



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA**
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE
“QUILLOPUNGO”, PARROQUIA EL VALLE, CANTON CUENCA,
PROVINCIA DEL AZUAY**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

DANIEL HUMBERTO PUMA GUIRACOCHA

Director:

ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS

CUENCA – ECUADOR

2016

DECLARACION

Yo, Daniel Humberto Puma Guiracocha, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Daniel Humberto Puma Guiracocha

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Daniel Humberto Puma Guiracocha, bajo mi supervisión.

Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos

DIRECTOR

DEDICATORIA

A mi madre querida, por el apoyo incondicional que me brindó cuando estaba en esta vida, y, a todas las personas que de una u otra manera han colaborado para la culminación de una etapa más en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida, salud y amor, a mi esposa María del Carmen, a mi hijo Joseph y mis dos hijas Daniela y Danna por el constante apoyo y comprensión que me han brindado durante la formación académica.

Al Ingeniero Edmundo Barrera, director de este trabajo, por su dedicación y orientación para la culminación de este trabajo, y, al Economista Gabriel Paute, presidente del GAD parroquial de El Valle, por la confianza brindada para realizar el estudio y diseño del proyecto.

Al Ingeniero Federico Córdova decano de la Facultad de Ingeniería Civil, Industria y Construcción por su colaboración y apoyo incondicional brindado dentro de la institución.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACION.....	ii
CERTIFICACION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE ECUACIONES.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1 ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos.....	2
2 DATOS GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO.....	3
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	3
2.2 Cobertura y localización.....	4
2.3 Sector y tipo de proyecto.....	5
3 IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA ...	6
3.1 Línea base del problema.....	6

3.1.1	Aspectos ambientales.....	6
3.1.1.1	Clima.....	6
3.1.1.2	Temperaturas.....	7
3.1.1.3	Humedad.....	7
3.1.2	Aspectos físicos.....	8
3.1.2.1	Geología y Geotecnia.....	8
3.1.2.2	Hidrogeología.....	9
3.1.2.3	Pendientes.....	9
3.1.2.4	Riesgos naturales.....	10
3.1.3	Aspectos socio económicos.....	10
3.1.3.1	Principales actividades económicas.....	12
3.1.3.2	Uso actual del suelo.....	13
3.1.4	Aspectos organizacionales.....	14
3.2	Análisis poblacional del sector.....	14
3.3	Infraestructura existente.....	15
3.3.1	Energía eléctrica.....	15
3.3.2	Recolección de desechos sólidos.....	16
3.3.3	Infraestructura vial.....	18
3.3.4	Abastecimiento de agua.....	19
3.3.5	Saneamiento.....	20
4	PARAMETROS DE DISEÑO.....	22
4.1	Normativa y criterios de diseño.....	22
4.2	Material de las tuberías.....	22

4.3	Levantamiento topográfico	23
4.4	Periodo de diseño	25
4.5	Dotación de agua potable	26
4.6	Población de diseño.....	27
4.6.1	Proyección Aritmética.	27
4.6.2	Proyección Geométrica.....	28
4.6.3	Proyección Exponencial.	29
4.7	Densidad poblacional	31
4.8	Caudales de diseño	31
4.8.1	Caudal medio de aguas residuales domésticas.	31
4.8.2	Caudal de aguas residuales industriales (qari).	33
4.8.3	Caudal de aguas residuales comerciales (qarc).....	33
4.8.4	Caudal de aguas residuales institucionales (qarinst).....	34
4.8.5	Contribución por infiltración.	35
4.8.6	Conexiones clandestinas o erradas.	36
4.9	Coefficiente de retorno (C).....	36
4.10	Factor de mayoración (M)	37
4.11	Sistemas de alcantarillado condominial	38
4.11.1	Diámetros de los colectores condominiales.....	39
4.11.2	Accesorios.....	39
4.11.3	Pozos domiciliarios.....	39
4.11.4	Excavación y relleno.....	39
4.11.5	Ventajas de un alcantarillado condominial	40

4.12	Estructura de descarga	40
4.13	Planos	41
5	DISEÑO DE LA RED DEL ALCANTARILLADO.....	42
5.1	Diámetro de tuberías	42
5.2	Profundidades.....	42
5.3	Velocidad en las tuberías.....	43
5.4	Pozos de Revