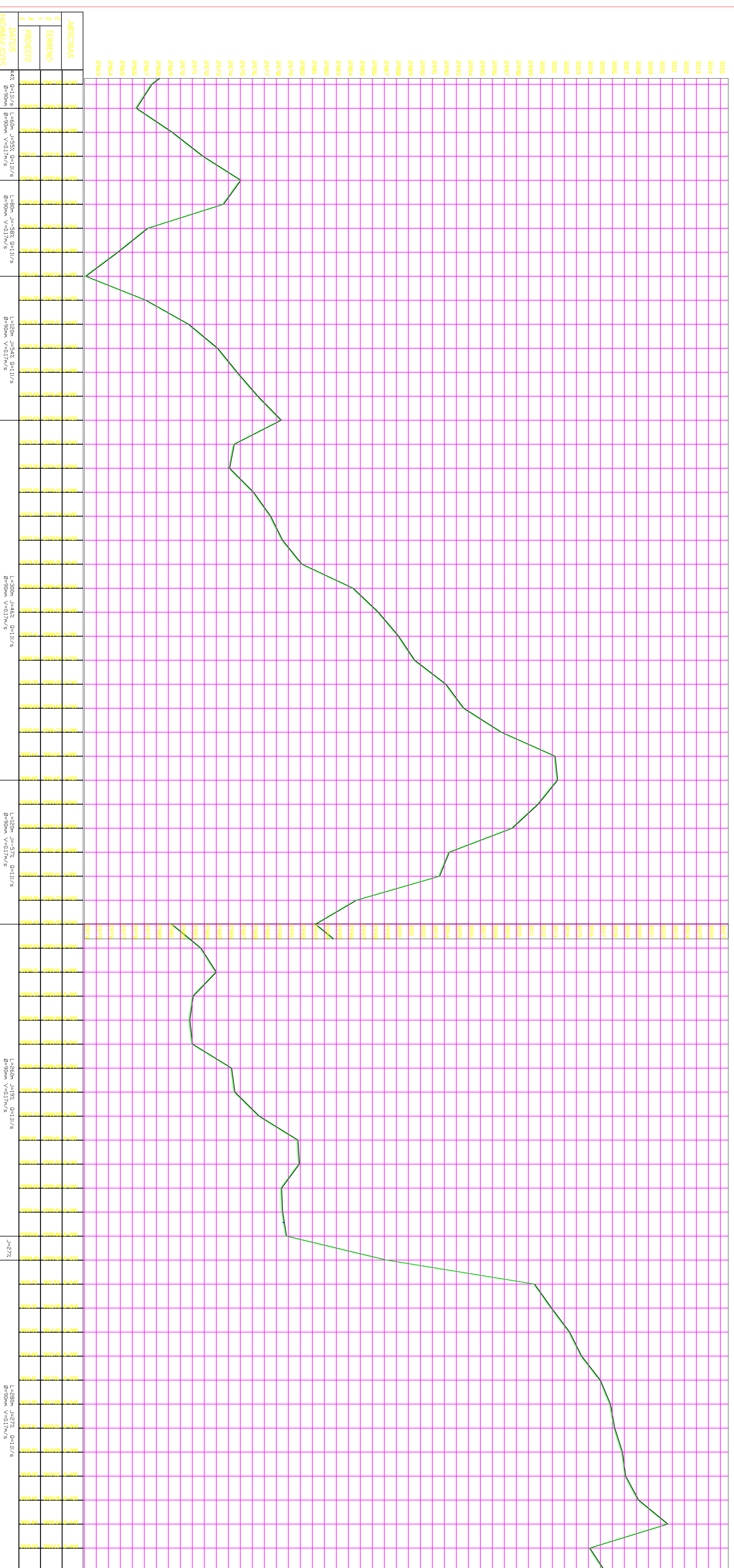
CONTENIDO:
LÍNEA DE CONDUCCION SERRAQPAMBA I
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REVISOR:	ING. GUALO ORDÓÑEZ E.
PROYECTISTA:	SRA. VIVIANA MORALES L.
FECHA:	2007 / JULIO
ARCHIVO:	SERRAQPAMBA102
NUMERO DE LAMINA:	101231
ESCALA:	INDICADA



PLANTA
ESCALA: 1:2,000






PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2,000
ESCALA VERTICAL 1:200



PLANO DE UBICACION





LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2,000

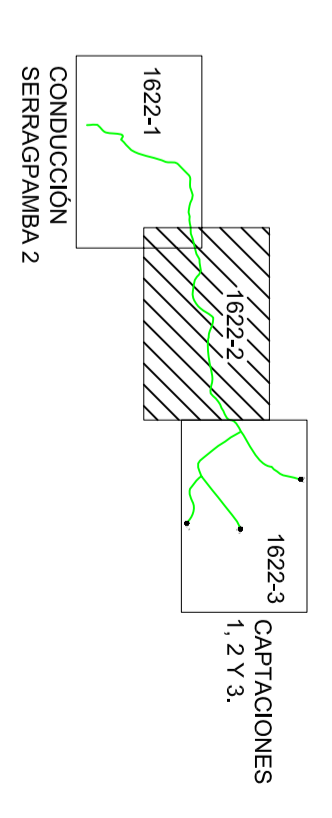
-  TUBERIA EXISTENTE
-  VALVULA DE PURGA
-  VALVULA DE AIRE
-  TEE
-  CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2,000

-  TUBERIA EXISTENTE
-  PERFIL DEL TERRENO
-  VALVULA DE PURGA
-  VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Proyecto: "EVALUACION HIDRAULICO-ASISTENTE DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ

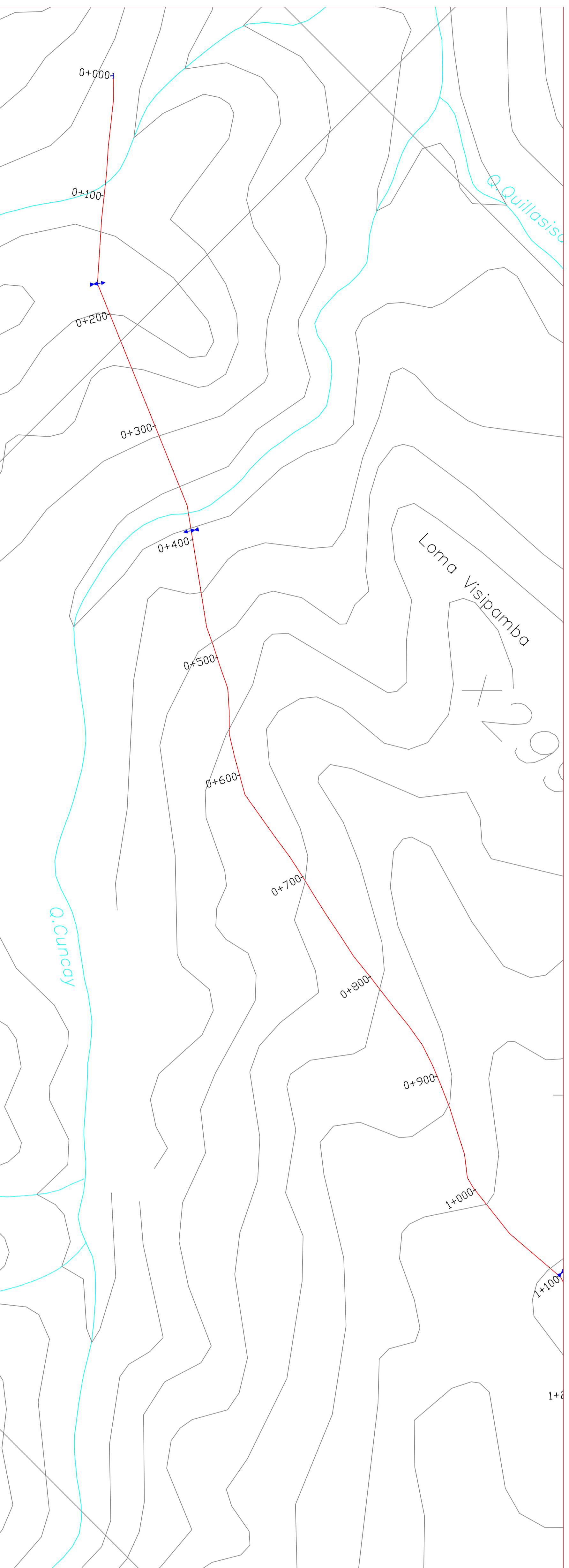
COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDOZA

EMPRESA ASISTENTE TECNICA: EMPRESA ASISTENTE TECNICA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS S.S.

CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCION SERRAGPAMBAL

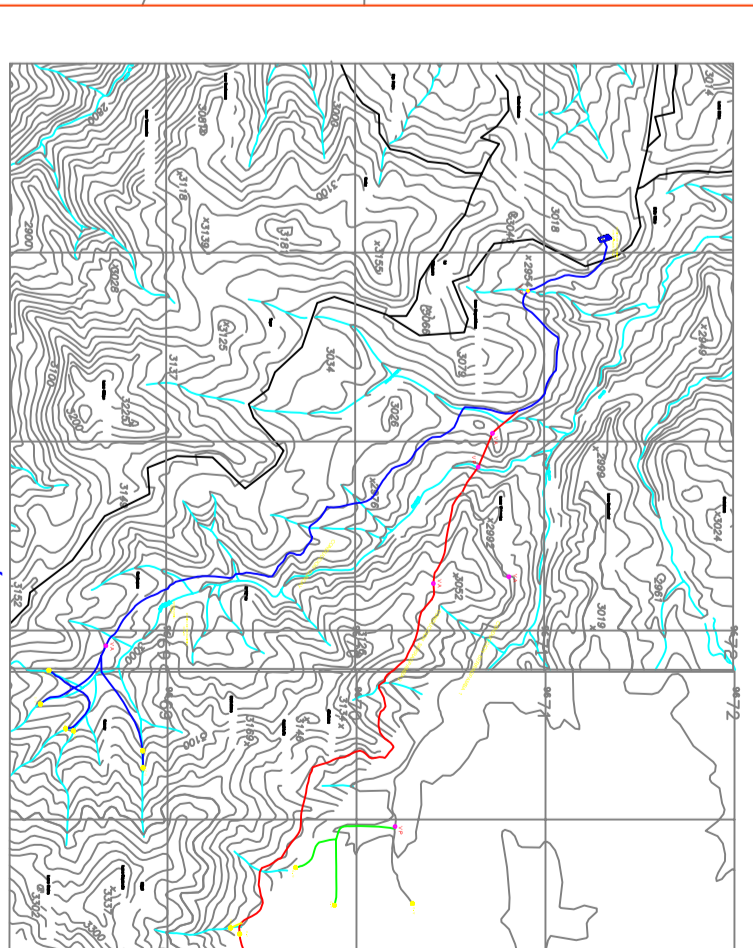
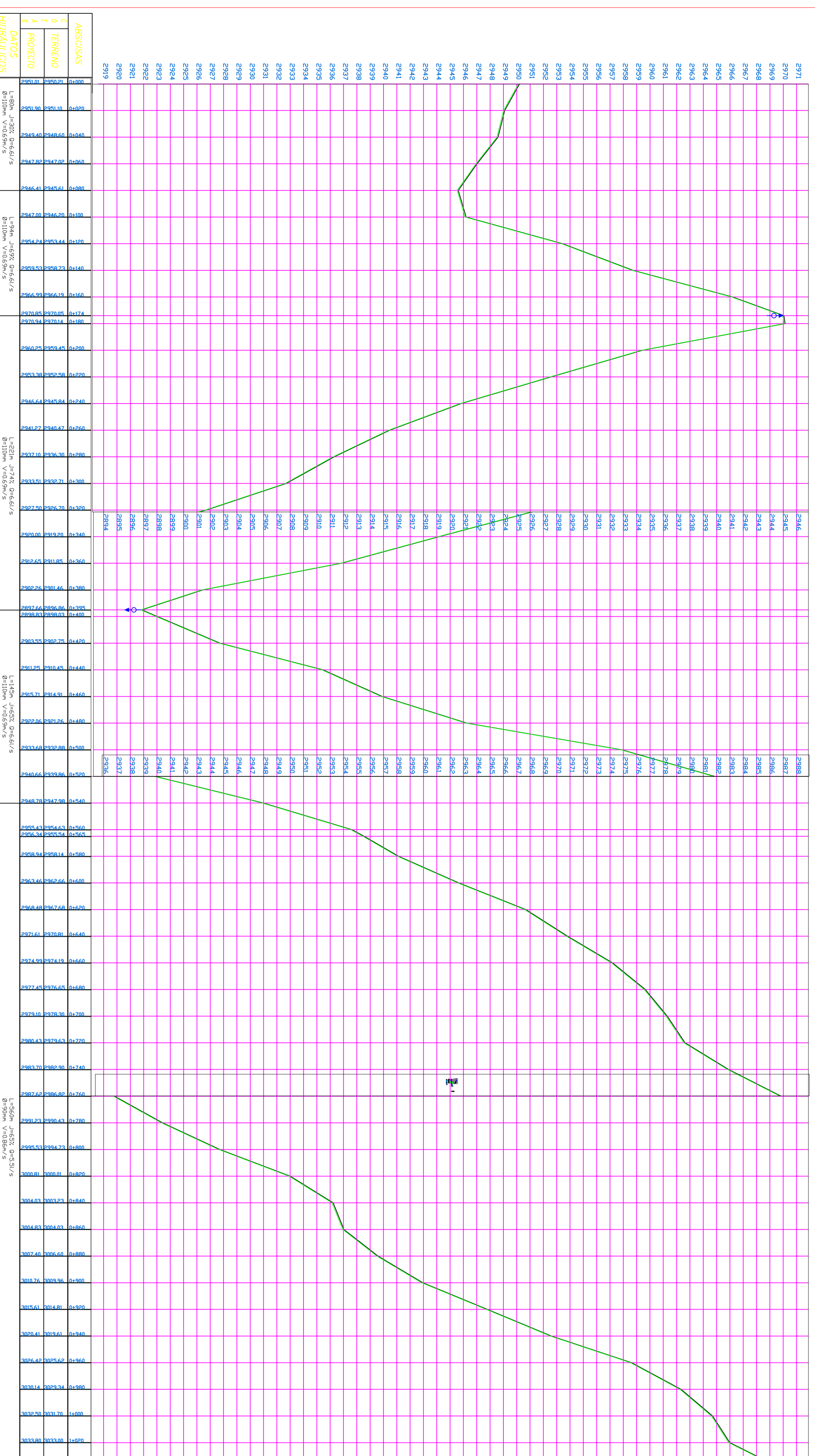
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA INDICADA	FECHA	ARCHIVO	NUMERO DE LAMINA
2007 / JULIO	SERRAGPAMBAL02		MX222



PLANTA
ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200

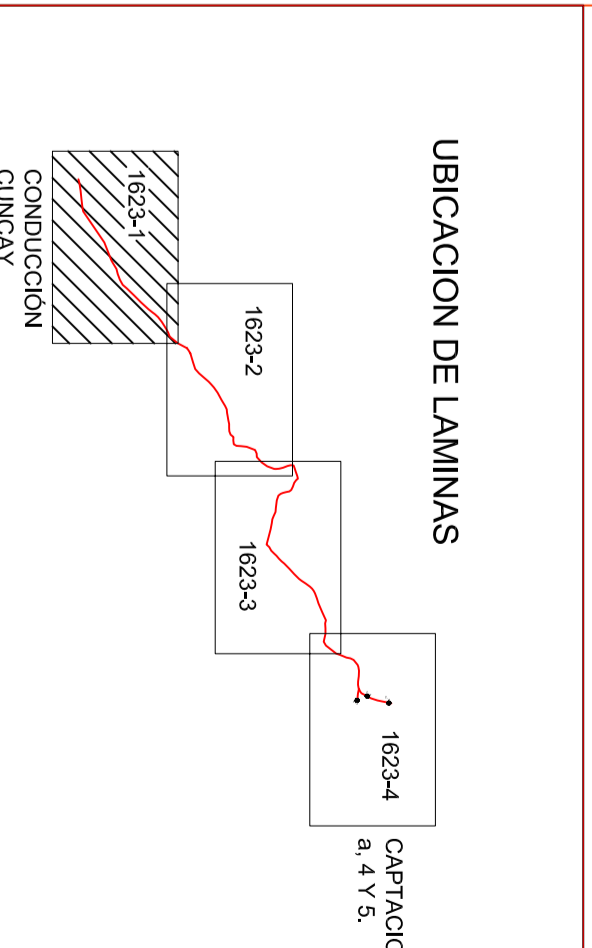


LEYENDA PLANTA
ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL
ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE



NOTAS

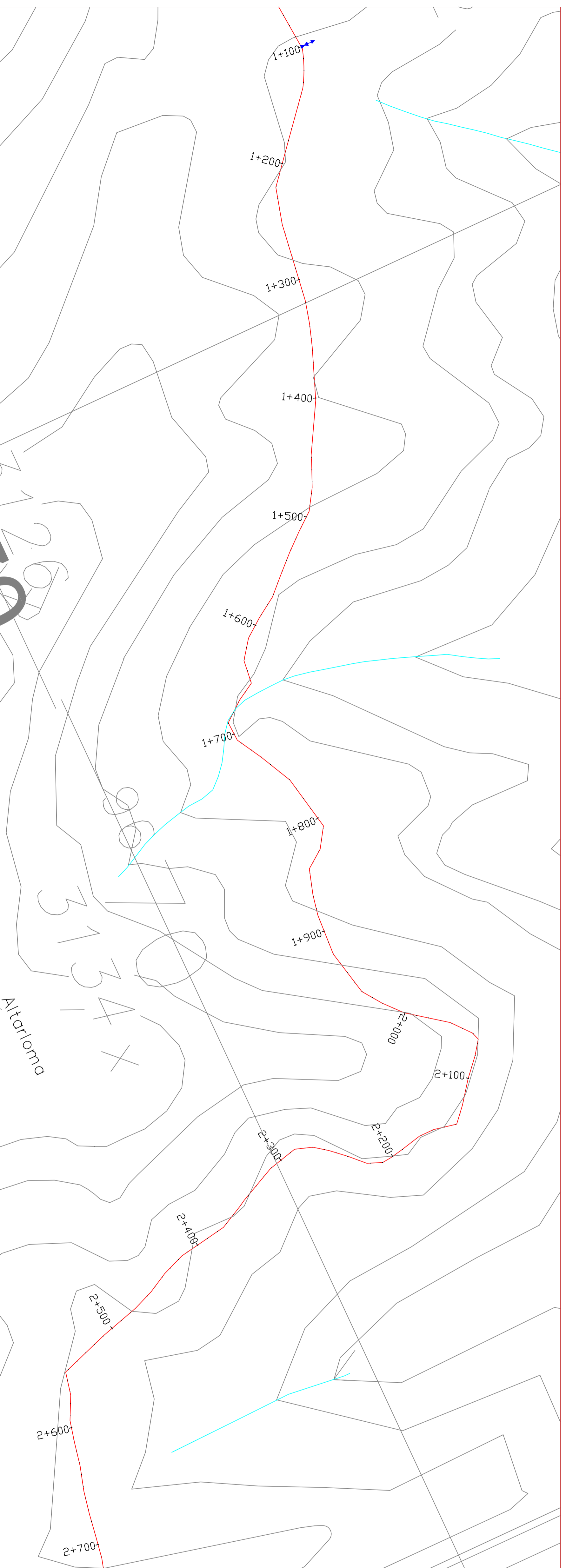
- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA ROTABLE Y ALCANTARILLADO
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"
DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ
COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDO S.A.

EMPRESA PARA LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES
AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS
ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

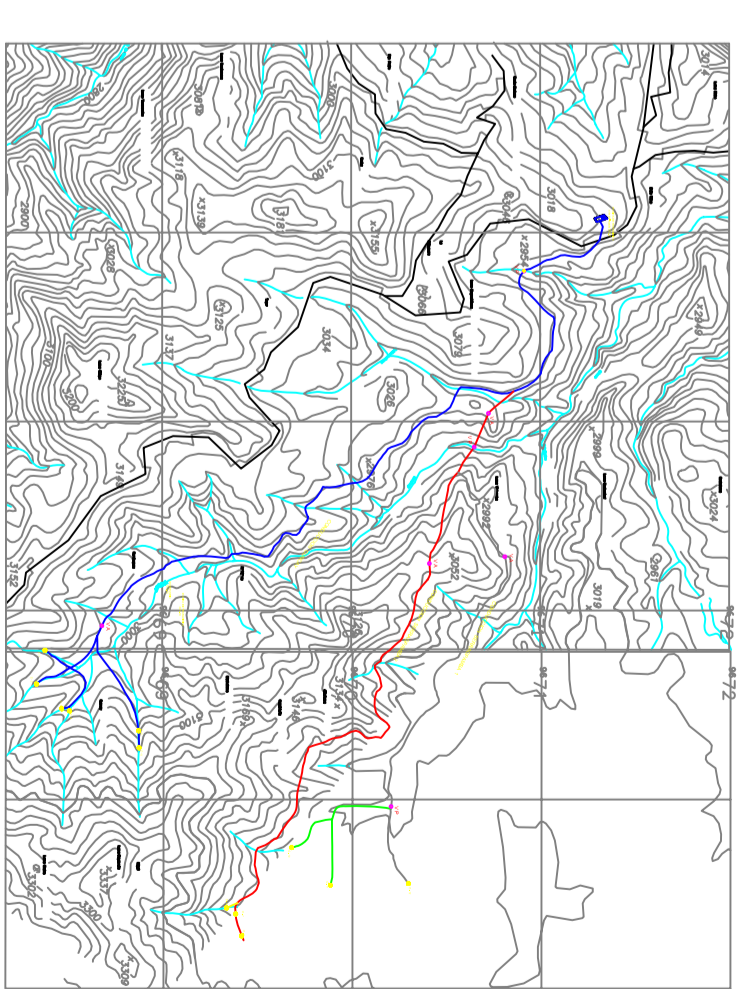
CONTENIDO:
LÍNEA DE CONDUCCIÓN SERRAPAMBA2
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

TERMINAS:	SRTA. VIVIANA MORALES L.	REVISOR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.
INDICADA:	SRTA. DIANA ORTEGA A.	JEFE DE ESTUDIOS:	ING. VICENTE GONZALEZ
ESCALA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	SERRAPAMBA2
		NUMERO DE PLANA:	XV.231



PLANTA
ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

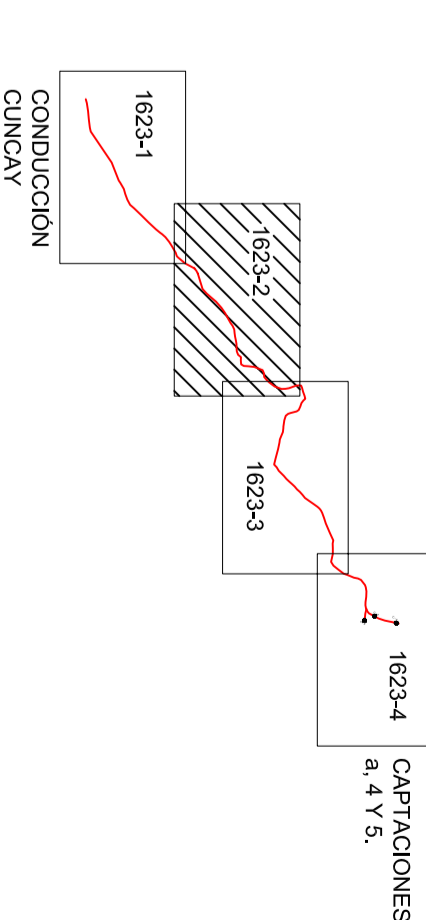
	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del debido a la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ

COORDINADOR: ING. BOLIVAR MUÑOZ A.

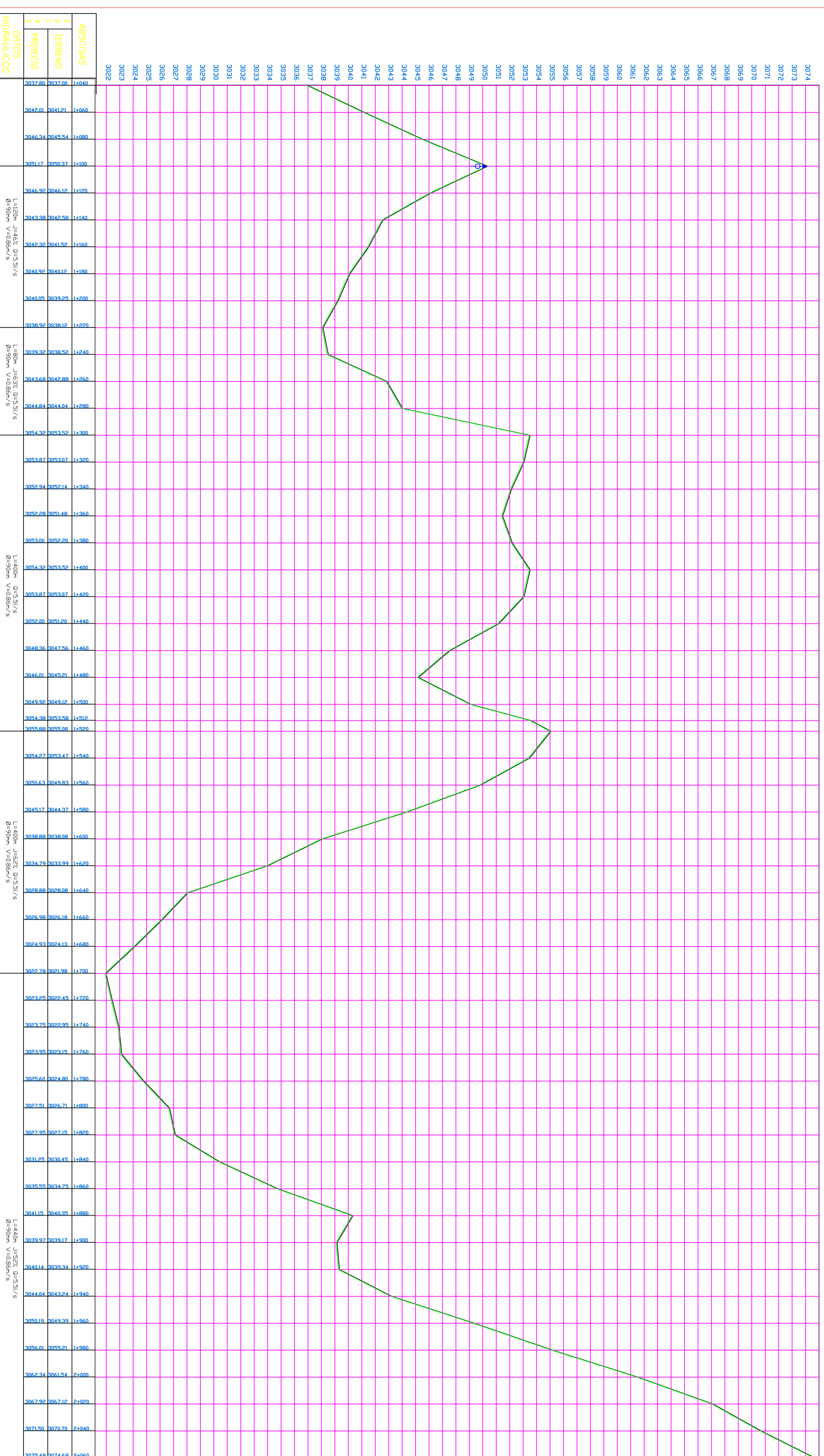
EMPRESA PERUANA MUNICIPAL DE TECNICACIONES AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS S.A.



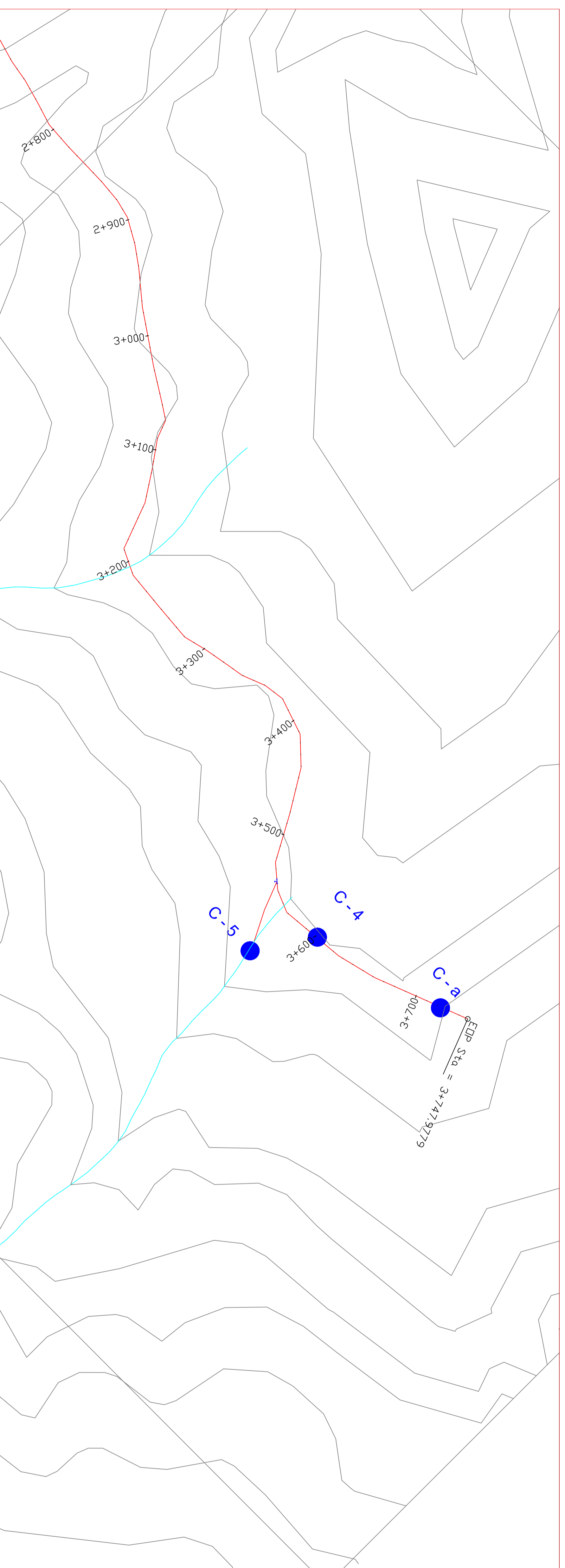
CONTENIDO:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN SERRAPAMBA 2
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

TECNICAS:	SRTA. YVIANA MORALES L.	REVISOR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.
INDICADA:	SRTA. DIANA ORTEGA A.	JEFE DE ESTUDIOS:	ING. VICENTE GONZALEZ
FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	SERRAPAMBA02
ESCALA:		NUMERO DE LAMINA:	XI.23.2

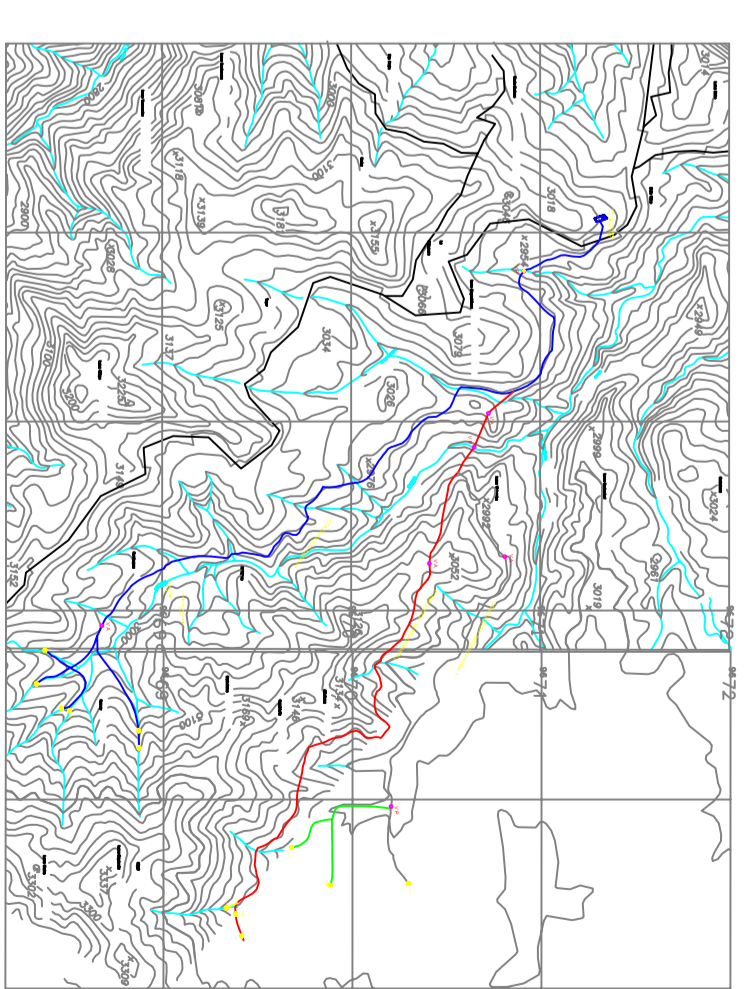


ABSCISAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
3074	3073	3072	3071	3070	3069	3068	3067	3066	3065	3064	3063	3062	3061	3060	3059	3058	3057	3056	3055	3054	3053	3052	3051	3050	3049	3048	3047	3046	3045	3044	3043	3042	3041	3040	3039	3038	3037	3036	3035	3034	3033	3032	3031	3030	3029	3028	3027	3026	3025	3024	3023	3022	3021	3020	3019	3018	3017	3016	3015	3014	3013	3012	3011	3010	3009	3008	3007	3006	3005	3004	3003	3002	3001	3000	2999	2998	2997	2996	2995	2994	2993	2992	2991	2990	2989	2988	2987	2986	2985	2984	2983	2982	2981	2980	2979	2978	2977	2976	2975	2974	2973	2972	2971	2970	2969	2968	2967	2966	2965	2964	2963	2962	2961	2960	2959	2958	2957	2956	2955	2954	2953	2952	2951	2950	2949	2948	2947	2946	2945	2944	2943	2942	2941	2940	2939	2938	2937	2936	2935	2934	2933	2932	2931	2930	2929	2928	2927	2926	2925	2924	2923	2922	2921	2920	2919	2918	2917	2916	2915	2914	2913	2912	2911	2910	2909	2908	2907	2906	2905	2904	2903	2902	2901	2900	2899	2898	2897	2896	2895	2894	2893	2892	2891	2890	2889	2888	2887	2886	2885	2884	2883	2882	2881	2880	2879	2878	2877	2876	2875	2874	2873	2872	2871	2870	2869	2868	2867	2866	2865	2864	2863	2862	2861	2860	2859	2858	2857	2856	2855	2854	2853	2852	2851	2850	2849	2848	2847	2846	2845	2844	2843	2842	2841	2840	2839	2838	2837	2836	2835	2834	2833	2832	2831	2830	2829	2828	2827	2826	2825	2824	2823	2822	2821	2820	2819	2818	2817	2816	2815	2814	2813	2812	2811	2810	2809	2808	2807	2806	2805	2804	2803	2802	2801	2800	2799	2798	2797	2796	2795	2794	2793	2792	2791	2790	2789	2788	2787	2786	2785	2784	2783	2782	2781	2780	2779	2778	2777	2776	2775	2774	2773	2772	2771	2770	2769	2768	2767	2766	2765	2764	2763	2762	2761	2760	2759	2758	2757	2756	2755	2754	2753	2752	2751	2750	2749	2748	2747	2746	2745	2744	2743	2742	2741	2740	2739	2738	2737	2736	2735	2734	2733	2732	2731	2730	2729	2728	2727	2726	2725	2724	2723	2722	2721	2720	2719	2718	2717	2716	2715	2714	2713	2712	2711	2710	2709	2708	2707	2706	2705	2704	2703	2702	2701	2700	2699	2698	2697	2696	2695	2694	2693	2692	2691	2690	2689	2688	2687	2686	2685	2684	2683	2682	2681	2680	2679	2678	2677	2676	2675	2674	2673	2672	2671	2670	2669	2668	2667	2666	2665	2664	2663	2662	2661	2660	2659	2658	2657	2656	2655	2654	2653	2652	2651	2650	2649	2648	2647	2646	2645	2644	2643	2642	2641	2640	2639	2638	2637	2636	2635	2634	2633	2632	2631	2630	2629	2628	2627	2626	2625	2624	2623	2622	2621	2620	2619	2618	2617	2616	2615	2614	2613	2612	2611	2610	2609	2608	2607	2606	2605	2604	2603	2602	2601	2600	2599	2598	2597	2596	2595	2594	2593	2592	2591	2590	2589	2588	2587	2586	2585	2584	2583	2582	2581	2580	2579	2578	2577	2576	2575	2574	2573	2572	2571	2570	2569	2568	2567	2566	2565	2564	2563	2562	2561	2560	2559	2558	2557	2556	2555	2554	2553	2552	2551	2550	2549	2548	2547	2546	2545	2544	2543	2542	2541	2540	2539	2538	2537	2536	2535	2534	2533	2532	2531	2530	2529	2528	2527	2526	2525	2524	2523	2522	2521	2520	2519	2518	2517	2516	2515	2514	2513	2512	2511	2510	2509	2508	2507	2506	2505	2504	2503	2502	2501	2500	2499	2498	2497	2496	2495	2494	2493	2492	2491	2490	2489	2488	2487	2486	2485	2484	2483	2482	2481	2480	2479	2478	2477	2476	2475	2474	2473	2472	2471	2470	2469	2468	2467	2466	2465	2464	2463	2462	2461	2460	2459	2458	2457	2456	2455	2454	2453	2452	2451	2450	2449	2448	2447	2446	2445	2444	2443	2442	2441	2440	2439	2438	2437	2436	2435	2434	2433	2432	2431	2430	2429	2428	2427	2426	2425	2424	2423	2422	2421	2420	2419	2418	2417	2416	2415	2414	2413	2412	2411	2410	2409	2408	2407	2406	2405	2404	2403	2402	2401	2400	2399	2398	2397	2396	2395	2394	2393	2392	2391	2390	2389	2388	2387	2386	2385	2384	2383	2382	2381	2380	2379	2378	2377	2376	2375	2374	2373	2372	2371	2370	2369	2368	2367	2366	2365	2364	2363	2362	2361	2360	2359	2358	2357	2356	2355	2354	2353	2352	2351	2350	2349	2348	2347	2346	2345	2344	2343	2342	2341	2340	2339	2338	2337	2336	2335	2334	2333	2332	2331	2330	2329	2328	2327	2326	2325	2324	2323	2322	2321	2320	2319	2318	2317	2316	2315	2314	2313	2312	2311	2310	2309	2308	2307	2306	2305	2304	2303	2302	2301	2300	2299	2298	2297	2296	2295	2294	2293	2292	2291	2290	2289	2288	2287	2286	2285	2284	2283	2282	2281	2280	2279	2278	2277	2276	2275	2274	2273	2272	2271	2270	2269	2268	2267	2266	2265	2264	2263	2262	2261	2260	2259	2258	2257	2256	2255	2254	2253	2252	2251	2250	2249	2248	2247	2246	2245	2244	2243	2242	2241	2240	2239	2238	2237	2236	2235	2234	2233	2232	2231	2230	2229	2228	2227	2226	2225	2224	2223	2222	2221	2220	2219	2218	2217	2216	2215	2214	2213	2212	2211	2210	2209	2208	2207	2206	2205	2204	2203	2202	2201	2200	2199	2198	2197	2196	2195	2194	2193	2192	2191	2190	2189	2188	2187	2186	2185	2184	2183	2182	2181	2180	2179	2178	2177	2176	2175	2174	2173	2172	2171	2170	2169	2168	2167	2166	2165	2164	2163	2162	2161	2160	2159	2158	2157	2156	2155	2154	2153	2152	2151	2150	2149	2148	2147	2146	2145	2144	2143	2142	2141	2140	2139	2138	2137	2136	2135	2134	2133	2132	2131	2130	2129	2128	2127	2126	2125	2124	2123	2122	21



PLANTA
ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



PLANO DE UBICACION

LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

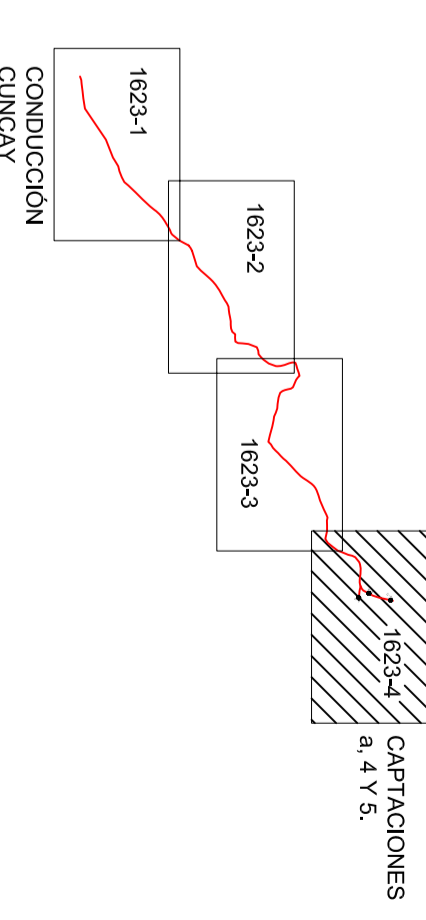
	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

UBICACION DE LAMINAS



NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
PROYECTO: "EVALUACION HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA TUNON DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

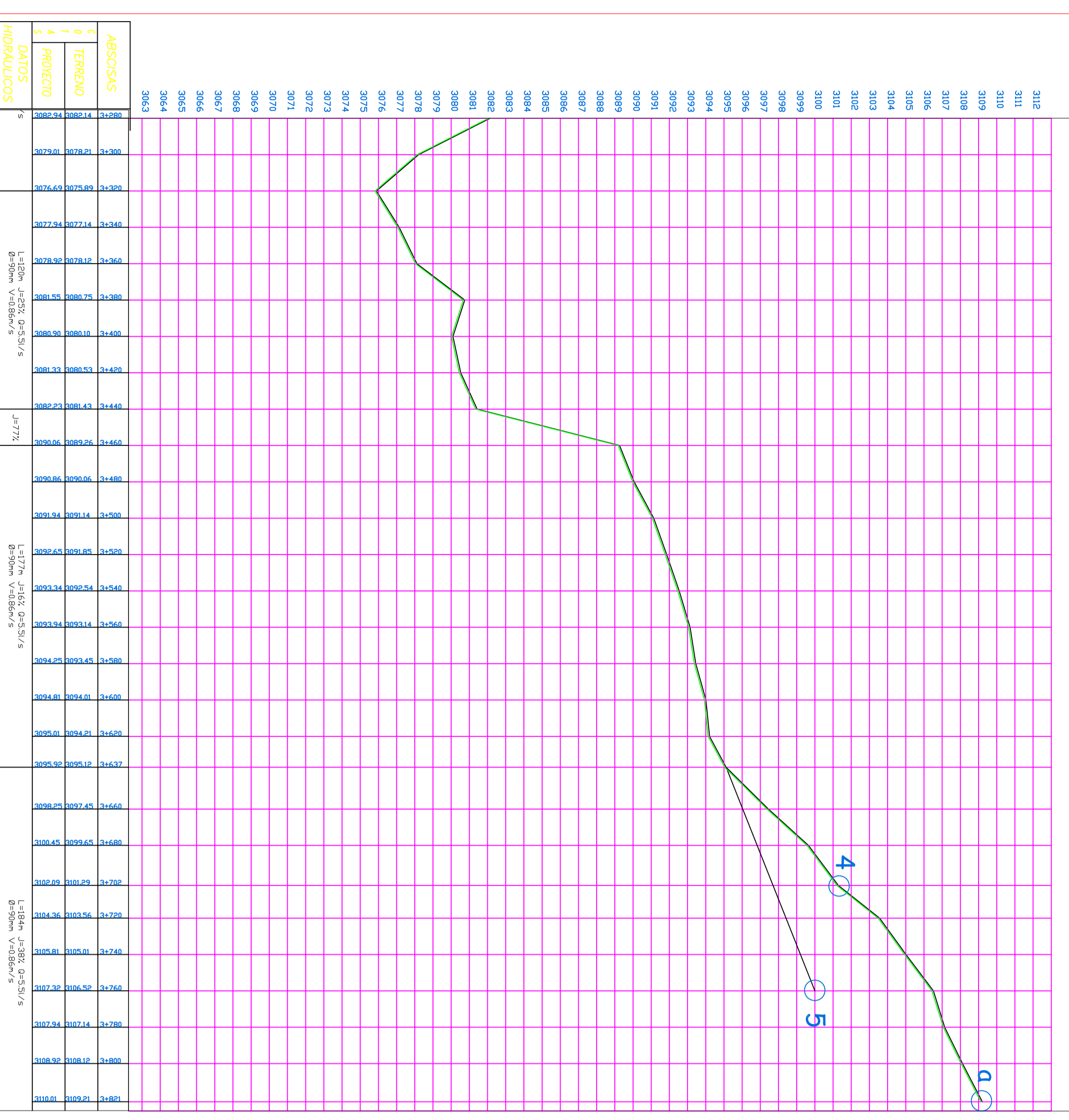
DIRECTOR	ING. GALO ORDÓÑEZ E.	COORDINADOR	ING. SOLIAR VINDOZA
----------	----------------------	-------------	---------------------

EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES
AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
CINCUA

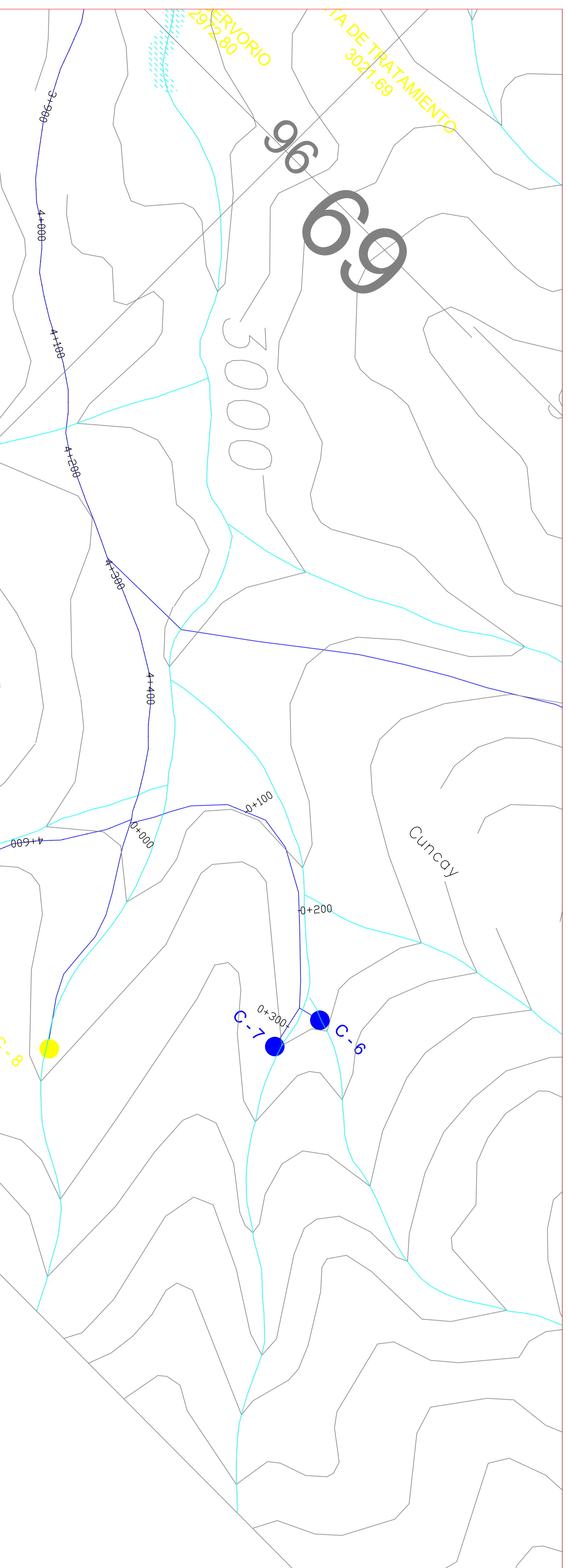


CONTENIDO:
LÍNEA DE CONDUCCIÓN SERRAPAMBA2
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REVISOR	ING. GALO ORDÓÑEZ E.
JEFE DE ESTUDIOS	ING. VICENTE GONZÁLES
FECHA	2007 / JULIO
ARCHIVO	SRRAPAMBA2
NUMERO DE LAMINA	11234



ABSCISAS	2+800	2+850	2+900	2+950	3+000	3+050	3+100	3+150	3+200	3+250	3+300	3+350	3+400	3+450	3+500	3+550	3+600
0	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079
1	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079
2	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079
3	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079
4	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079
5	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079

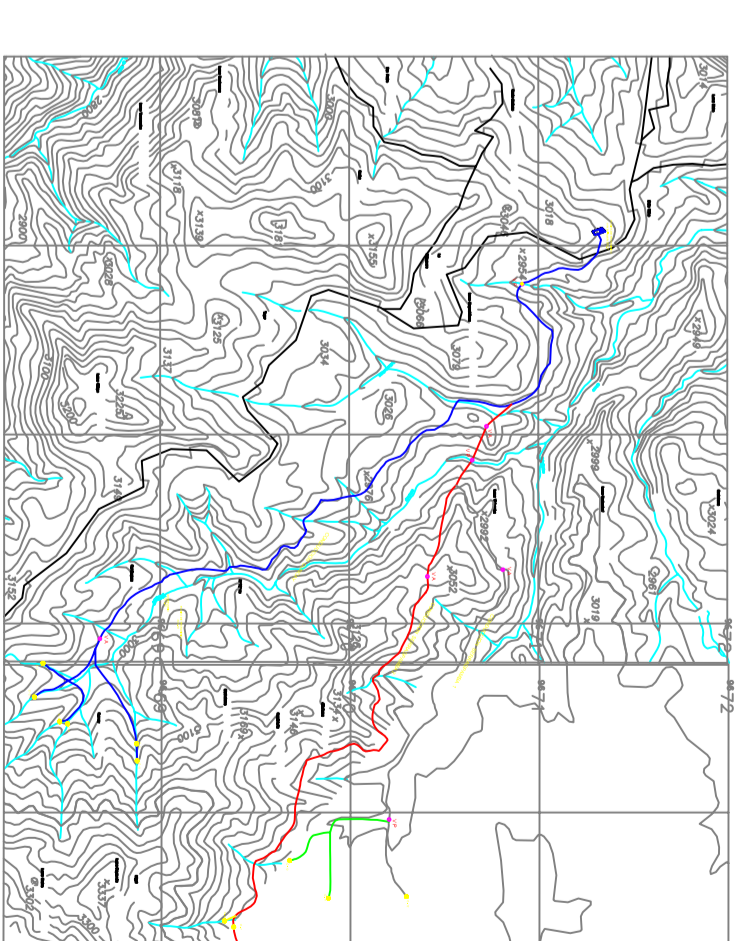
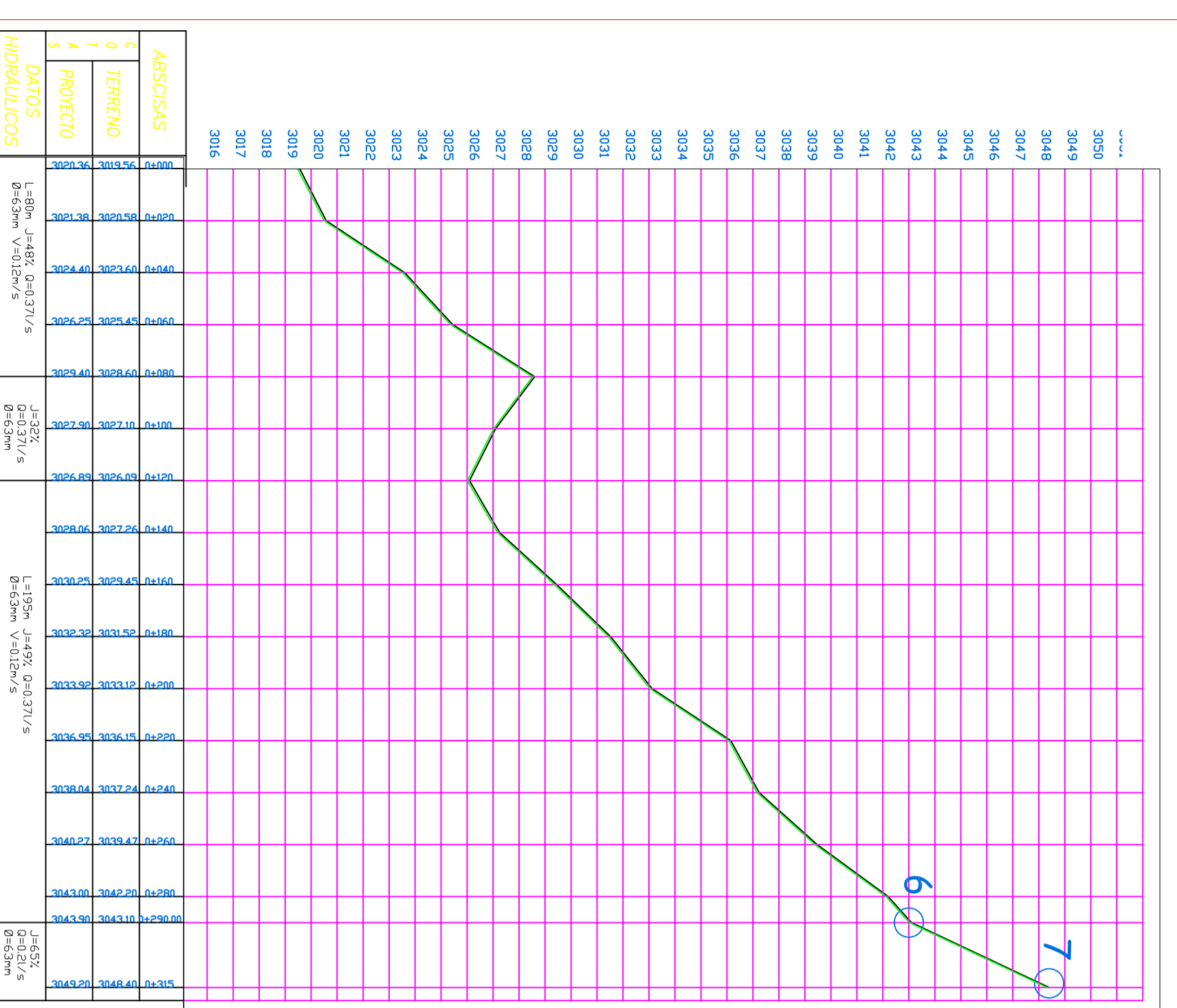


PLANTA

ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



PLANO DE UBICACION

LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA TUNÓN DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ E.

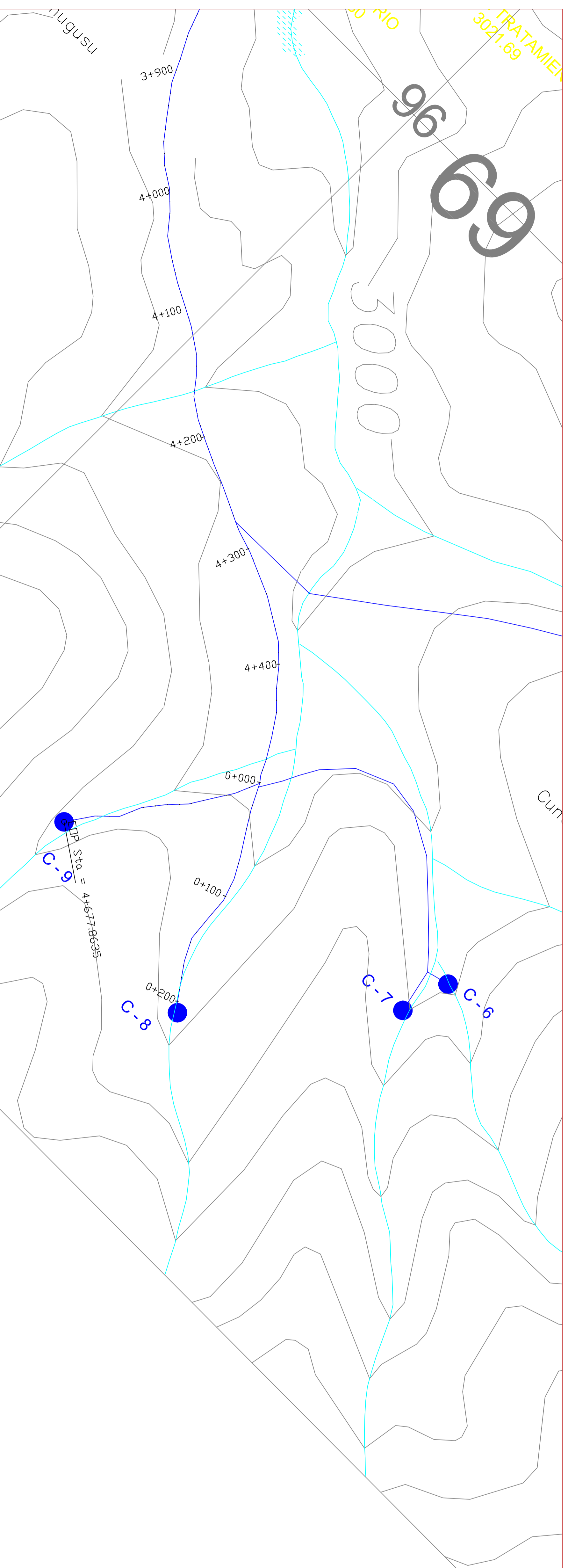
COORDINADOR: ING. SOLIJAN VINDOZA

EMPRESA FILIAL DE LA MUNICIPALIDAD DE TAMBAYESADO Y MANABAYO DE LA ZONA RURAL: EMPRESA MUNICIPAL DE INGENIERIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION

ESCALA DE DISEÑO: 1:2000

CONTENIDO: RAMAL HASTA LA CAPTACION 6 Y 7 PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA: 2007 / JULIO	ARCHIVO: RAMAL 1014	NUMERO DE LUNA: XIX2A-1
---------------------	---------------------	-------------------------

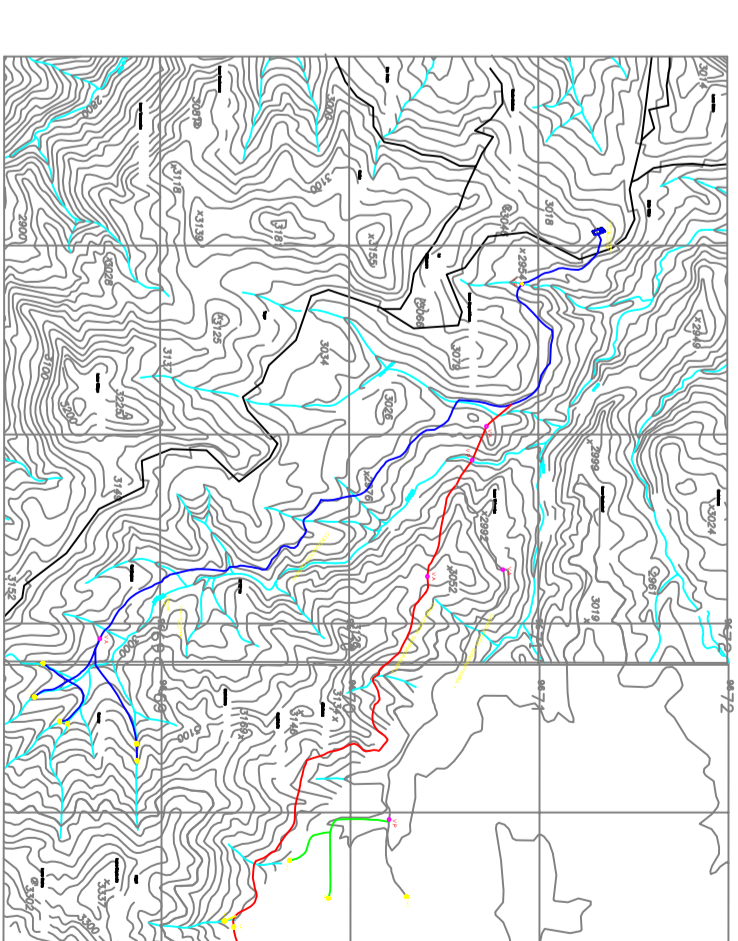


PLANTA

ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



PLANO DE UBICACION

LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA TUNON DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDÓÑEZ E.

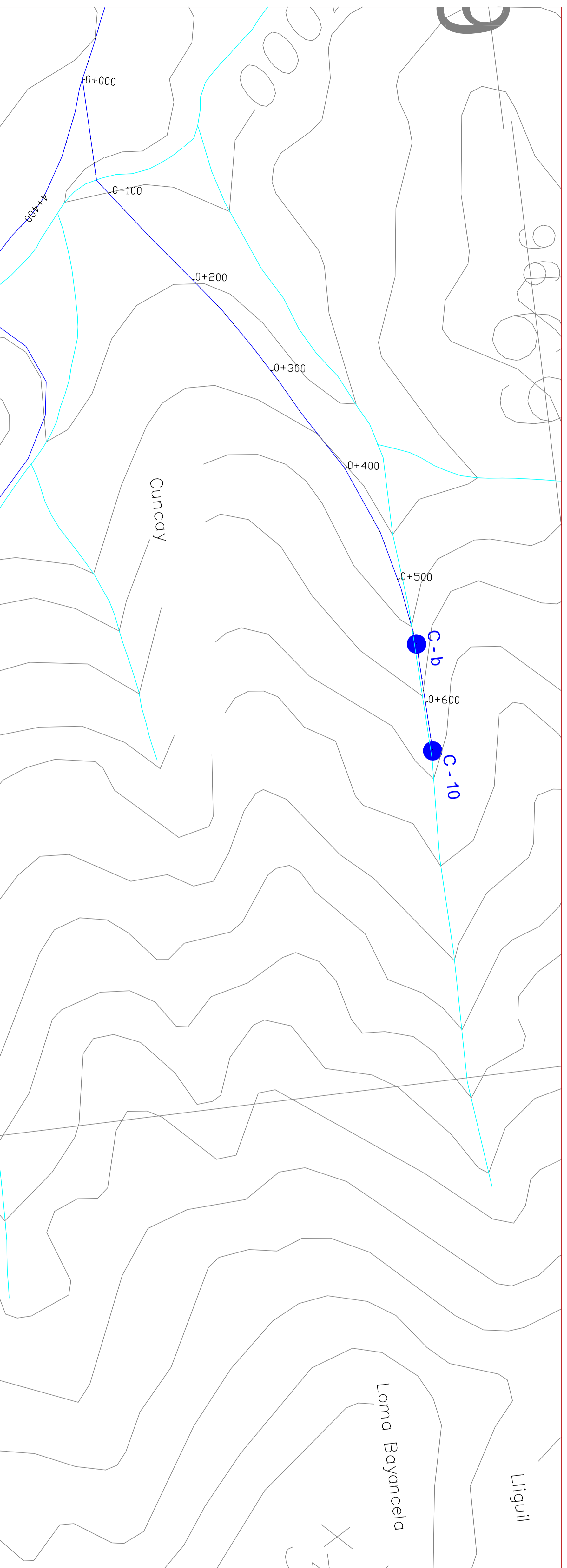
COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDOZA

EMPRESA PARA LOS SERVICIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA: ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO



CONTENIDO: RAMAL HASTA LA CAPTACION 8
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	RAMAL 005	NUMERO DE LUNA:	XV2451
REVISOR:	ING. GALO ORDÓÑEZ E.	ELABORADOR:	ING. VICENTE GONZALEZ		
PROYECTISTA:	SRIYA VIVIANA MORALES L.	REVISOR:	SRIYA DIANA ORTEGA A.		
ESCALA:	INDICADA				

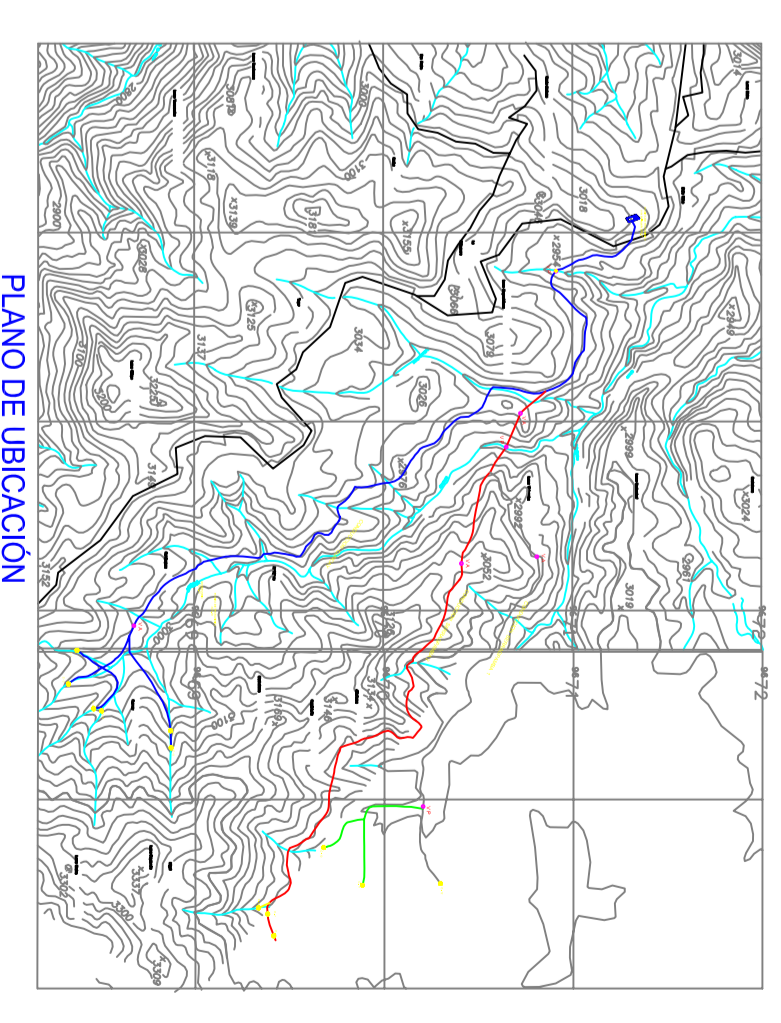
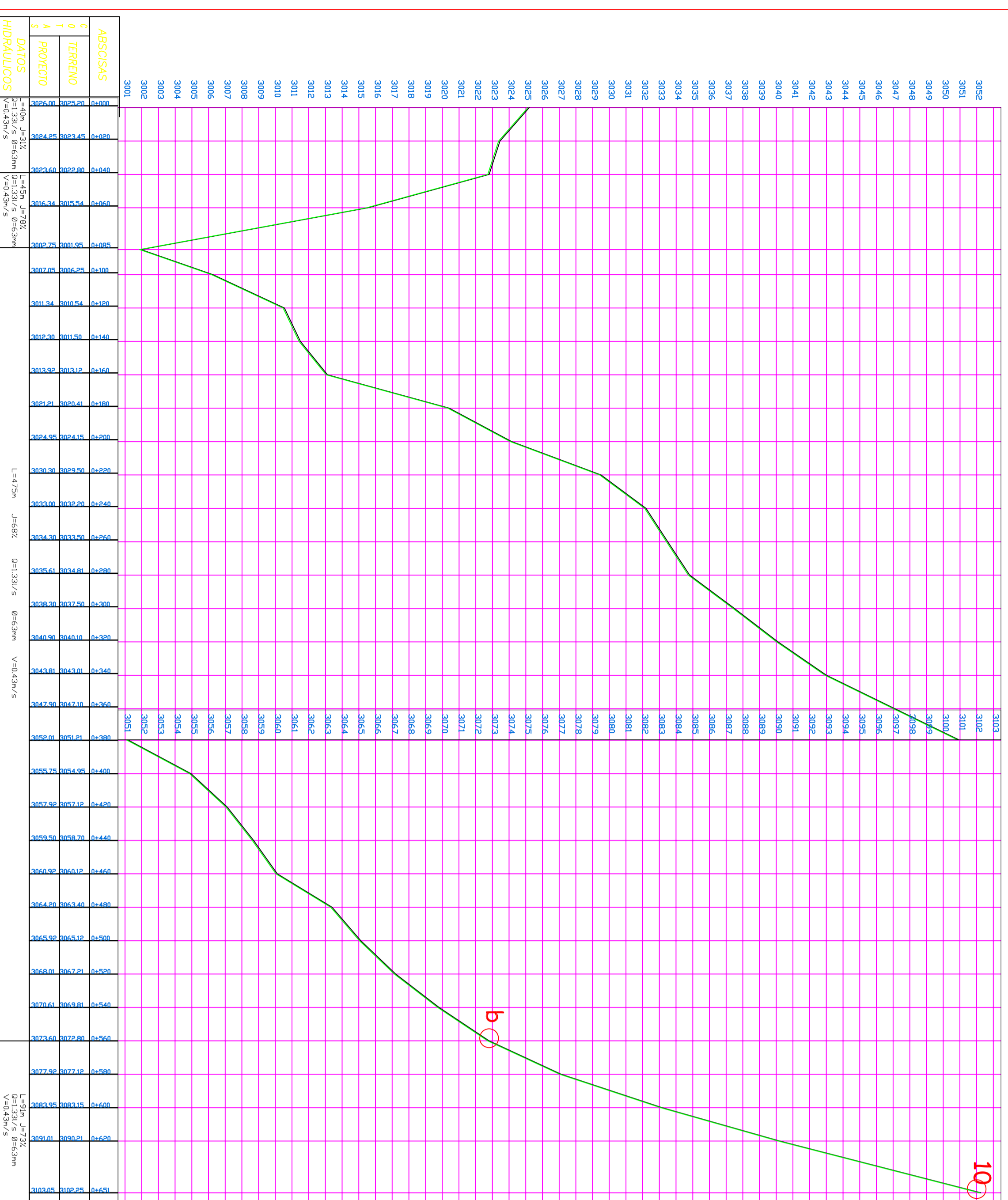


PLANTA

ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

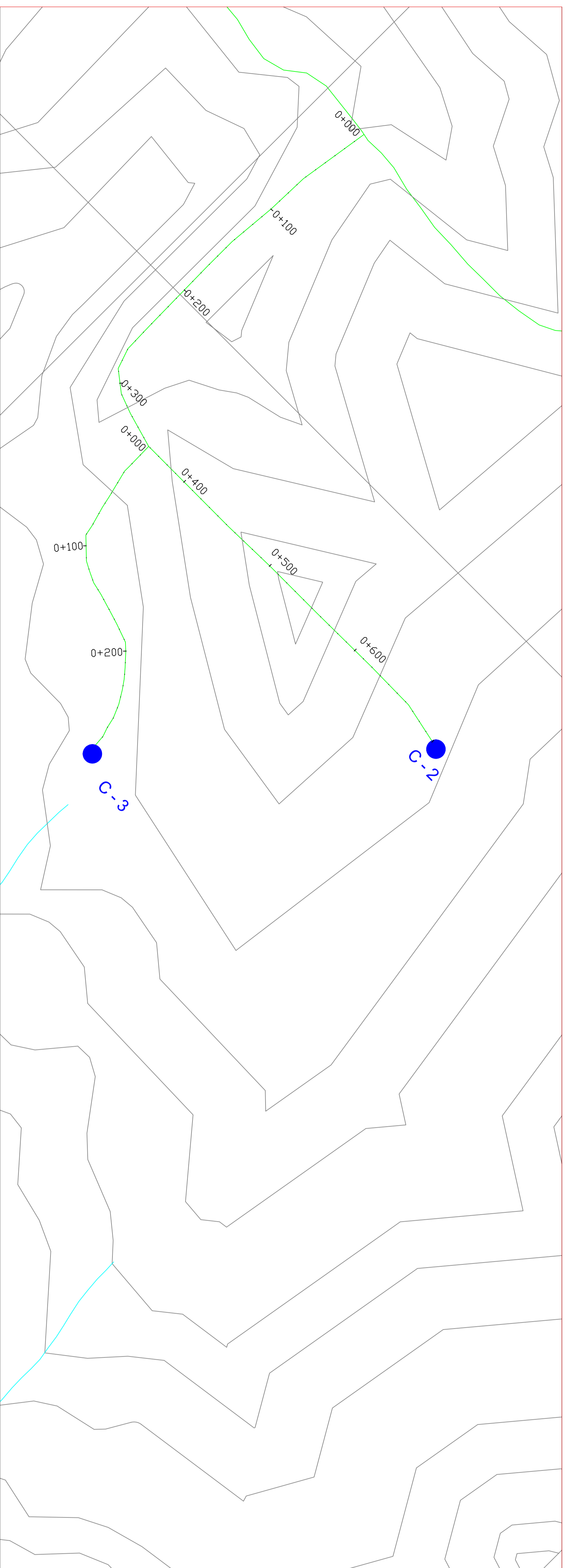
NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en lo que se especificaron instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"
 DIRECTOR: ING. GAILO OROZCOZE
 COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDOSA
 EMPRESA: EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
 FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN AGUAS
 INGENIERO EN AGUAS: ING. VICENTE GONZALEZ

CONTENIDO:
RAMAL HASTA LA CAPTACION 10 Y b
 PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	RAMAL 10B	NUMERO DE LUNA:	X12A-1
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	RAMAL 10B

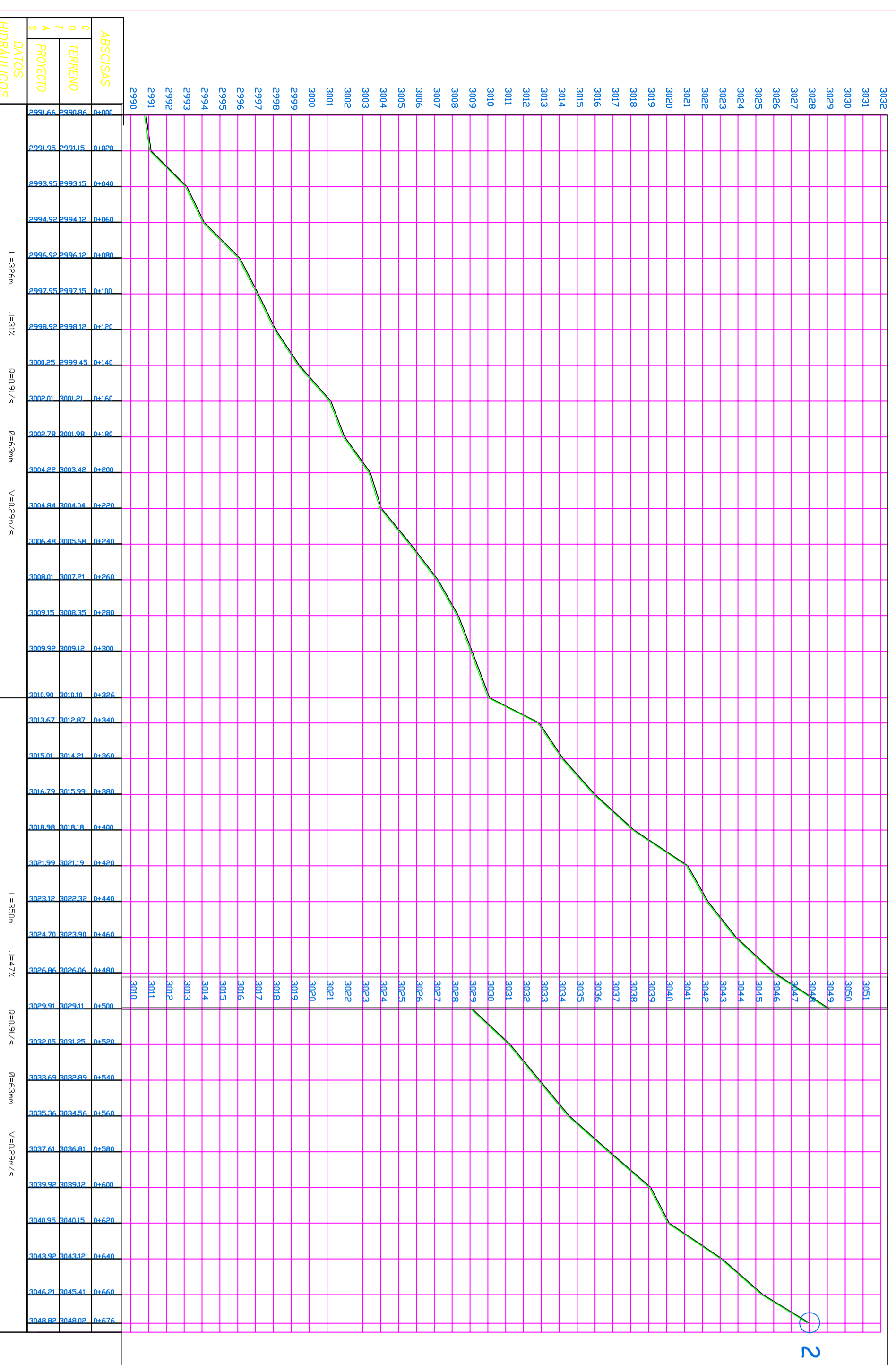


PLANTA

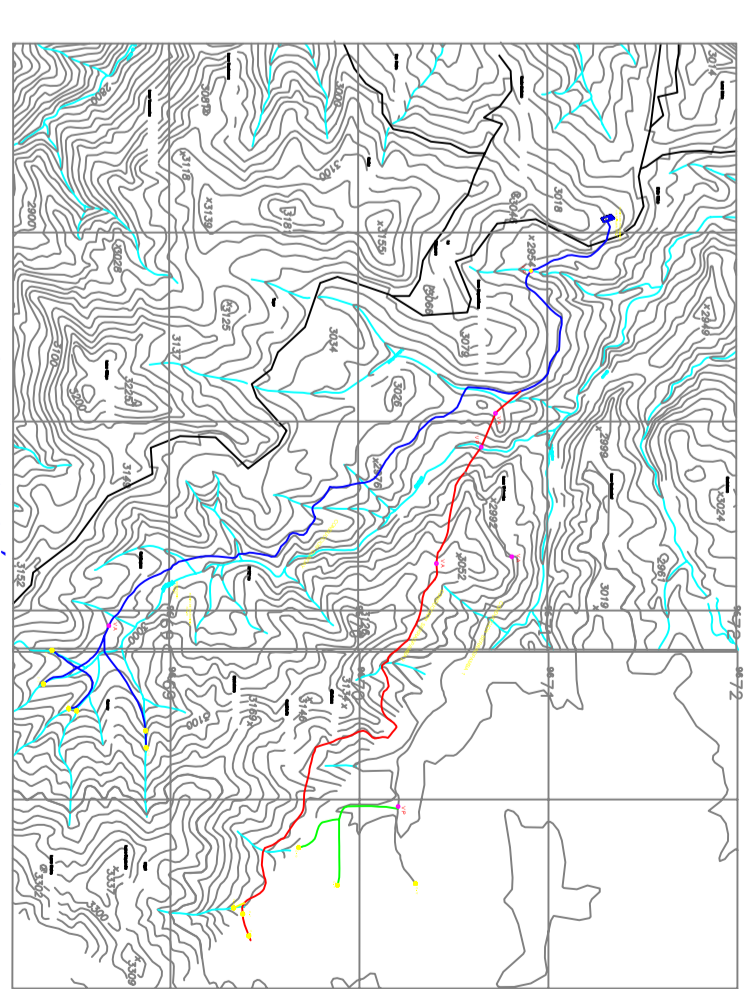
ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



2



PLANO DE UBICACION

LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del diseño o la irregularidad del terreno.

DIRECCION TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA MUNICIPIO DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ E.

COORDINADOR: ING. BOLIVAR VINDO S.A.

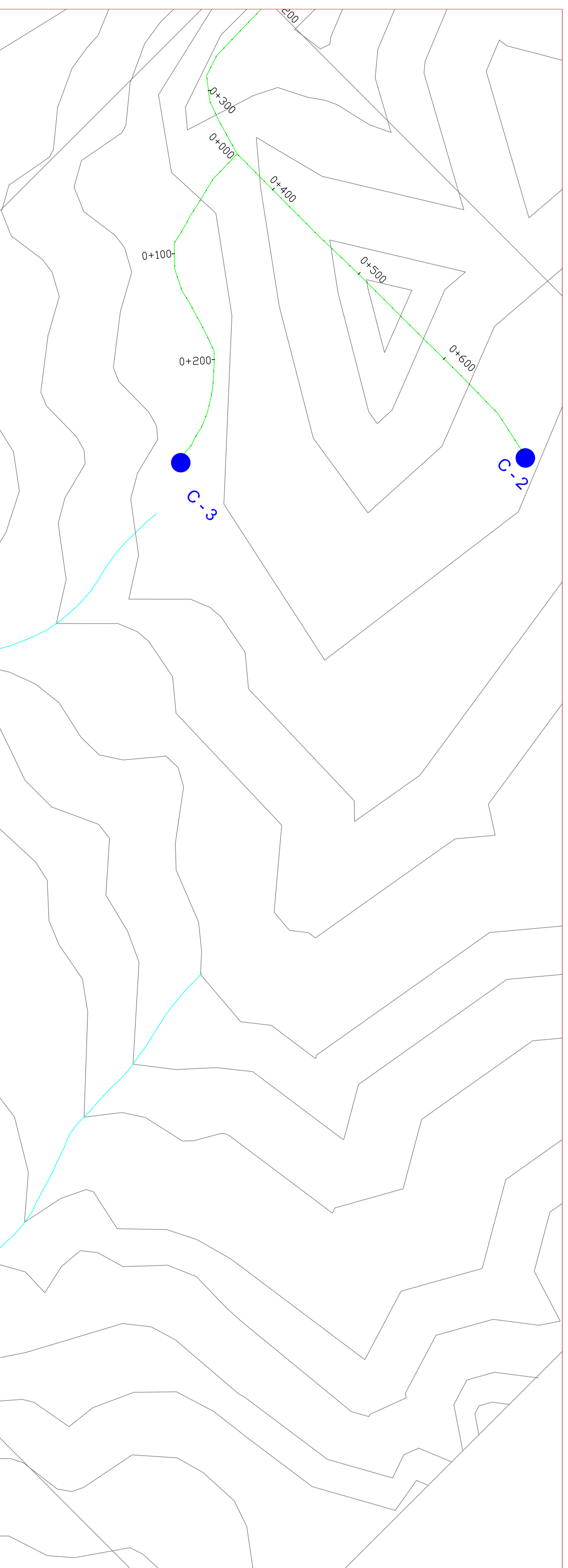
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES
AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS



ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
SANTA ANA

CONTENIDO: RAMAL HASTA LA CAPTACION 2
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	RAMAL 027	NUMERO DE LAMINA:	X12.1-1
ELABORADO POR:	SRIYA VIVIANA MORALES L.	REVISADO POR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.		
PROYECTADO POR:	SRIYA DIANA ORTEGA A.	APROBADO POR:	ING. VICENTE GONZALEZ		
ESCALA:	INDICADA				

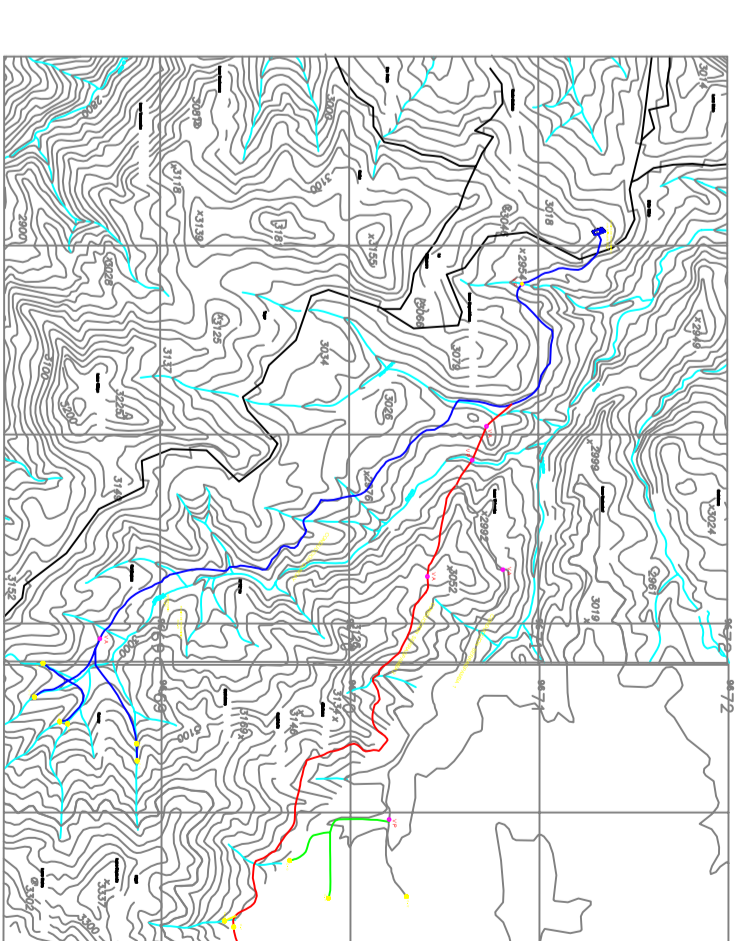


PLANTA

ESCALA: 1:2.000

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:200



PLANO DE UBICACION

LEYENDA PLANTA

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	TEE
	CURVA DE NIVEL - 20 METROS

LEYENDA PERFIL

ESCALA 1: 2.000

	TUBERIA EXISTENTE
	PERFIL DEL TERRENO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE

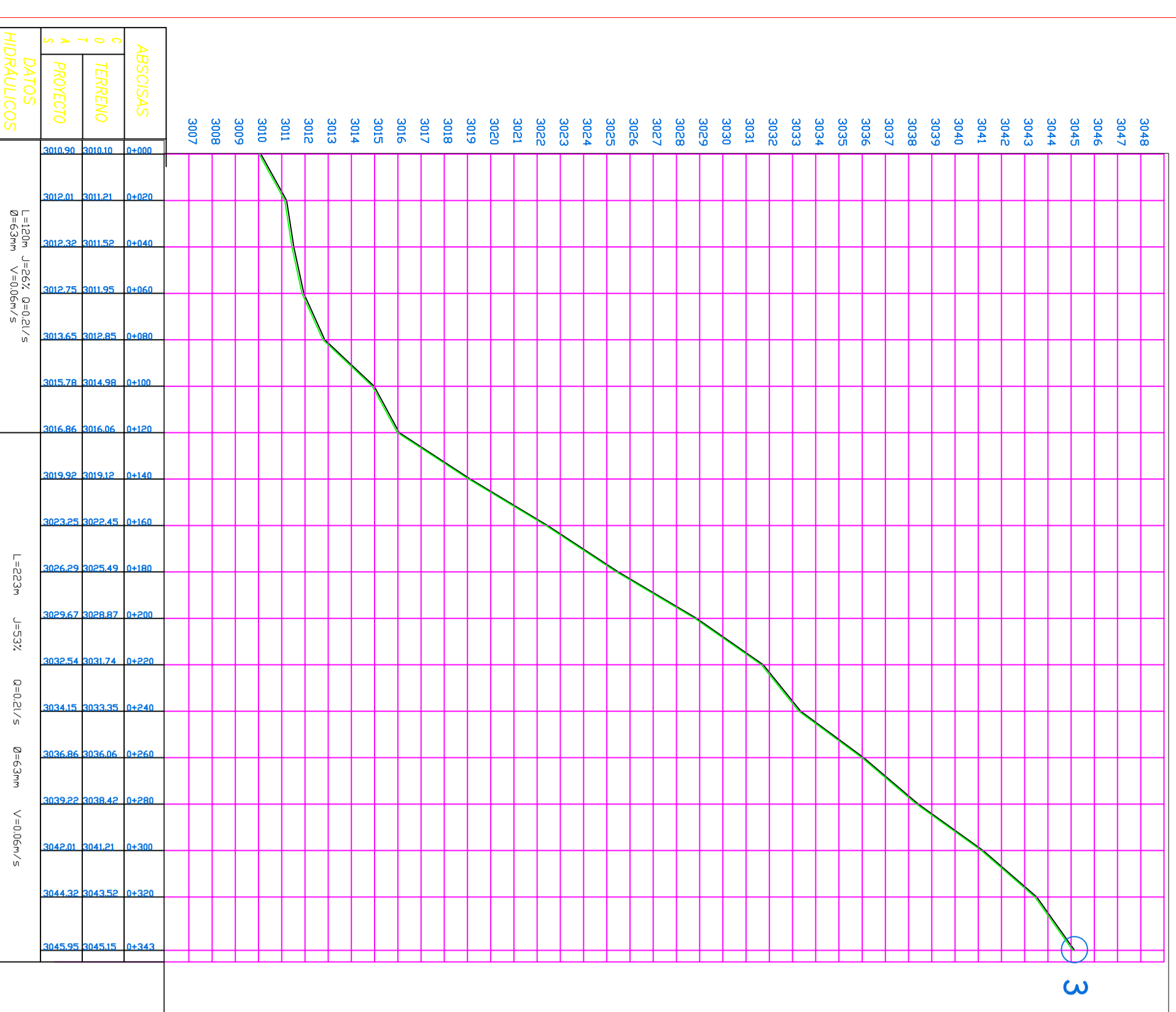
NOTAS

- El Diámetro de las Válvulas de Aire como de Purga corresponden al de la tubería en la que se encuentran instaladas.
- La Pendiente indicada para cada tramo se obtuvo con las cotas inicial y final del terreno o la irregularidad del terreno.

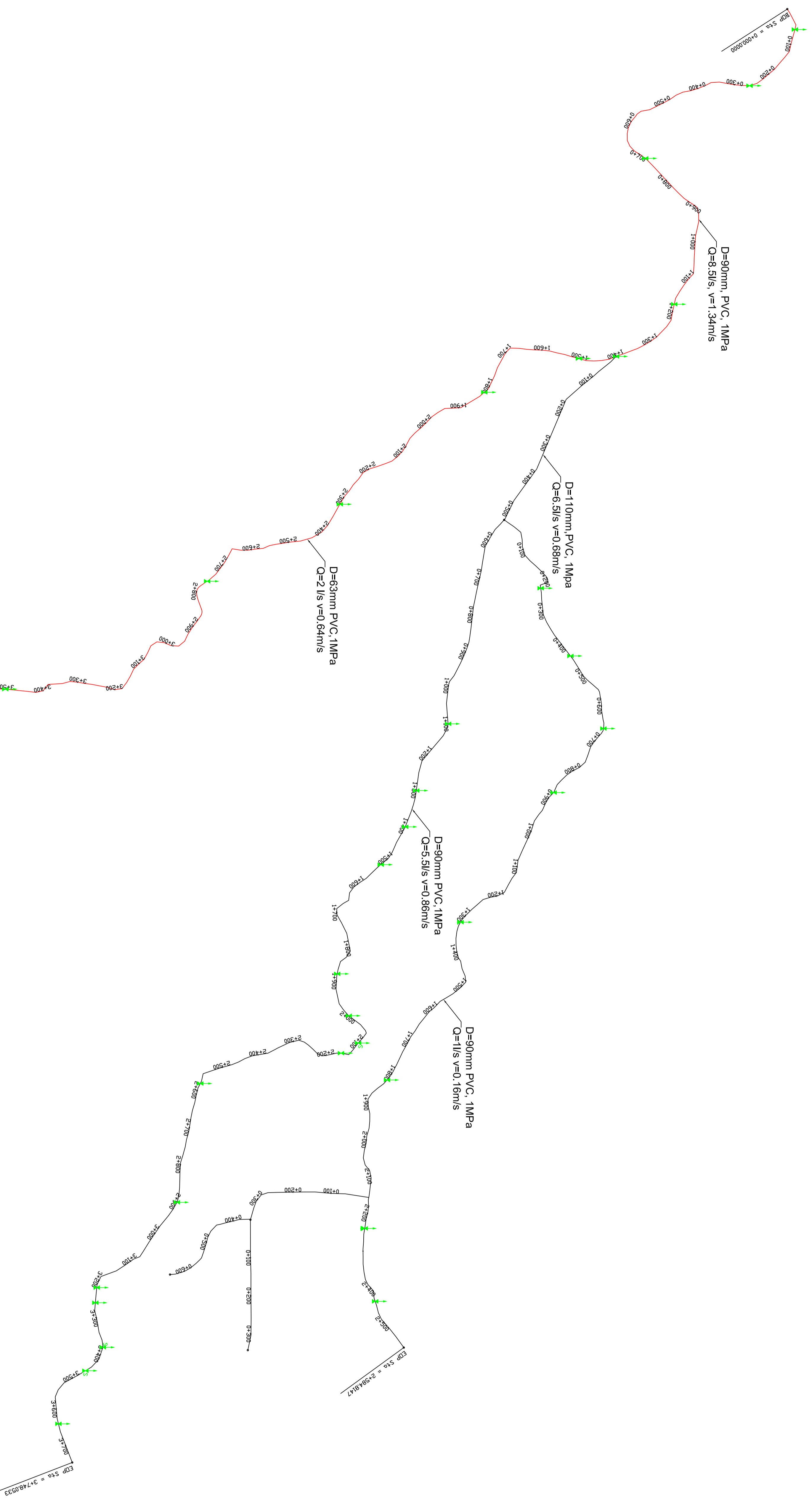
DIRECCION TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
Proyecto: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION-BIELLA TUNON DE LA PARROQUIA SANTA ANA"	
DIRECTOR	ING. GALO ORDÓÑEZ E.
COORDINADOR	ING. SOLIJAN VINDOZA
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	

CONTENIDO:
RAMAL HASTA LA CAPTACION 3
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

TESIS	SRIYA VIVIANA MORALES L.	REVISOR	ING. GALO ORDÓÑEZ E.
FECHA	SRIYA DIANA ORTEGA A.	JEFE DE ESTUDIOS	ING. VICENTE GONZALEZ
ESCALA INDICADA	2007 / JULIO	ARCHIVO	RAMAL 103
		NUMERO DE PLANOS	X12341

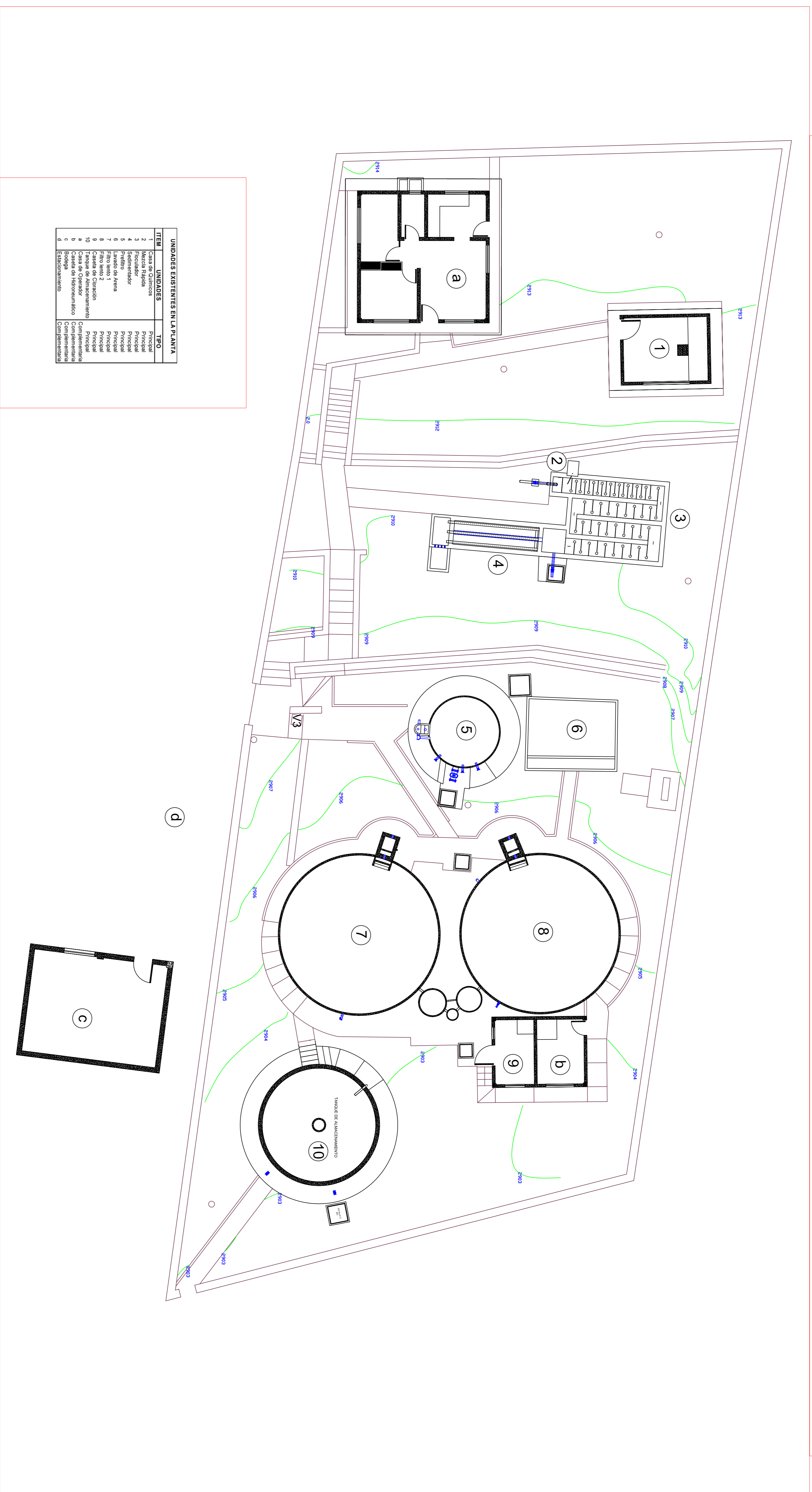


ABSCISAS	3000	3005	3010	3015	3020	3025	3030	3035	3040	3045	3048
TERRENO	3000.00	3002.50	3005.00	3007.50	3010.00	3012.50	3015.00	3017.50	3020.00	3022.50	3025.00
PROYECTO	3000.00	3002.50	3005.00	3007.50	3010.00	3012.50	3015.00	3017.50	3020.00	3022.50	3025.00



LEYENDA PLANTA	
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE COMBINADA
	VALVULA DE AIRE SIMPLE

DIRECCIÓN TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO			
PROYECTO: "EVALUACIÓN HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN-BIELLA LINDÓN DE LA PARROQUIA SANTA ANA"			
DIRECTOR	ING. GAILO ORDÓÑEZ E.	COORDINADOR	ING. BOLIVAR VINDOS A.
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE SANTA ANA	
CONTENIDO:			
EVALUACIÓN HIDRÁULICO-SANITARIA DE LA CONDUCCIÓN			
FECHA:	2007 / JULIO	REVISIÓN:	ING. GAILO ORDÓÑEZ E.
INDICADA		JEFE DE ESTUDIOS:	ING. VICENTE GONZÁLES
		FECHA:	19.3 Evaluación de la Conducción
		NÚMERO DE LÁMINA:	XII.3.1-1

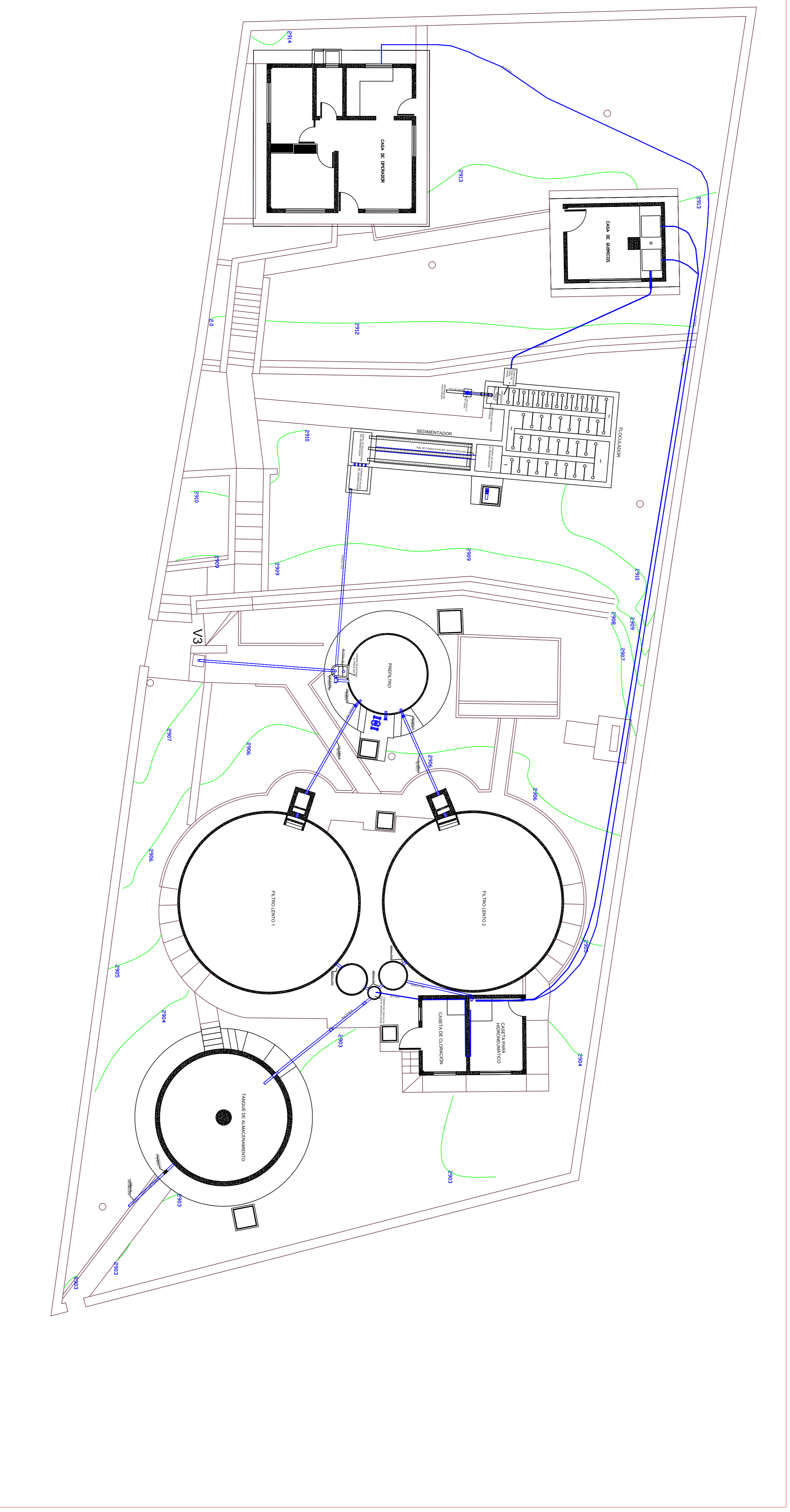


ITEM	UNIDADES	TIPO
1	Casa de Quinquies	Principal
2	Mezcla Rápida	Principal
3	Sedimentador	Principal
4	Receptor	Principal
5	Prelimbrador	Principal
6	Lavado de Arena	Principal
7	Filtro lento 1	Principal
8	Filtro lento 2	Principal
9	Caseta de Cloración	Principal
10	Tanque de Almacenamiento	Principal
a	Casa de Operador	Complementaria
b	Casa de Hidrométrico	Complementaria
c	Casa de Bombas	Complementaria
d	Estacionamiento	Complementaria

DIRECCIÓN TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 PROYECTO: "EVALUACIÓN HIDRÁULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN BELLA UNIÓN DE LA PARROQUIA SANTA ANA"
 DIRECTOR: ING. GALO ORDOÑEZ
 COORDINADOR: ING. BOLIVAR VIMOS A.
 EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA EN SANEAMIENTO
 CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "BELLA UNIÓN"

TSR/IAS: SR/TA VIVIANA MORALES
 SR/TA DINA ORTIGSA A.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 2007 / JULIO
 ARCHIVO: T/1 Implantación General
 INGENIERO: ING. GALO ORDOÑEZ E.
 INGENIERO: ING. WENDE GONZALEZ
 NÚMERO DE PLAN: XVII.1.1.1

INSTALACIONES DE LAS TUBERIAS QUE SE EMPLEAN PARA LA POTABILIZACION
ESC: 1100



DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR: ING. GALO ORDONEZ

COORDINADOR: ING. BOLIVAR VIMOS A.

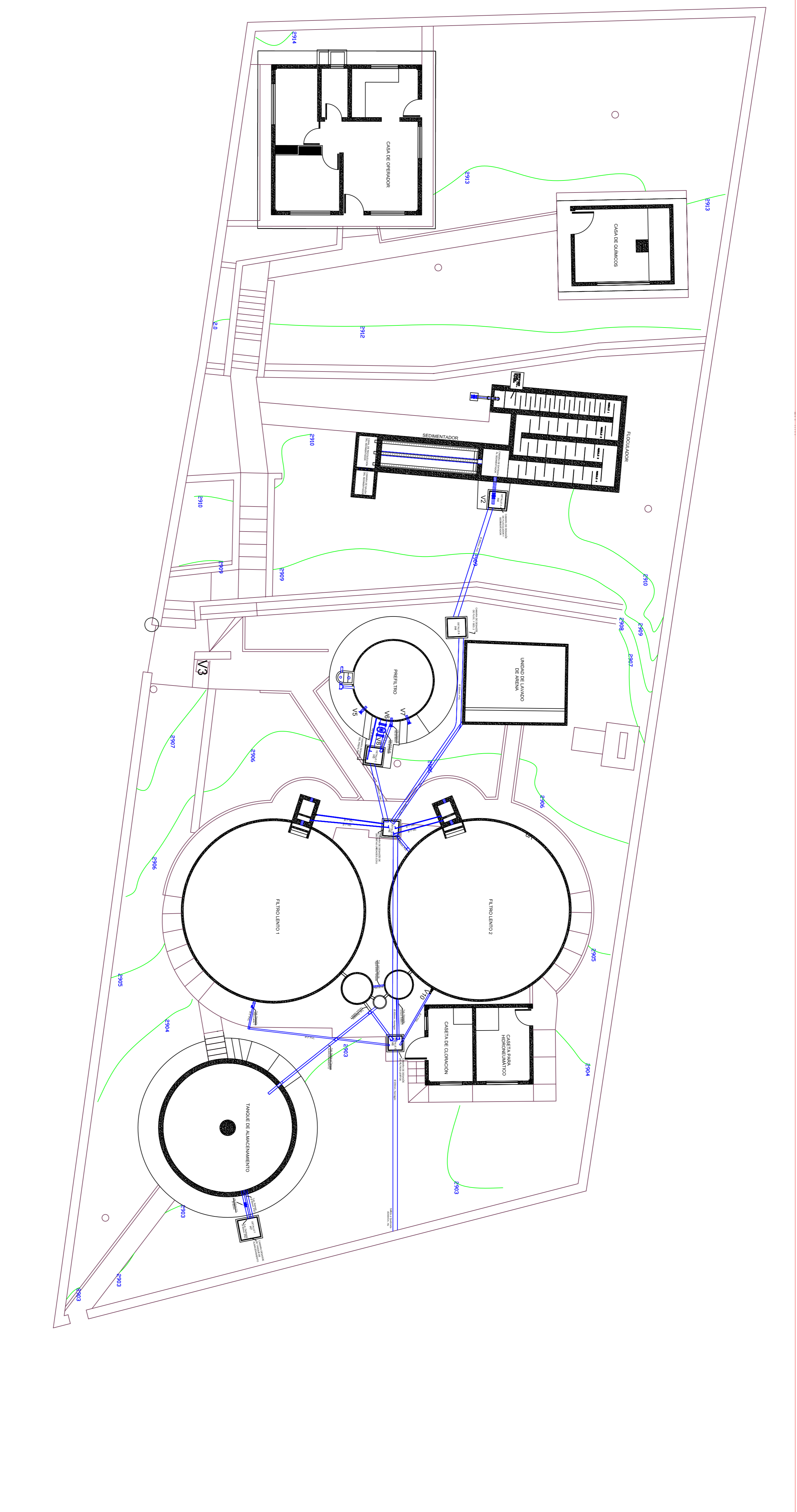


CONTENIDO:

PLANTA DE INSTALACIONES PARA TRATAMIENTO DE AGUA.

TSOJAS:	SRTA. YIMARA MORELES	REGION:	ING. GALO ORDONEZ E.
ESCALA:	SRTA. DIANA ORTIGSA A.	REFERENCIAS:	ING. WENDEL GONZALEZ
INDICADA	FECHA: 2007 / JULIO	ARCHIVO:	12. Instalaciones
		NUMERO DE LAMINA:	XII.2.14

PLANTA DE INSTALACIONES PARA DESAGUE



DIRECCION TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROYECTO "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"

DIRECTOR ING. GALO ORDOÑEZ E. COORDINADOR ING. BOLIVAR VIMOS A.

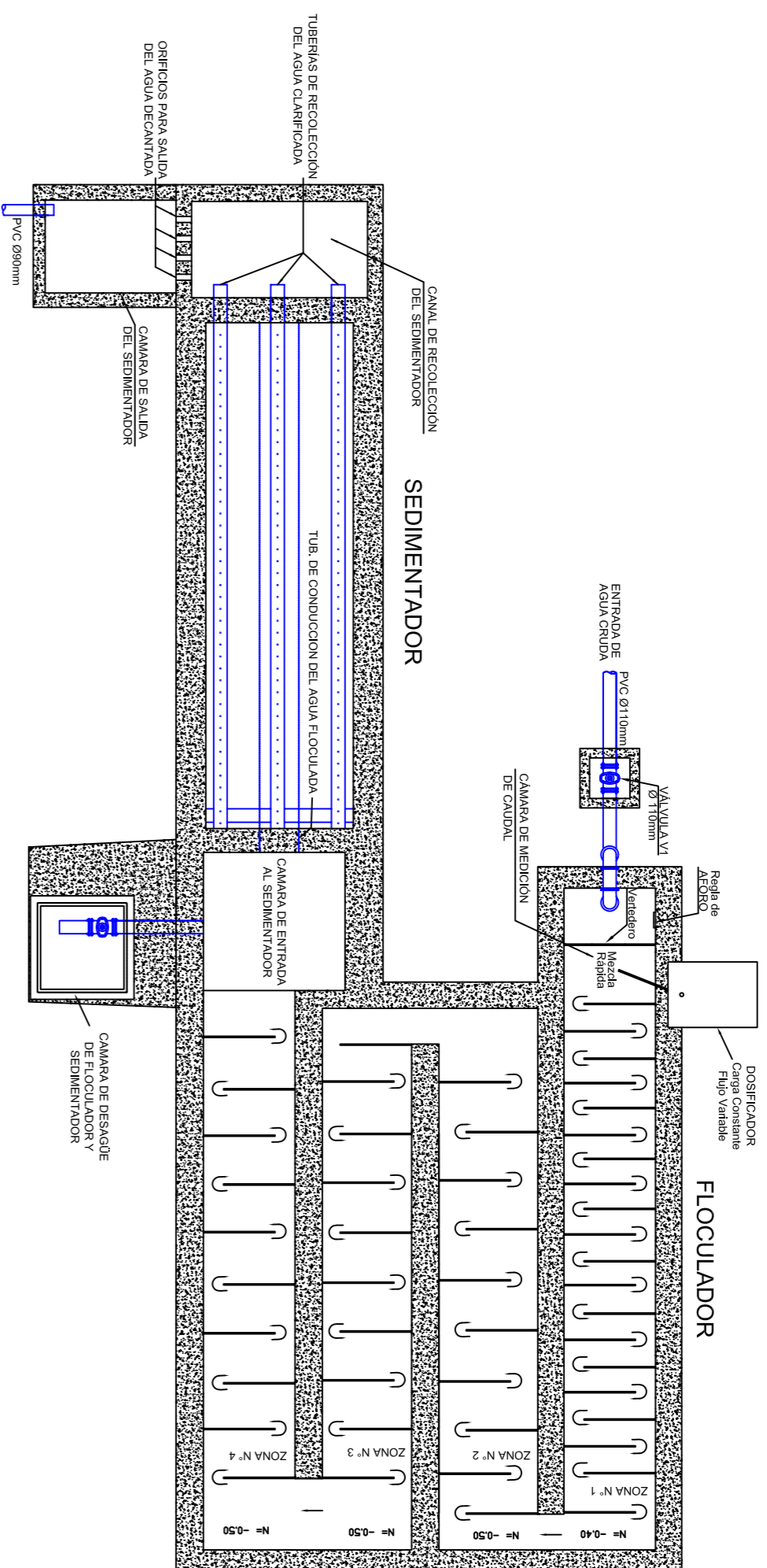
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONAS RURALES



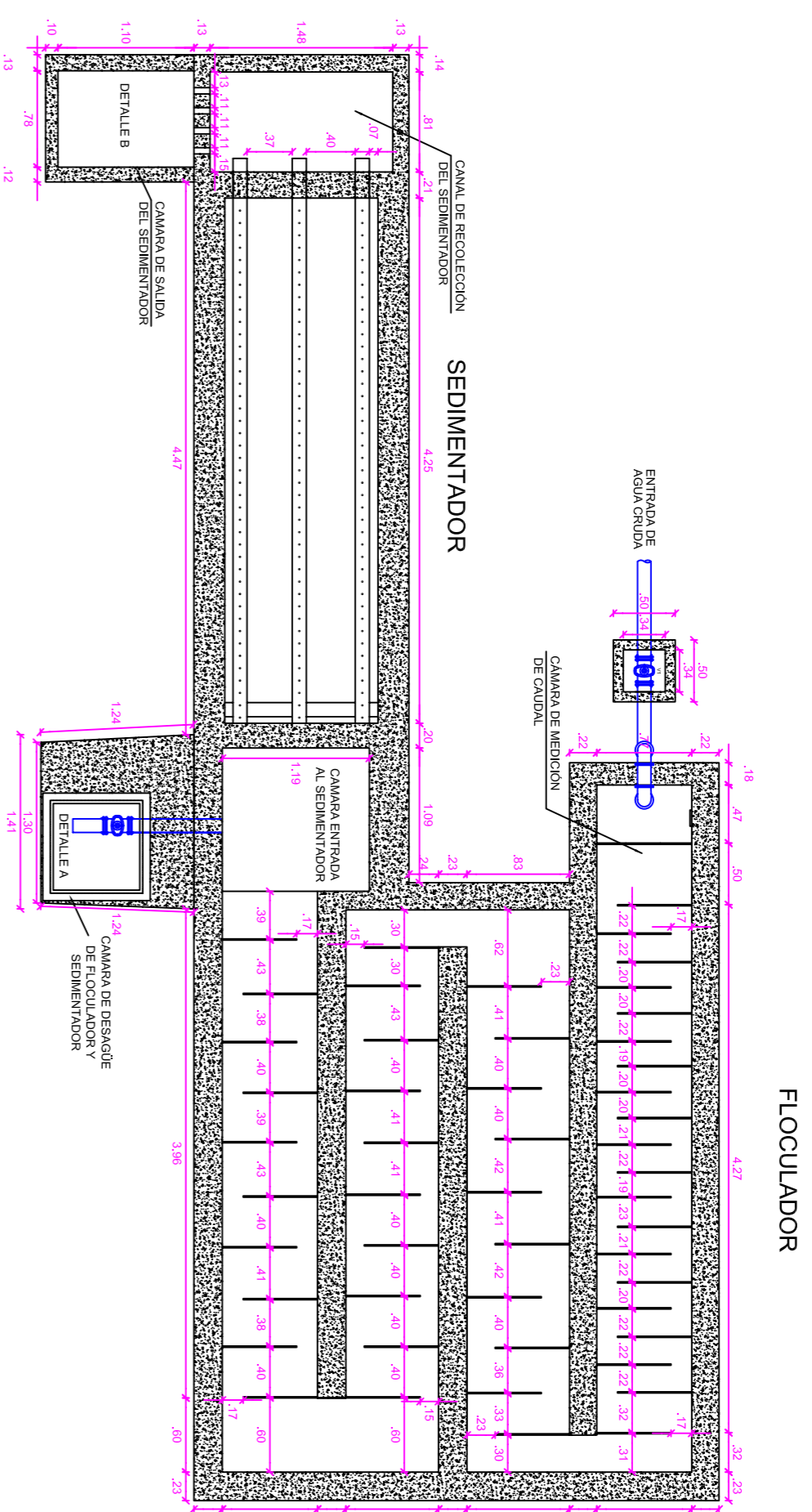
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES PARA DESAGUE

TESORERAS	SRTA. YIMARA MORENO S.	REGION	ING. GALO ORDOÑEZ E.
ESCALA:	SRTA. DIANA ORTIGSA A.	REFER ESTIMOS	ING. WENDEL GONZALEZ
INDICADA	FECHA: 2007 / JULIO	ARCHIVO: 172.Indicados	NÚMERO DE LÁMINA: XII.2.21

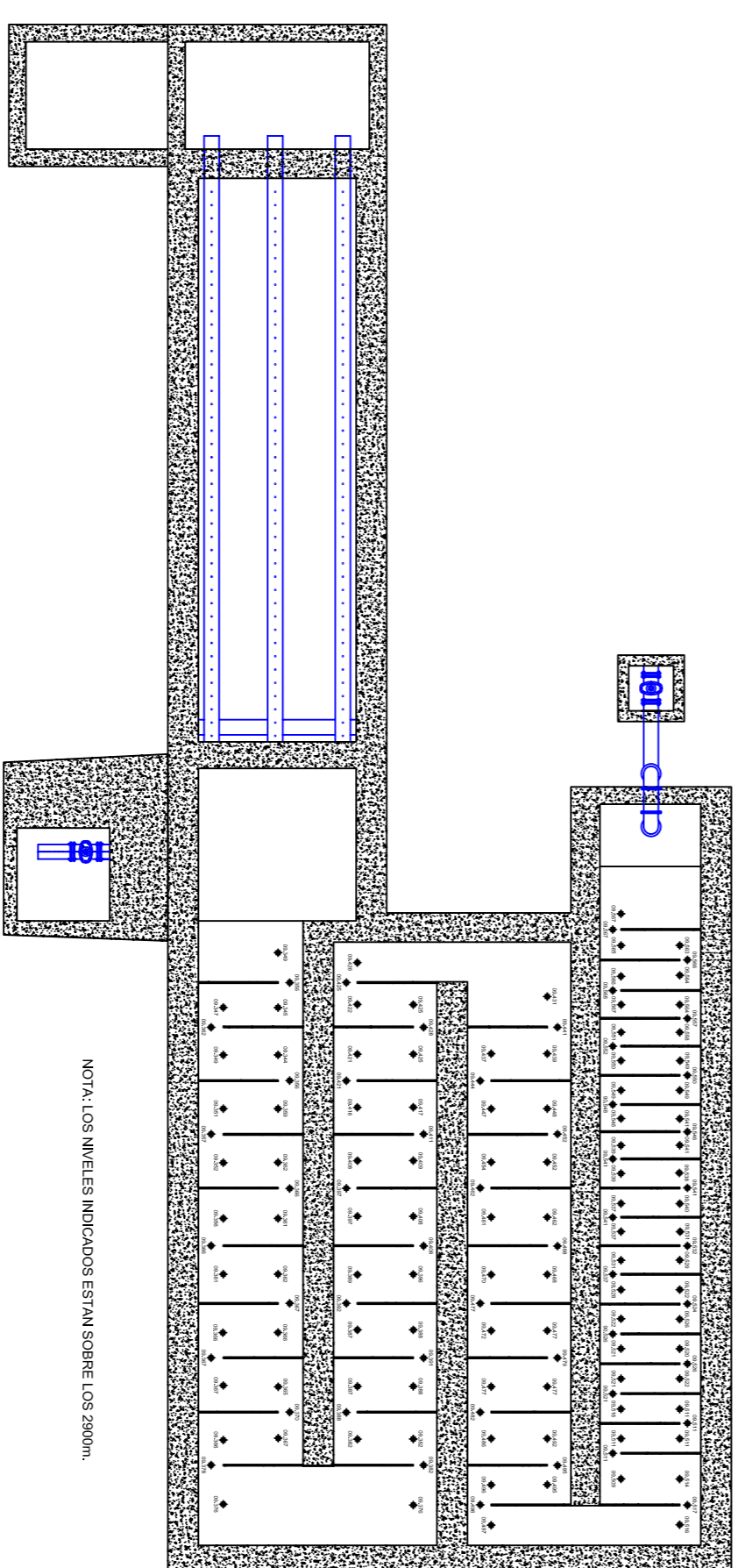
PLANTA DEL FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
INSTALACIONES HIDRAULICAS
ESCALA 1:50



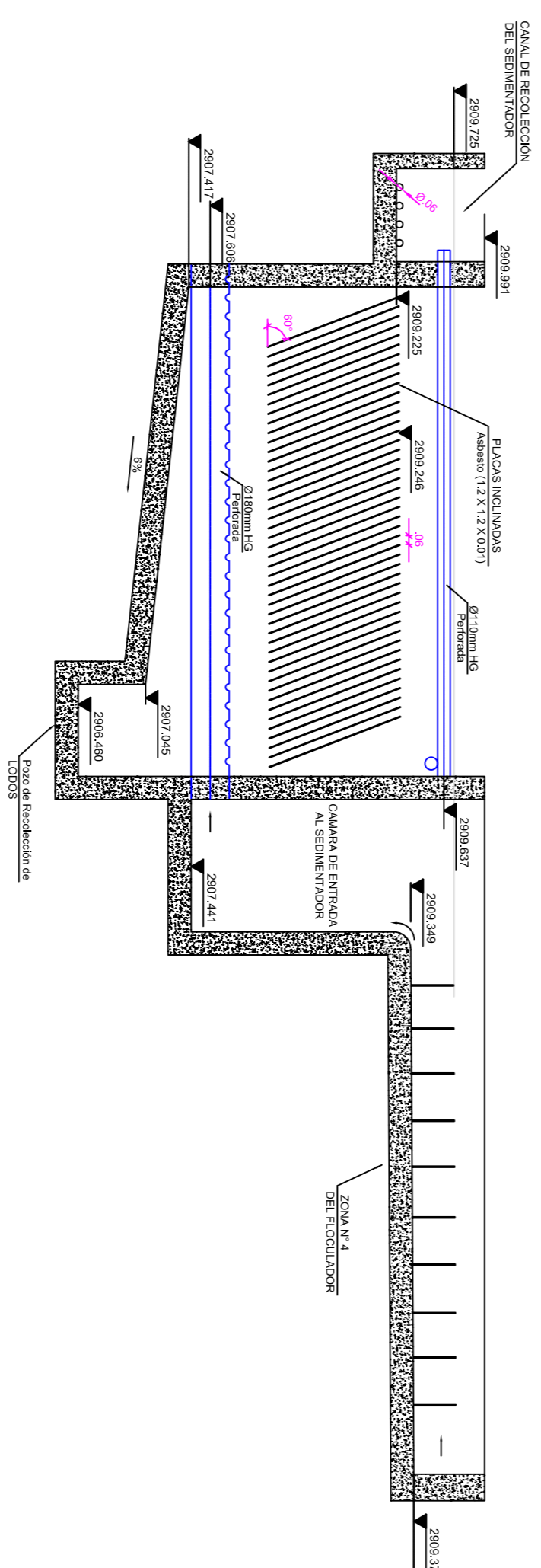
PLANTA DEL FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
LEVANTAMIENTO DETALLADO
ESCALA 1:50



PLANTA DEL FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
NIVELACION DEL FONDO DEL FLOCULADOR
ESCALA 1:50



PERFIL DEL FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
LEVANTAMIENTO DETALLADO
ESCALA 1:50

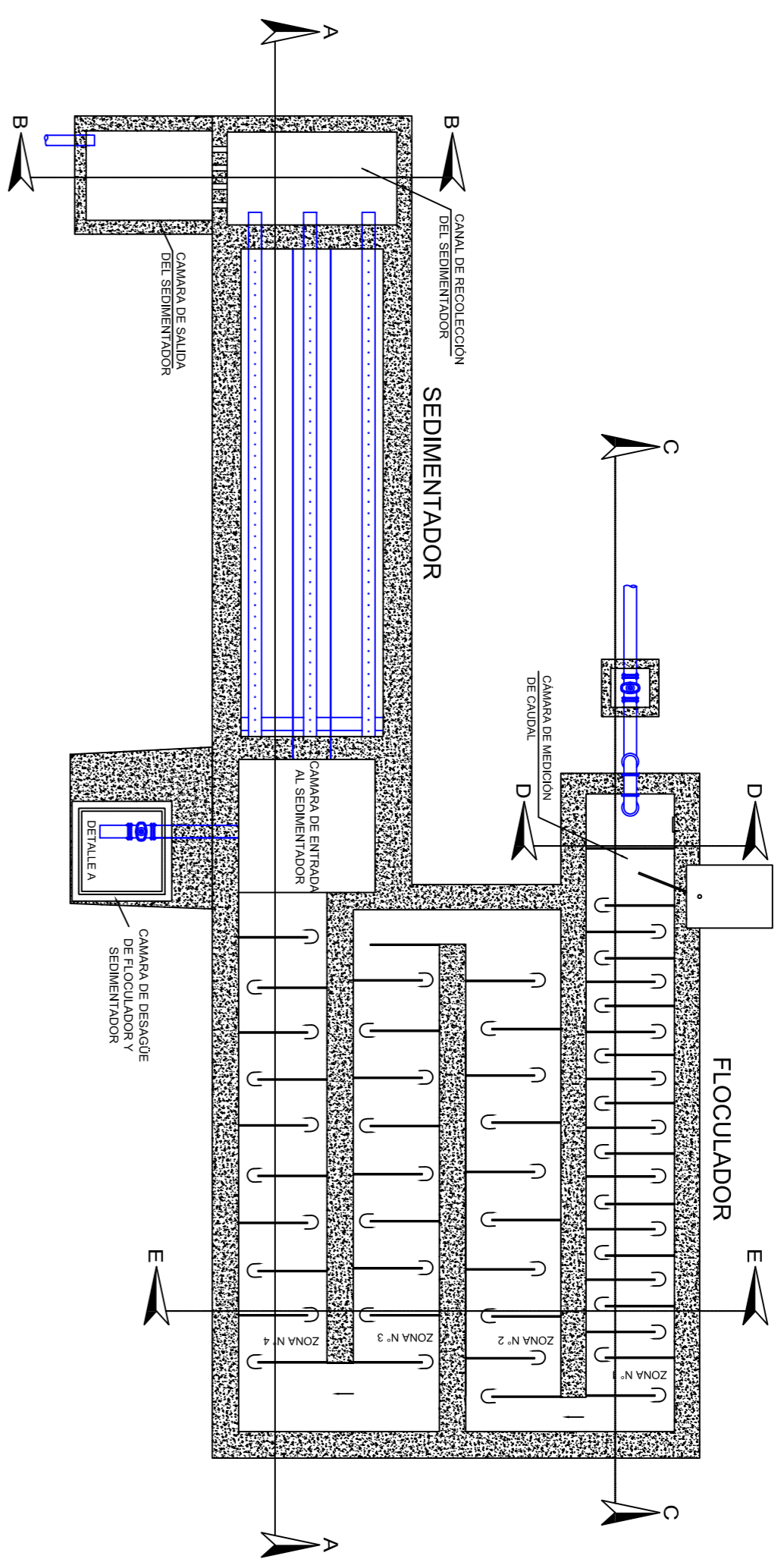


LEYENDA	
	SECCION DE FUNDACION
	TUBERIA ENTRADA
	TUBERIA SUPERFICIAL
	TUBERIA PROPIA

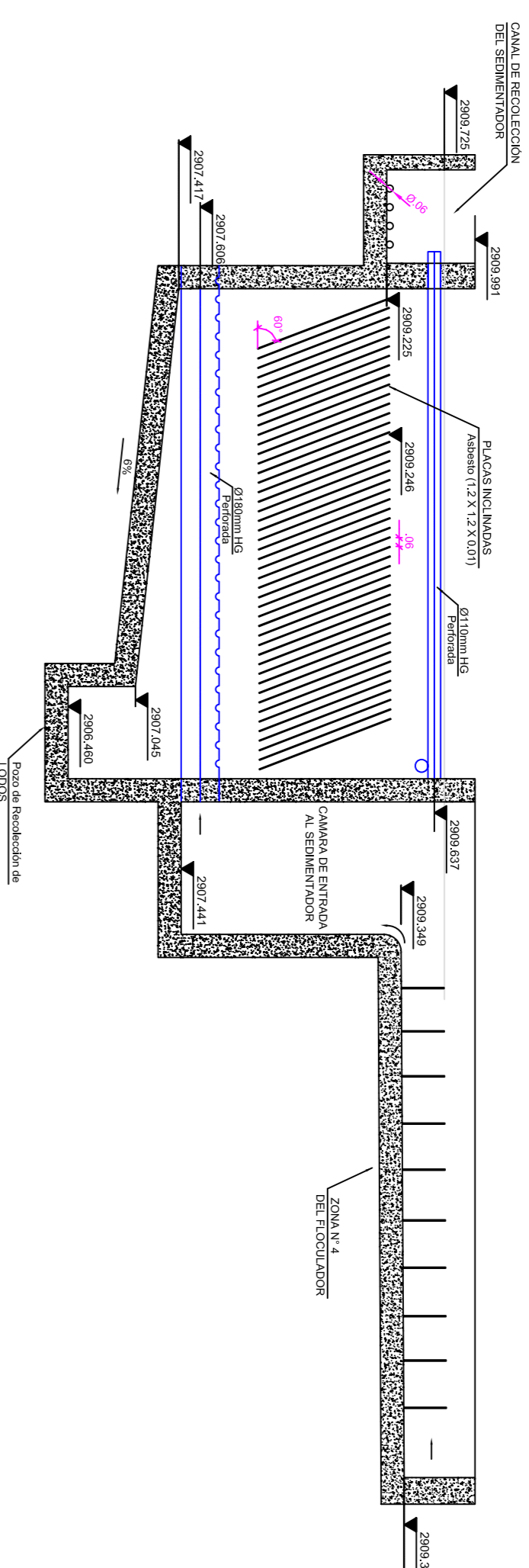
DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"	
DIRECTOR:	ING. GALO ORDONEZ E.
COORDINADOR:	ING. BOLIVAR VIMOS A.
EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, ESCALAFON DE INGENIERIA AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONAS	
CONTENIDO:	
UNIDAD DE FLOCULACION Y SEDIMENTACION	
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	

TESORERO:	SRTA. YIMARA MORENO S.	INGENIERO:	ING. GALO ORDONEZ E.
SECRETARIO:	SRTA. DIANA ORTIGSA A.	ARQUITECTO:	ING. WENDEL GONZALEZ
ESCALA:	INDICADAS	FECHA:	2007 / JULIO
		ARCHIVO:	172/Proyecto/ Sedimentador
		NUMERO DE PLAN:	XIII.1.14

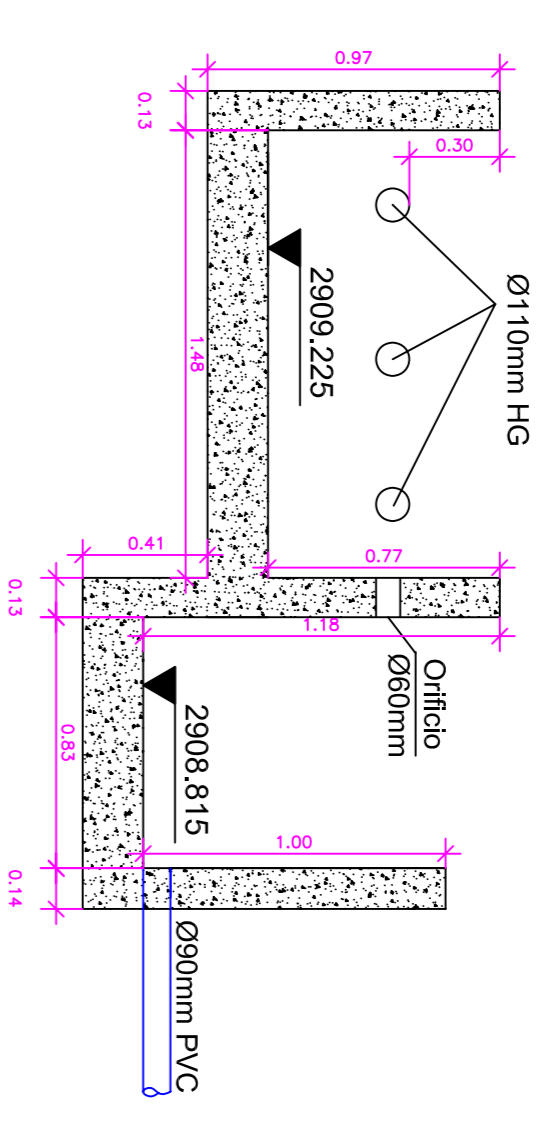
PLANTA DEL FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR Y SUS CORTES
ESCALA 1:50



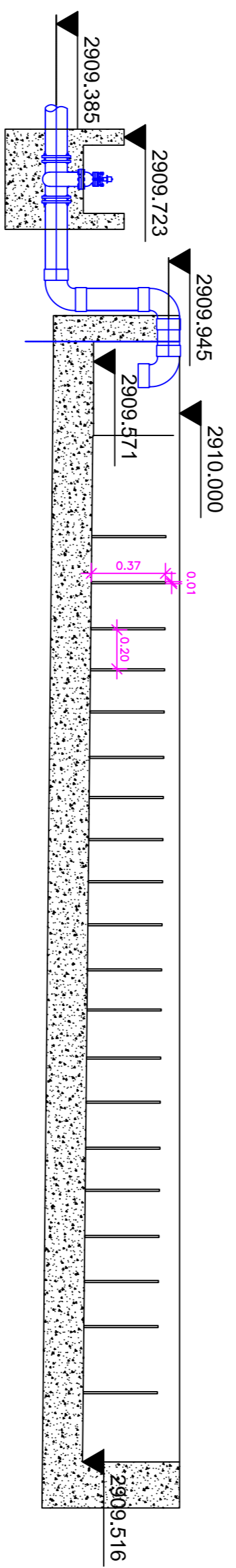
CORTE LONGITUDINAL A-A
ESCALA 1:50



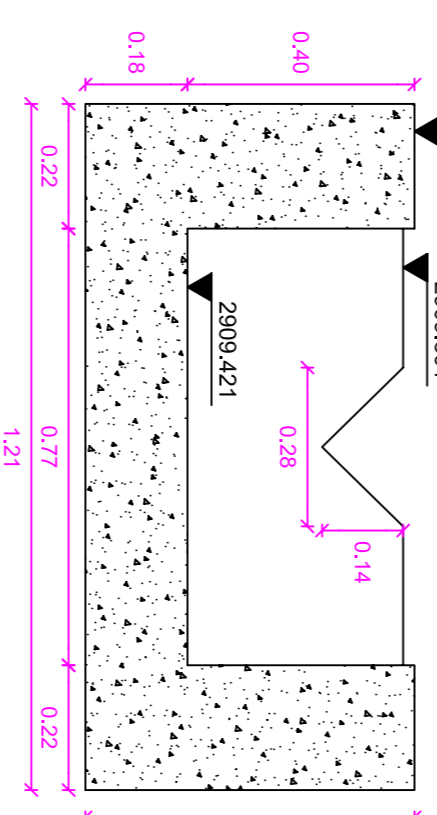
CORTE TRANSVERSAL B-B
ESCALA 1:25



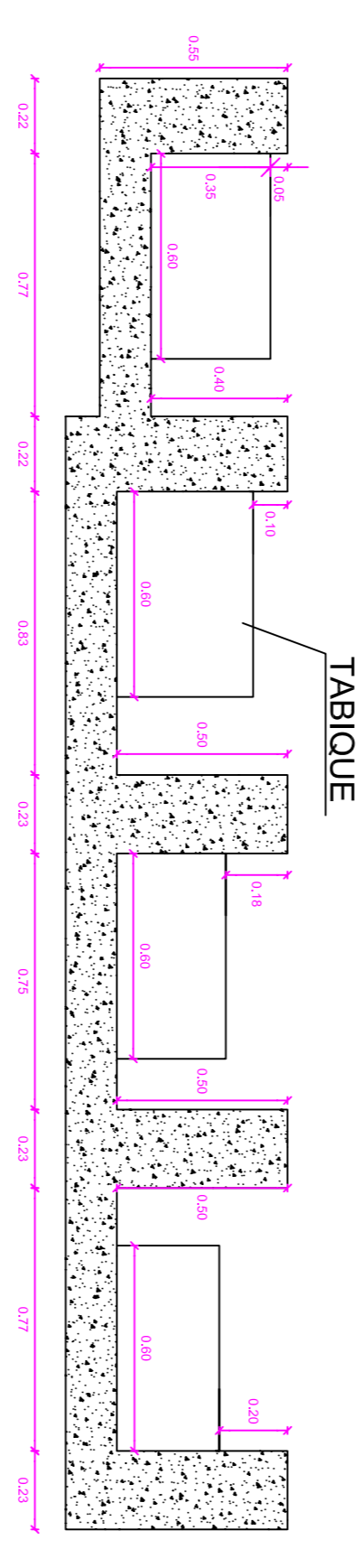
CORTE LONGITUDINAL C-C
ESCALA 1:25



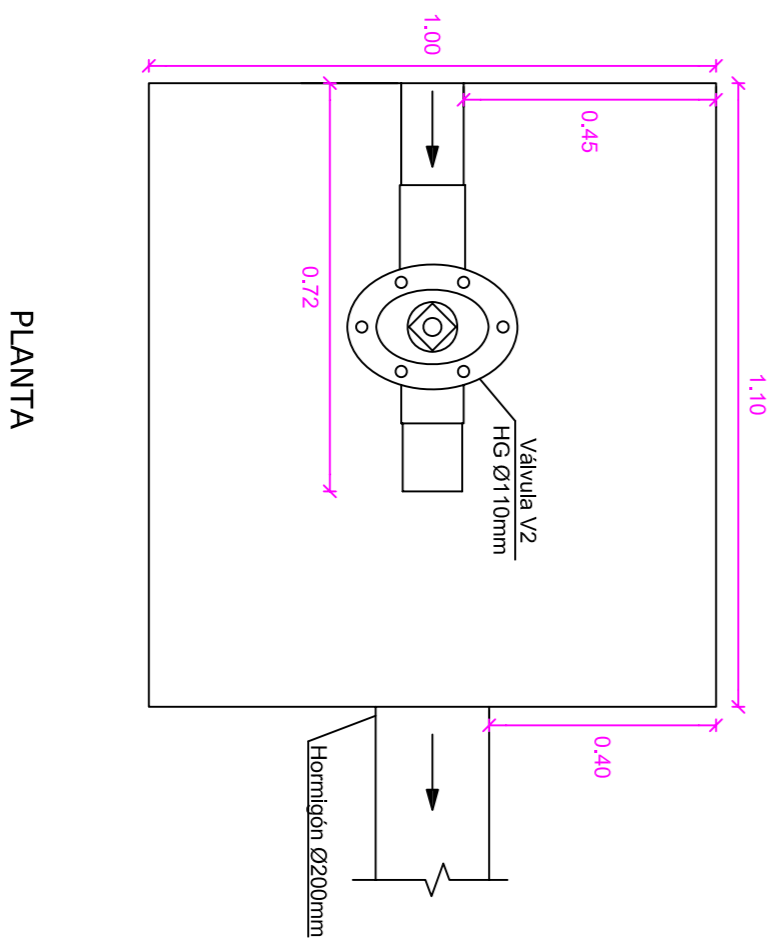
CORTE TRANSVERSAL D-D
ESCALA 1:15



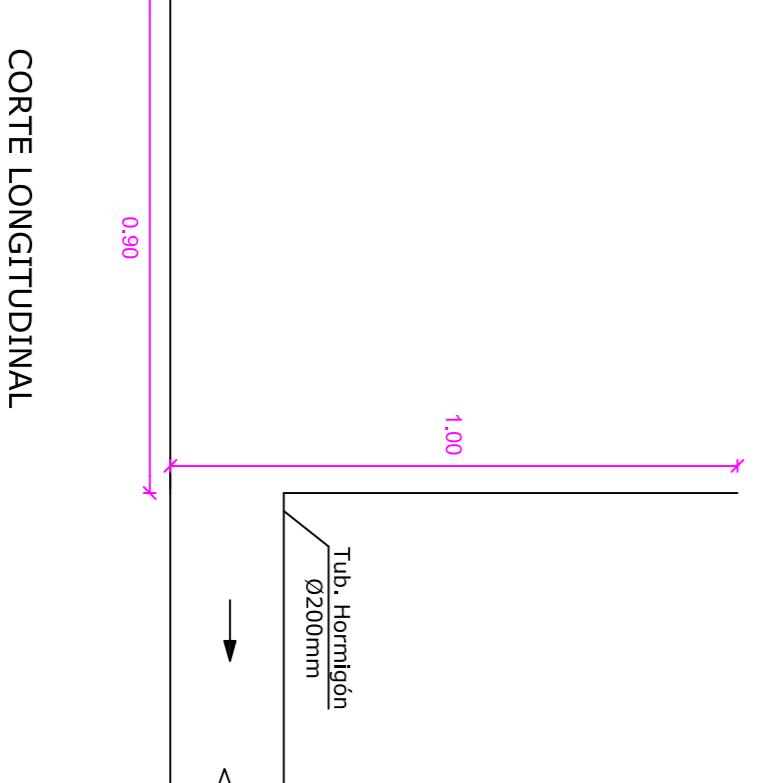
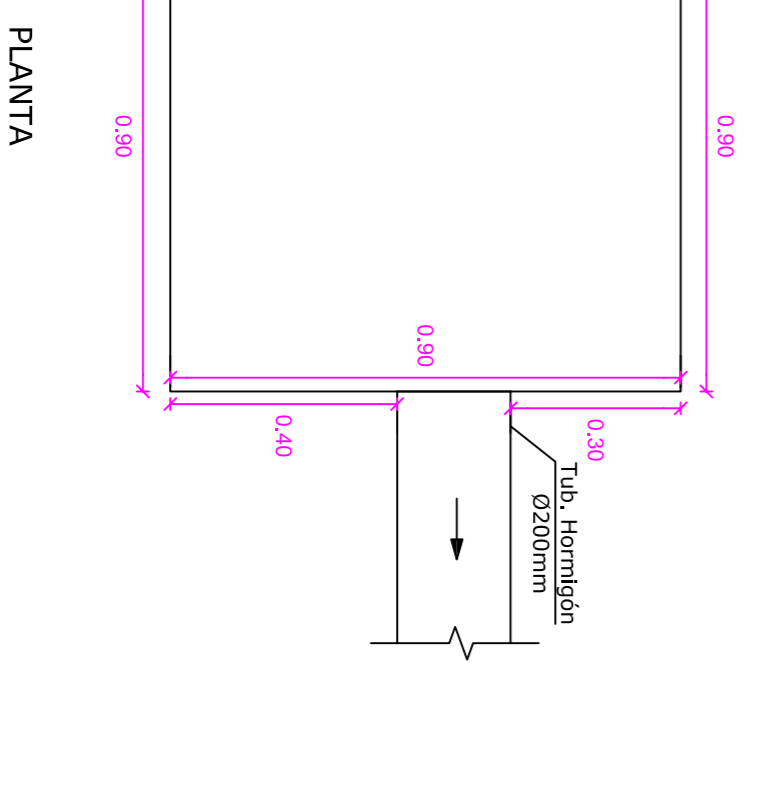
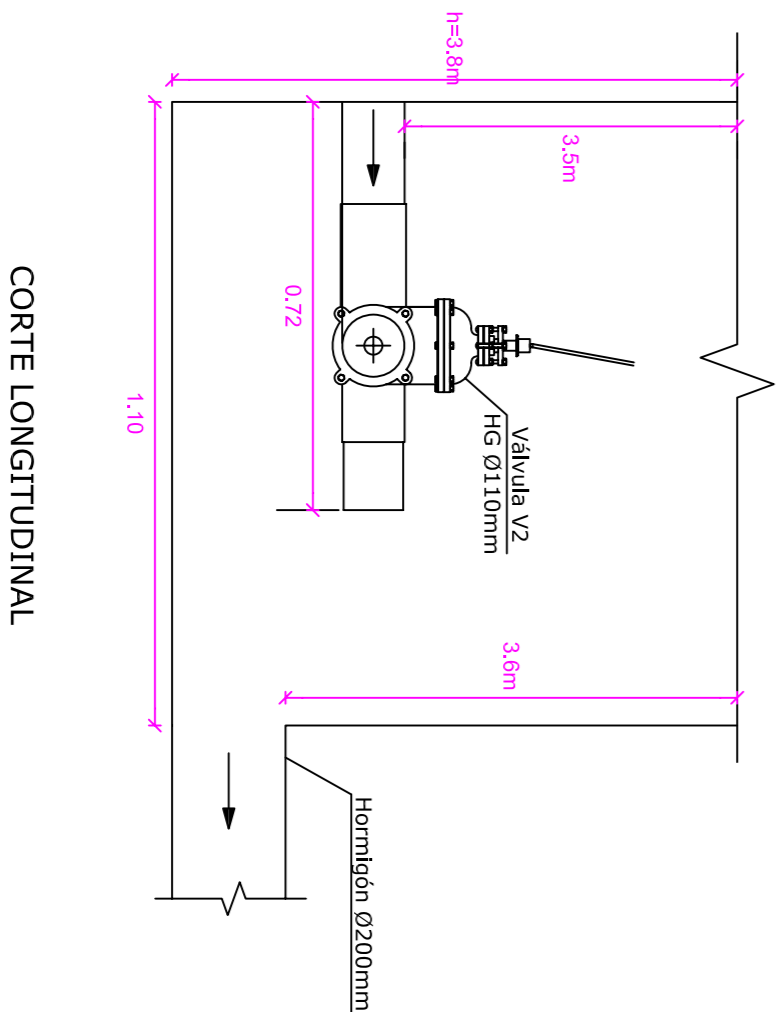
CORTE TRANSVERSAL E-E
ESCALA 1:20



DETALLE A
CAMARA DE DESAGUE DE FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
ESCALA 1:20

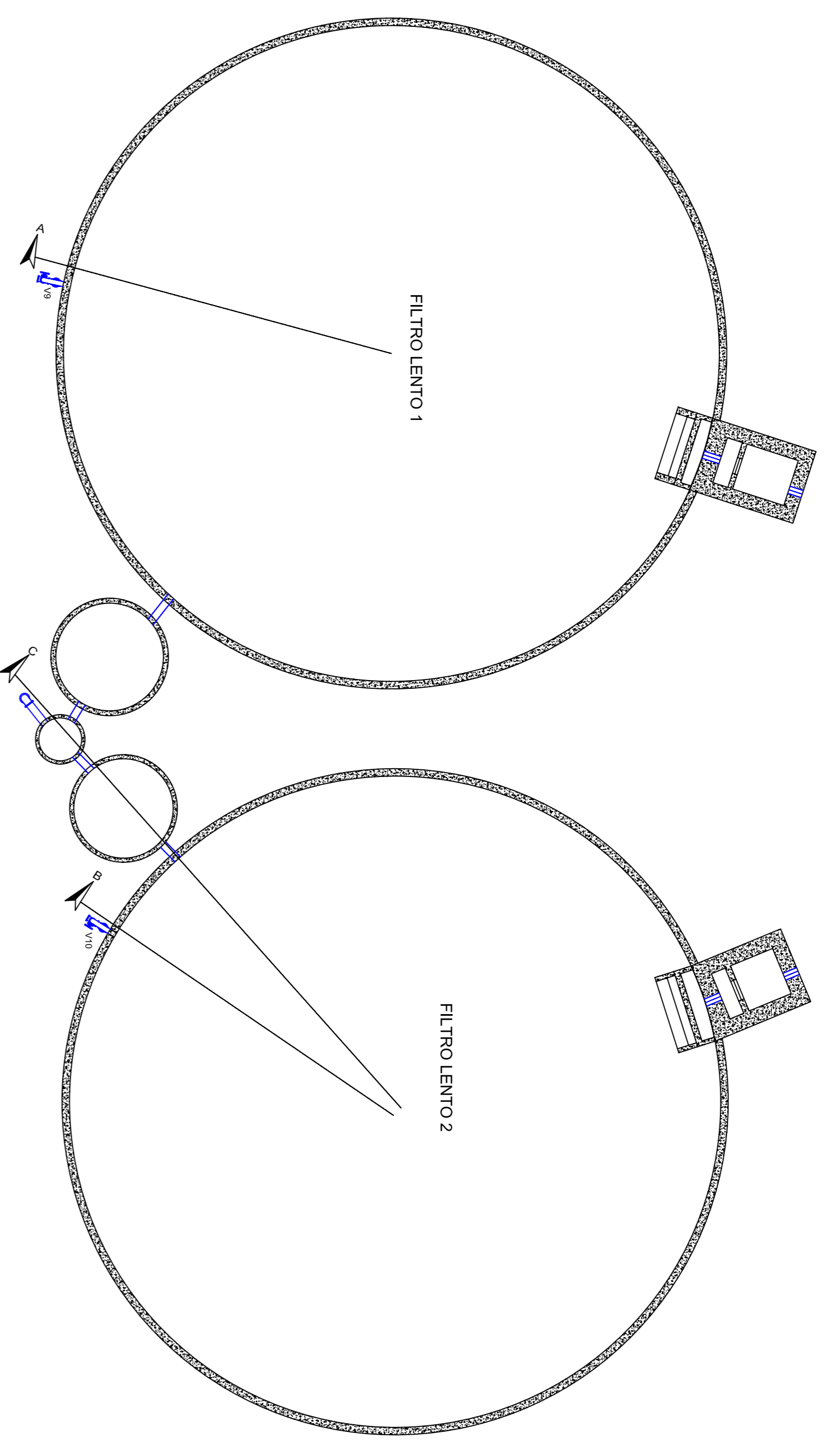
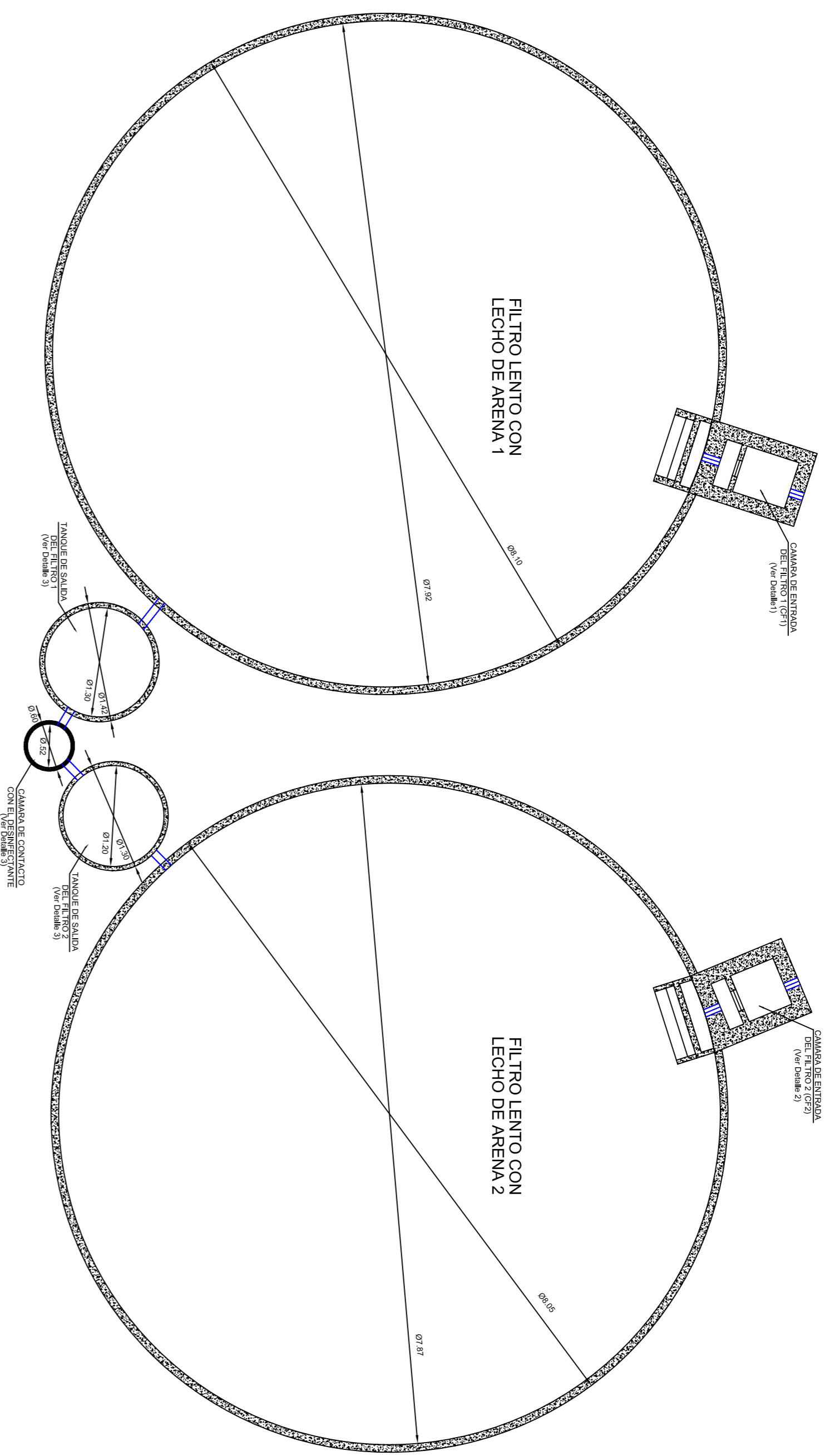


DETALLE B
CAMARA 2 DE DESAGUE DE FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR
ESCALA 1:20

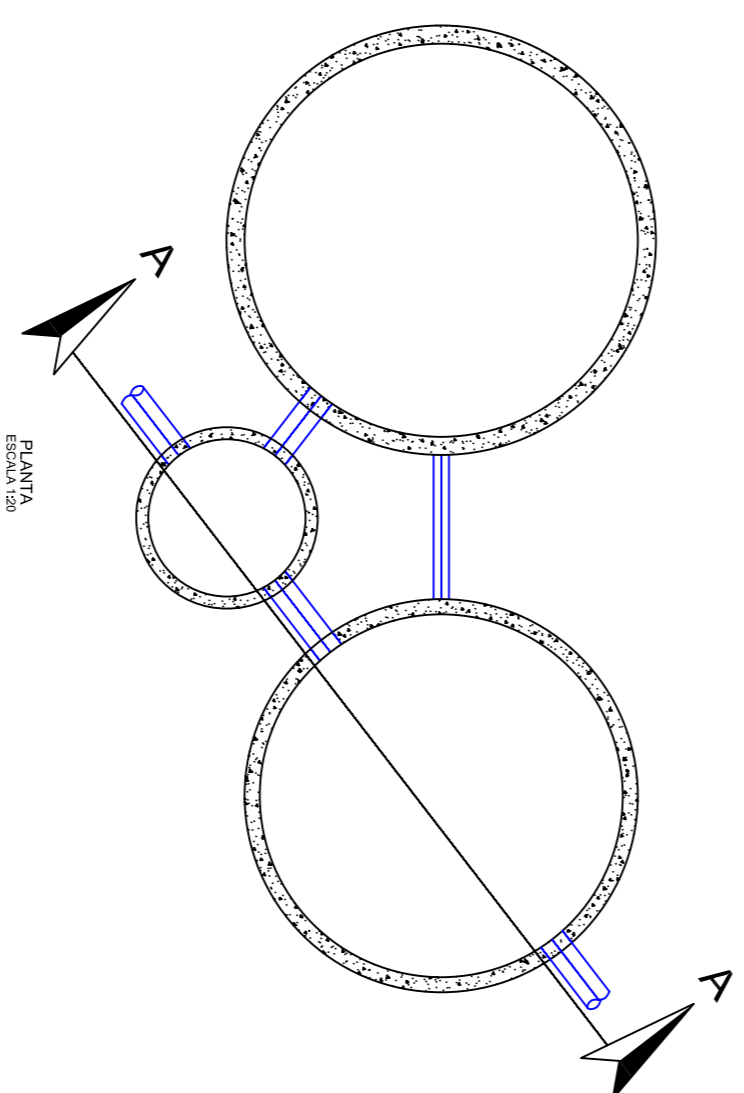
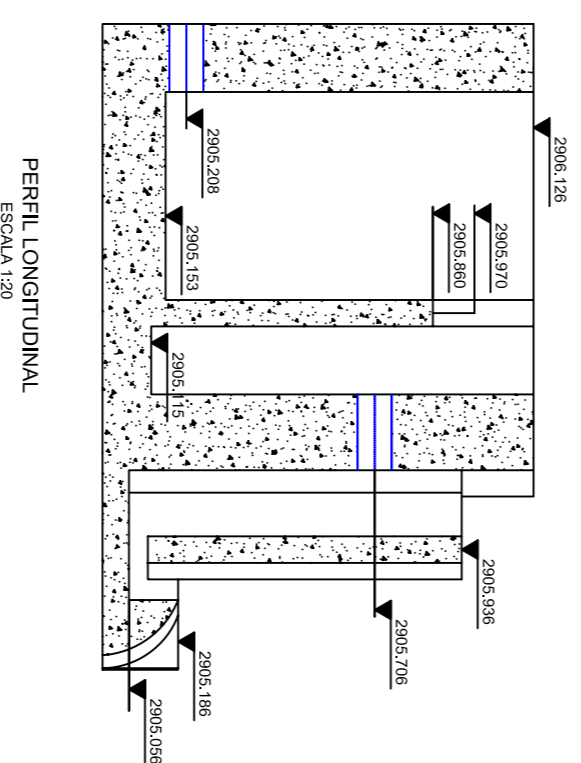
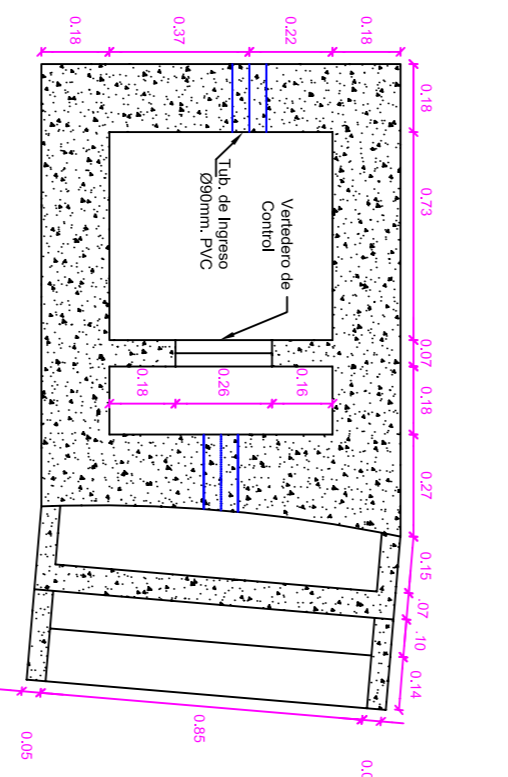


CONTENIDO:
UNIDAD DE FLOCULACION Y SEDIMENTACION
CORTES Y DETALLES

ESCALA:	INDICADA	FECHA:	2007 / JULIO
PROYECTO:	SEÑA YUJANA URBANIZASI	REGION:	ING. GALO ORDONEZ E.
CLIENTE:	SEÑA DINA ORTIGSA A.	REFERENTE:	ING. WENSTE GONZALEZ
PROYECTISTA:	ING. GALO ORDONEZ E.	FECHA:	17/2/2007
PROYECTO:	SEÑA YUJANA URBANIZASI	REGION:	ING. GALO ORDONEZ E.
CLIENTE:	SEÑA DINA ORTIGSA A.	REFERENTE:	ING. WENSTE GONZALEZ
PROYECTISTA:	ING. GALO ORDONEZ E.	FECHA:	17/2/2007
PROYECTO:	SEÑA YUJANA URBANIZASI	REGION:	ING. GALO ORDONEZ E.
CLIENTE:	SEÑA DINA ORTIGSA A.	REFERENTE:	ING. WENSTE GONZALEZ
PROYECTISTA:	ING. GALO ORDONEZ E.	FECHA:	17/2/2007

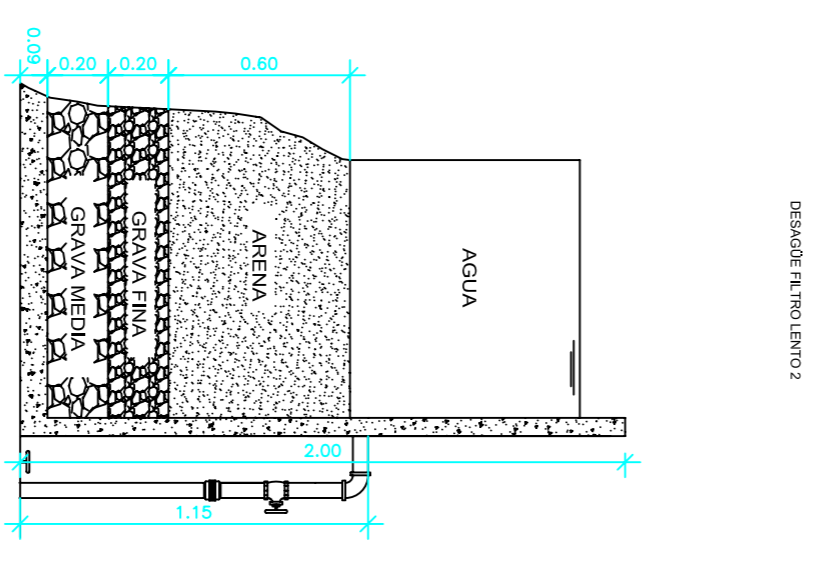
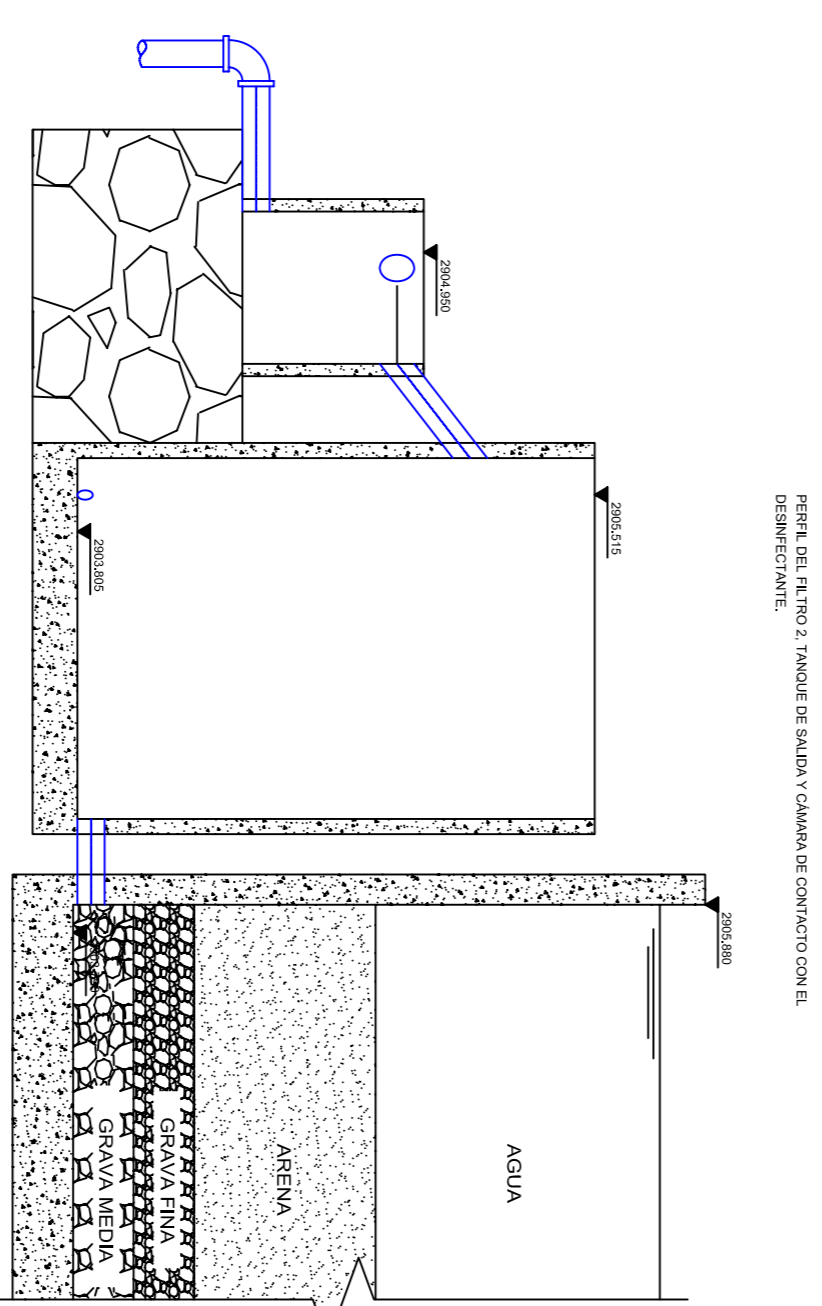
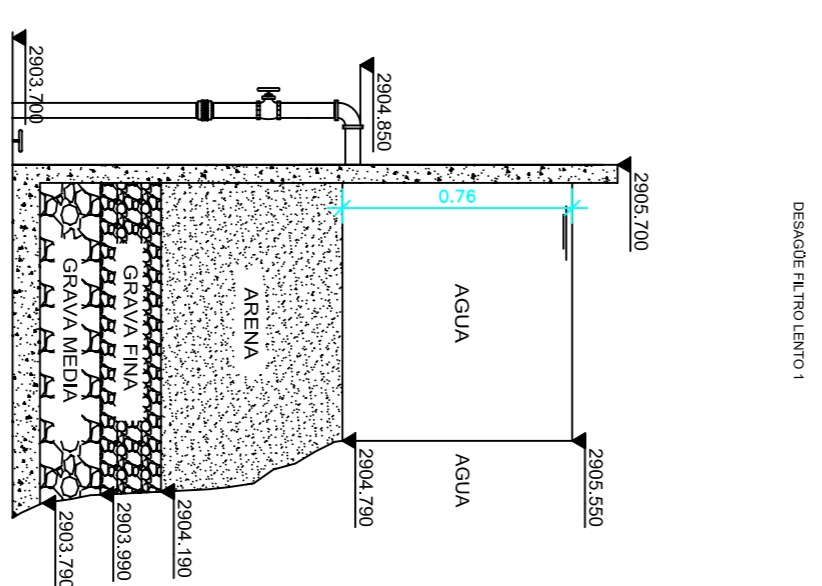
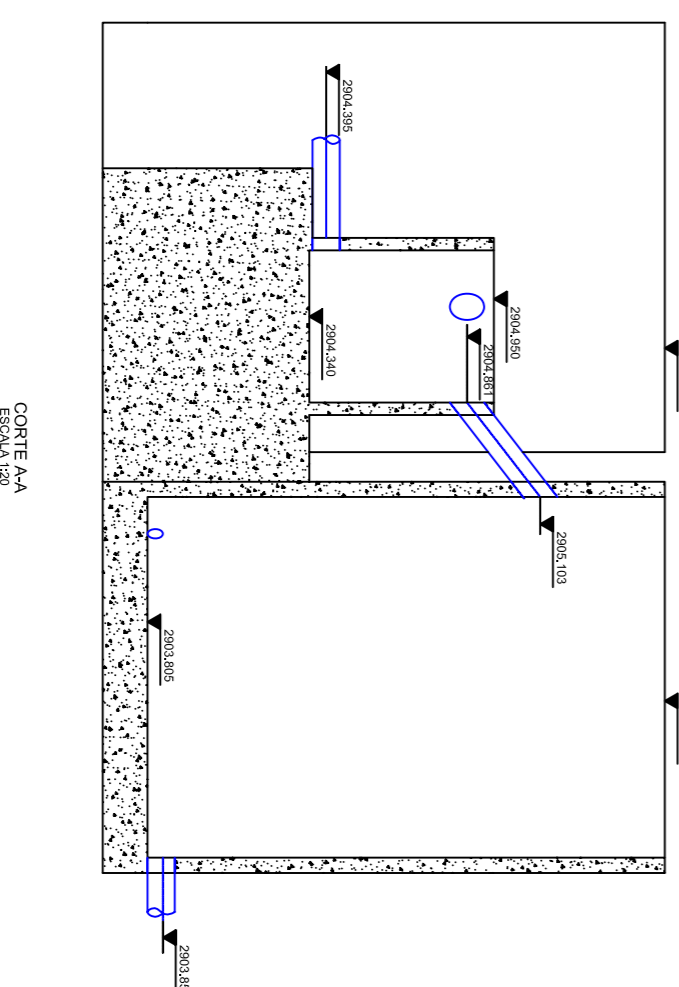
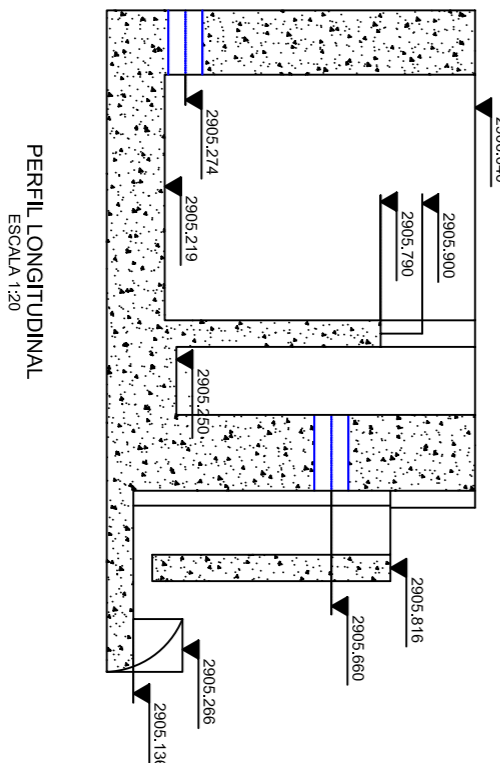
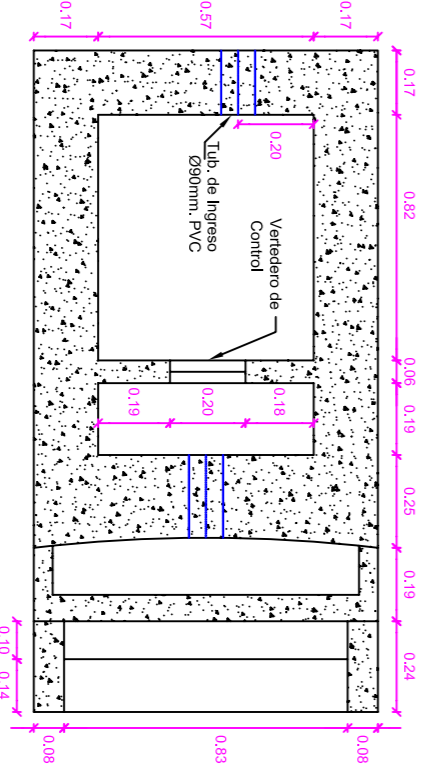


DETALLE 1
CAMARA DE ENTRADA AL FILTRO LENTO 1



DETALLE 3
TANQUES DE SALIDA DE FILTROS Y CAMARA DE CONTACTO
CON EL DESINFECTANTE

DETALLE 2
CAMARA DE ENTRADA AL FILTRO LENTO 2

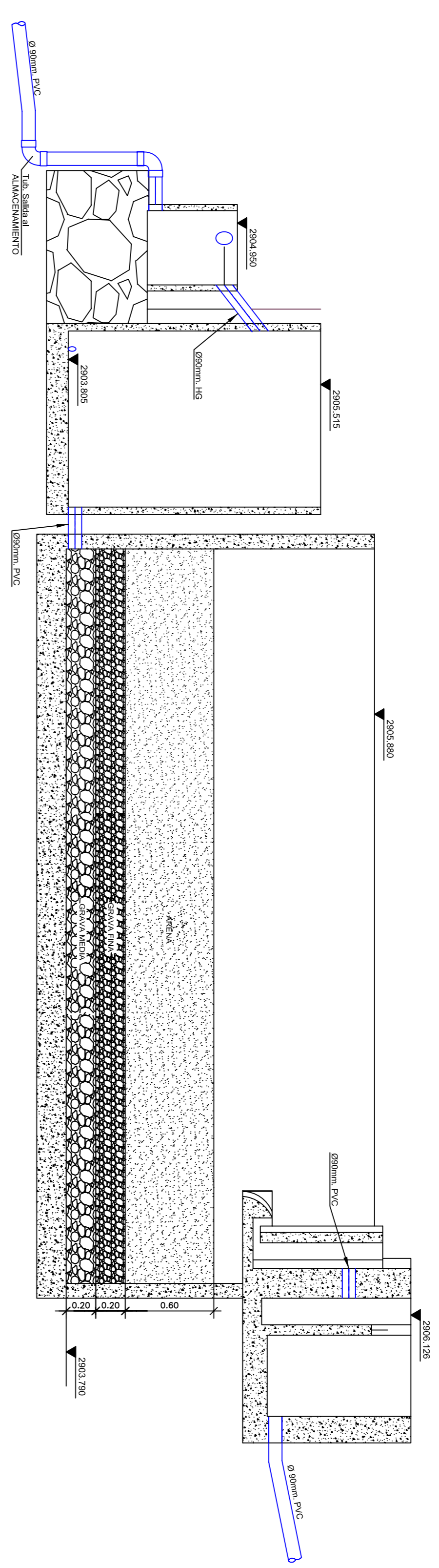
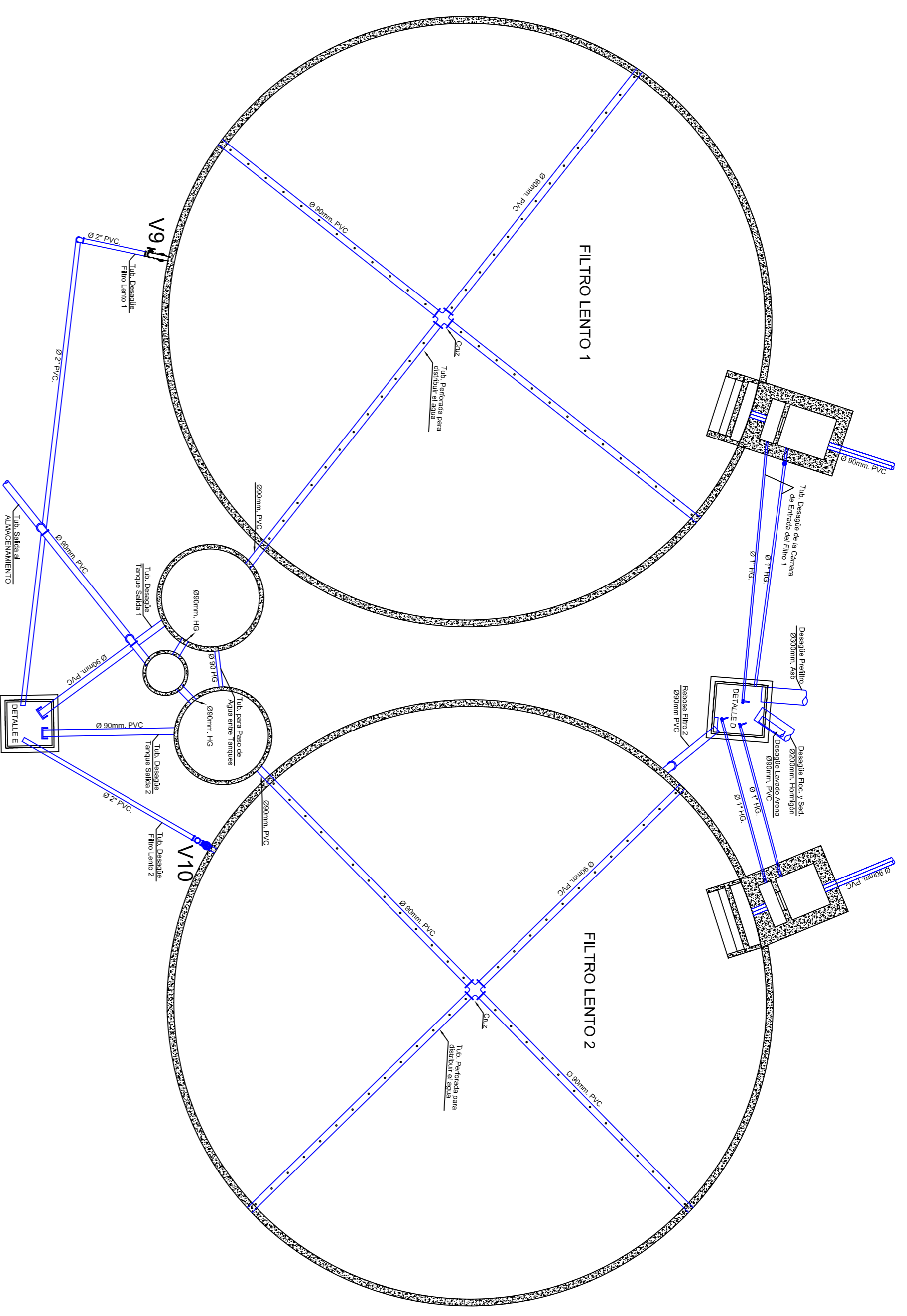


LEYENDA

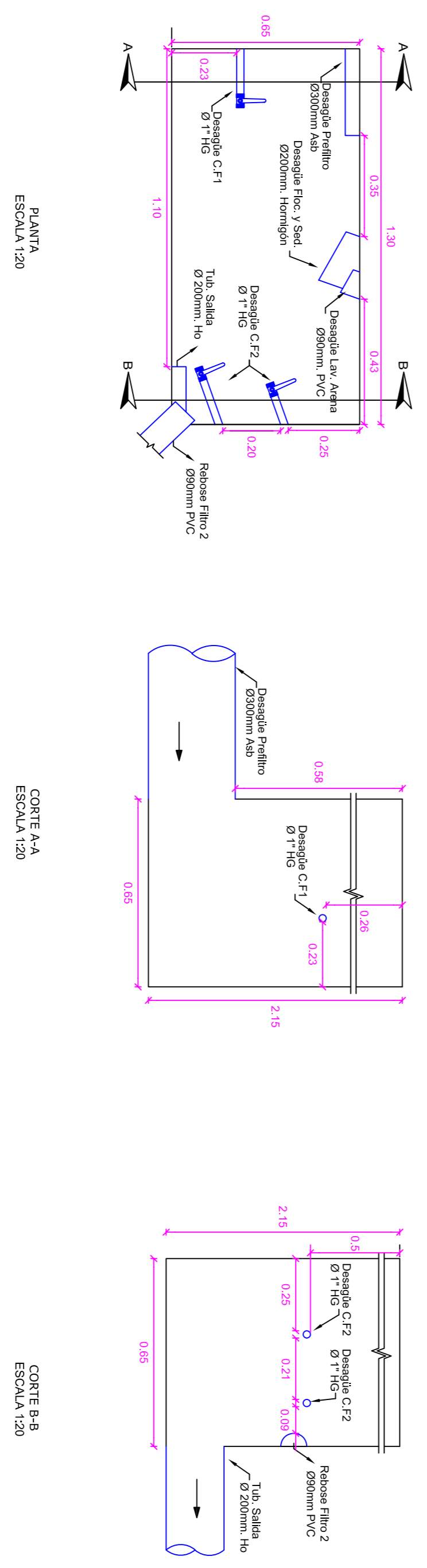
- SECCION FERROCEMENTO
- SECCION DE PIEDRA
- SECCION DE GRAVA MEDIA
- SECCION DE GRAVA FINA
- SECCION DE ARENA
- ASBESTO CEMENTO
- TUBERIA ENTERRADA
- TUBERIA SUPERFICIAL

CONTENIDO:
FILTROS LENTOS CON LECHO DE ARENA
PLANTA Y CORTES

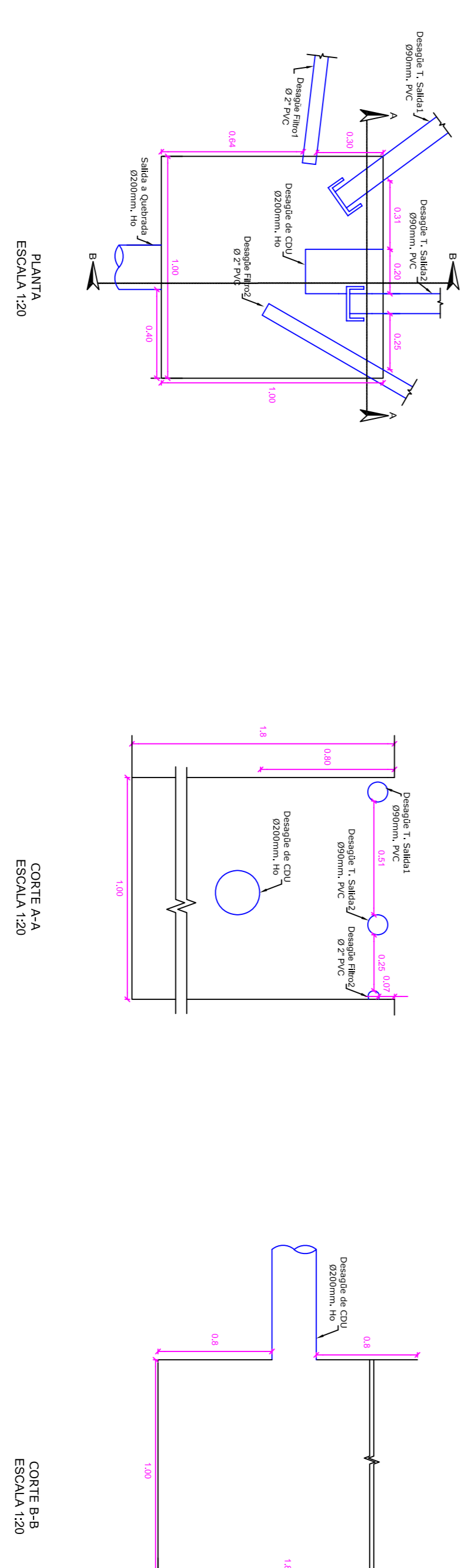
DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO			
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"			
DIRECTOR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.	COORDINADOR:	ING. BOLIVAR VIMOS A.
EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONAS		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MONTAÑA Y VALLE	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	2007 / JULIO
DESIGNADO:	SRTA. YIMARA MORALES I.	REVISADO:	ING. GALO ORDOÑEZ E.
ELABORADO:	SRTA. DIANA ORTIGOSA A.	APROBADO:	ING. MARCELO GONZALEZ
FECHA:	2007 / JULIO	ARCHIVO:	11.9 Brea Limpia
NUMERO DE PLAN:	XL15.1.1		



DETALLE D
CAMARA DE DESAGÜE DE DISTINTAS UNIDADES (CDU)



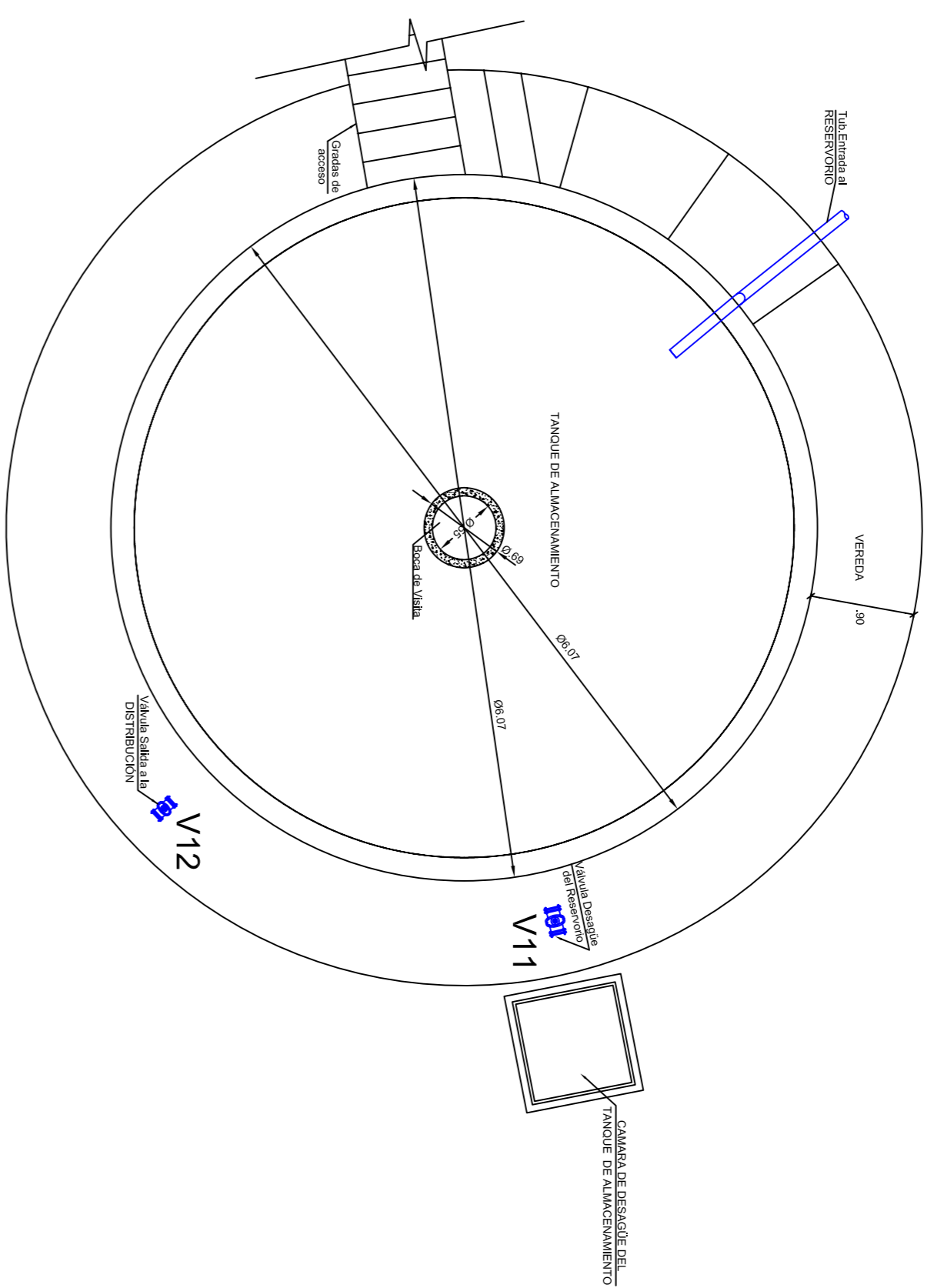
DETALLE E
CAMARA DE DESAGÜE DE FILTROS LENTOS



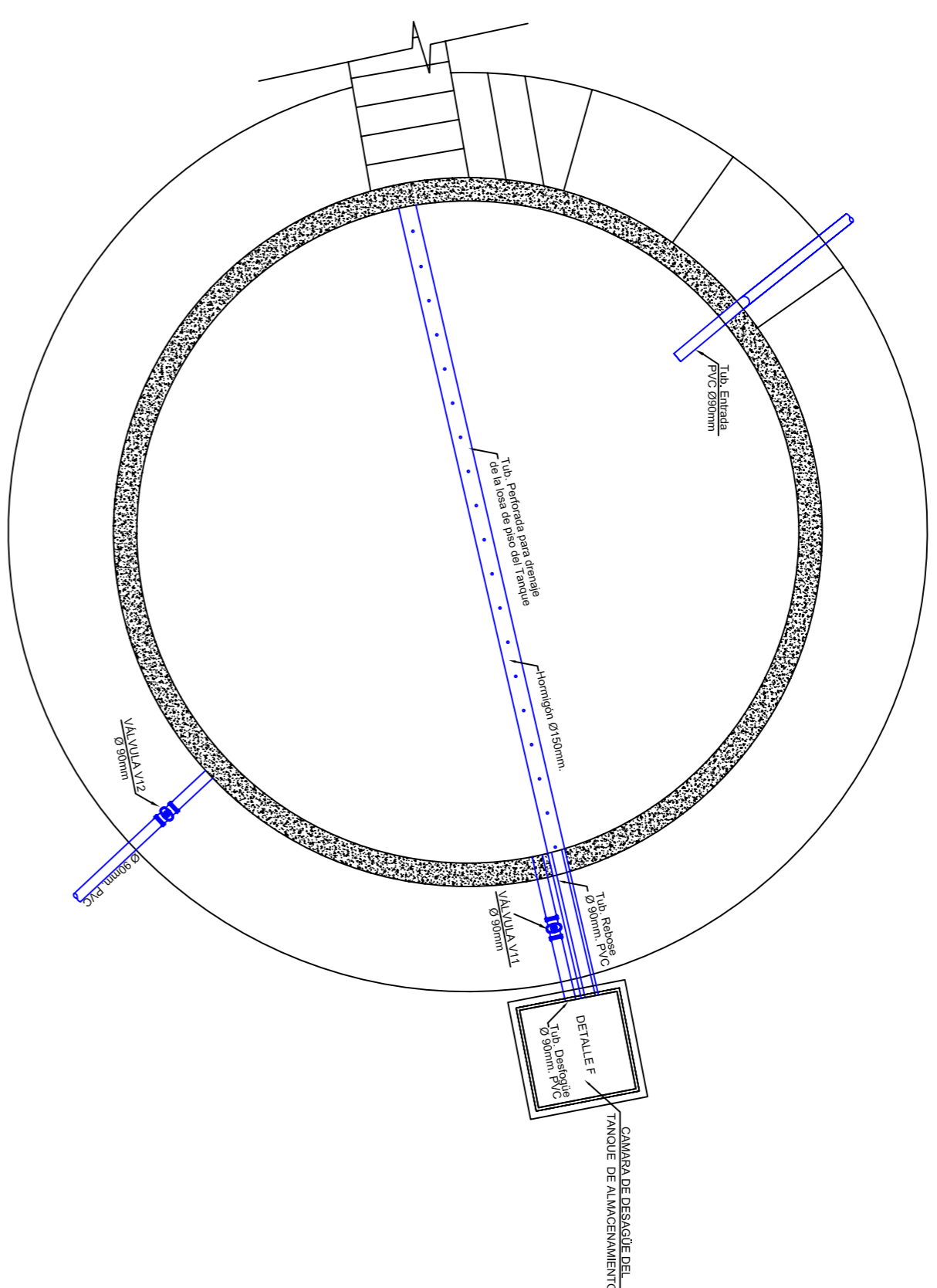
LEYENDA	
	SECCION FERROCEMENTO
	SECCION DE PIEDRA
	SECCION DE GRANA MEDIA
	SECCION DE GRANA FINA
	SECCION DE ARENA
	ASEBTO CEMENTO
	TUBERIA INTERMEDIA
	TUBERIA SUPERIOR

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"	
DIRECTOR:	ING. GALO ORDONEZ
GOBERNADOR:	ING. BOLIVAR VIMOS A.
EMPRESA FILTRAL MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONAS RURALES	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ESCUELA DE INGENIERIA EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	
CONTENIDO: FILTROS LENTOS CON LECHO DE ARENA, INSTALACIONES EN PLANTA Y EN PERFIL Y DETALLES	
TITULAR:	SRTA. YVIANA MORELES
REGISTRADO:	ING. GALO ORDONEZ
REFERENTE ESTUDIOS:	ING. WENDEL GONZALEZ
FECHA:	2007 JULIO
ARCHIVO:	11.9 Filtros Lentos
INDICADA:	NUMERO DE PLAN: XMS.2.1

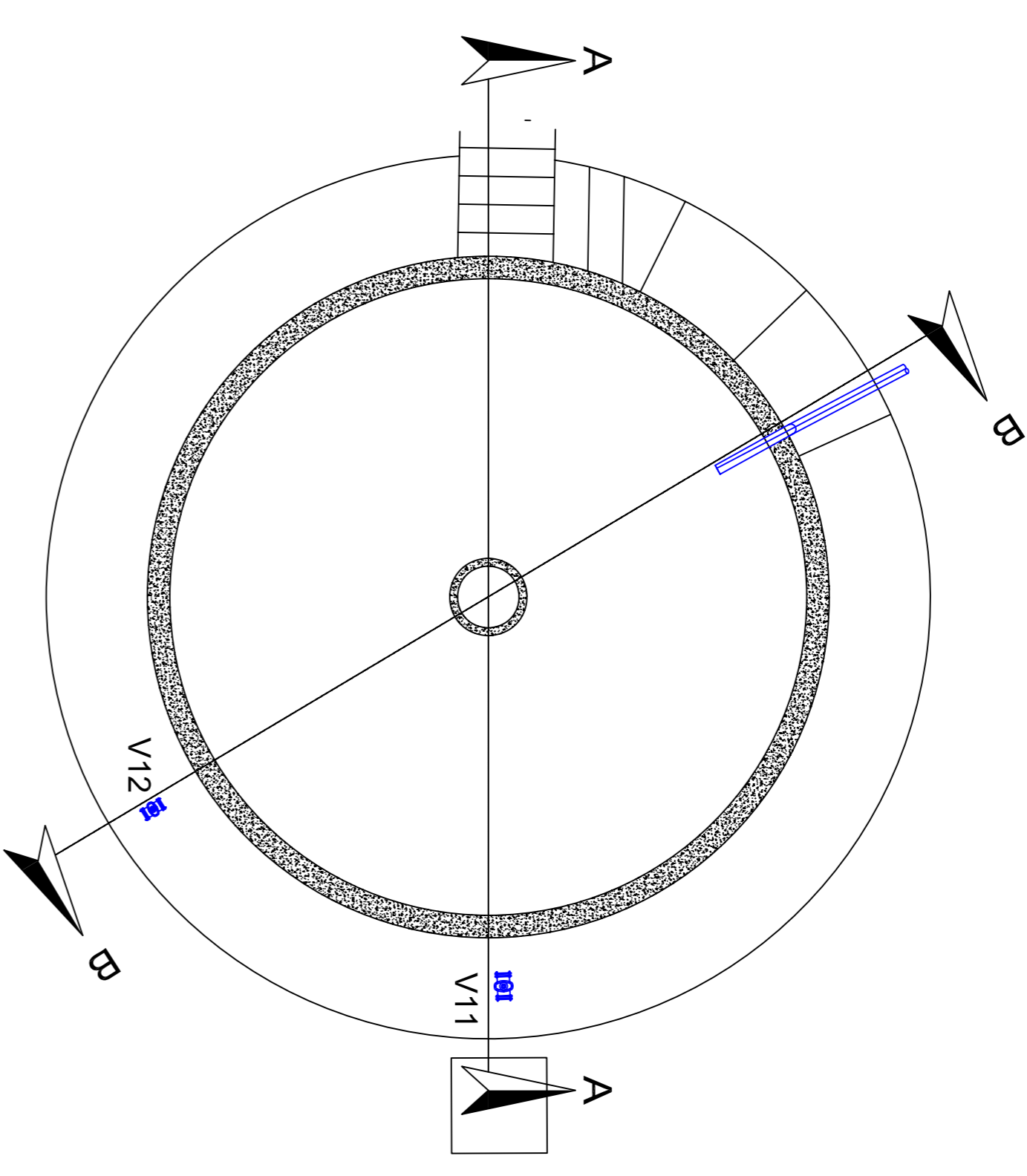
PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



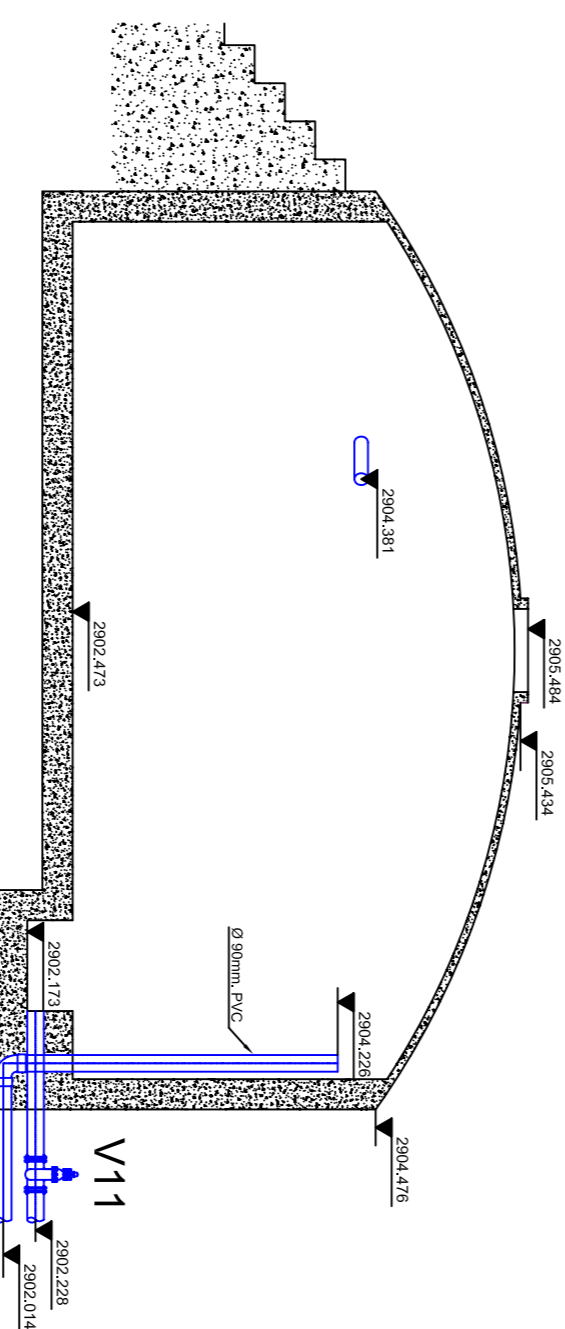
PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
INSTALACIONES HIDRAULICAS
ESCALA 1:50



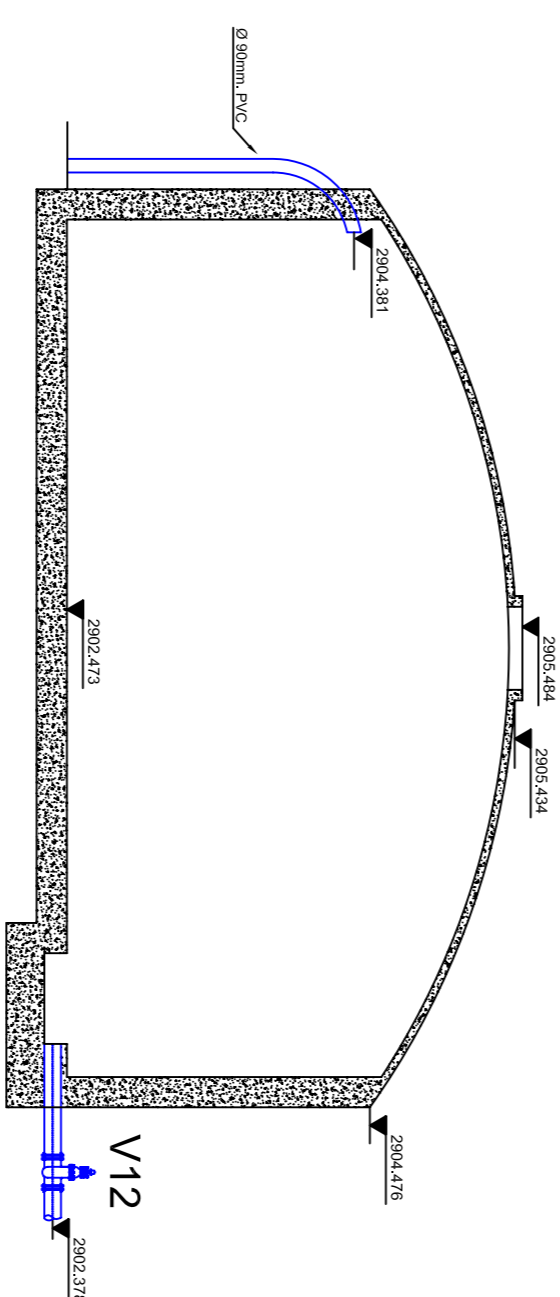
PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CORTEES
ESCALA 1:50



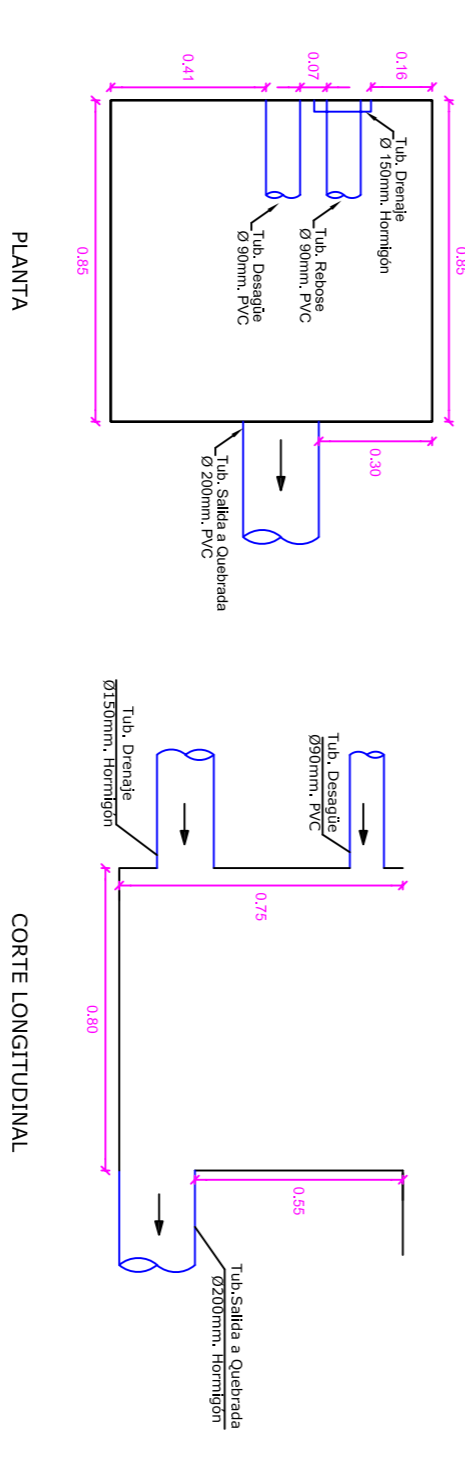
CORTE A-A
ESCALA 1:50



CORTE B-B
ESCALA 1:50



DETALLE F
CAMARA DE DESAGUE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



LEYENDA

SECCION DE MURACION	
TUBERIA EXTERIORA	
TUBERIA SUPERFICIAL	

DIRECCION TECNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
PROYECTO: "EVALUACION HIDRAULICO-SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION BELLA UNION DE LA PARROQUIA SANTA ANA"	
DIRECTOR:	ING. GALO ORDOÑEZ
COORDINADOR:	ING. BOLIVAR VIMOS A.
EMPRESA FILIAL MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE ZONAS RURALES	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
PLANTA, CORTEES Y DETALLES	

TESORERAS:	SRTA. YIMARA MORELES	REGISTRAR:	ING. GALO ORDOÑEZ
SECRETARAS:	SRTA. DIANA ORTIGOSA A.	REFERENTE ESTUDIOS:	ING. MARCELO GONZALEZ
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	2007 / JULIO
INDICADA:		ARCHIVO:	1/2 Tanque de Almacenamiento
		NUMERO DE LAMINA:	XIII.6.1.1

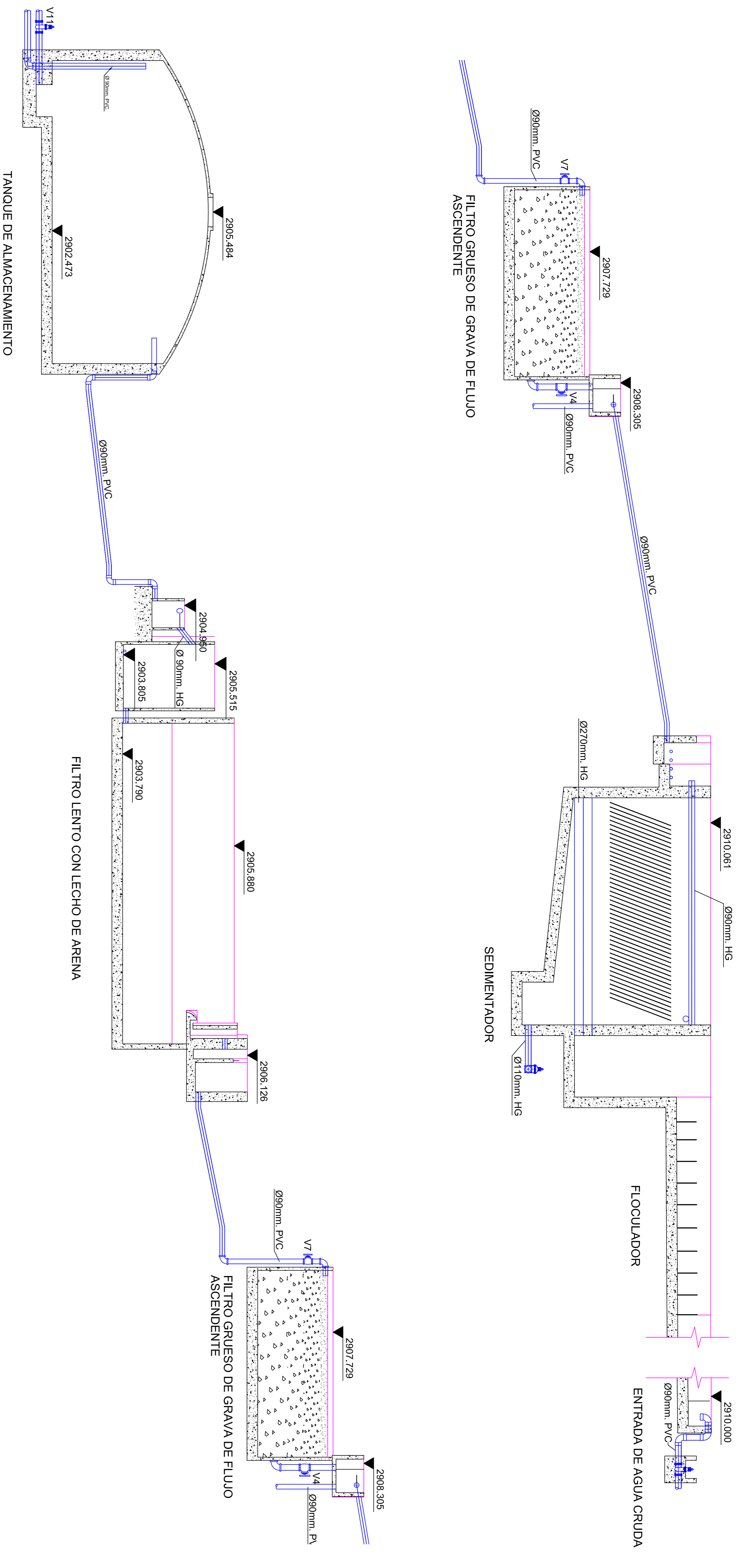


TABLA RESUMEN DE VÁLVULAS EXISTENTES

VÁLVULA	DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	ESTADO
V1	Ingreso de Agua a la Planta	90 mm	Abierta
V2	Desagüe del Sedimentador	110 mm	Cerrada
V3	Bypass a Prefiltro	90 mm	Cerrada
V4	Ingreso de Agua a Prefiltro	110 mm	Abierta
V5	Salida a Filtro Lento 2	90 mm	Abierta
V6	Rebose del Prefiltro	90 mm	Cerrada
V7	Salida a Filtro Lento 1	90 mm	Abierta
V8	Limpieza de Prefiltro	270 mm	Cerrada
V9	Desagüe Filtro Lento 2	2" mm	Cerrada
V10	Desagüe Filtro Lento 1	2" mm	Cerrada
V11	A la Red de Distribución	90 mm	Abierta
V12	Limpieza del Reservorio	90 mm	Cerrada

LEYENDA

SECCIÓN DE FERROCEMENTO	
SECCIÓN DE HORMIGÓN	
TUBERÍA ENTERRADA	
TUBERÍA SUPERFICIAL	
EJE DE LA TUBERÍA	

DIRECCIÓN TÉCNICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO			
PROYECTO: "EVALUACIÓN HIDRÁULICA, SANITARIO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN BELLA UNIÓN DE LA PARROQUIA SANTA ANA"			
DIRECTOR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.	COORDINADOR:	ING. BOLIVAR VINDO A.
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		FACULTAD DE INGENIERÍA	
AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
CONTENIDO:			
PERFIL HIDRÁULICO DE LAS UNIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO			
REVISOR:	SRTA. VIVIANA URRUTIA	REVISOR:	ING. GALO ORDOÑEZ E.
ELABORADOR:	SRTA. DANAI ORTEGA A.	JEFE DE ESTUDIOS:	ING. MOISÉS GONZÁLEZ
ESCALA:	1:40	FECHA:	2007 / JULIO
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL SECTOR PETROLERO		UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL SECTOR PETROLERO	
CARACAS, VENEZUELA		CARACAS, VENEZUELA	
XIII/2011		XIII/2011	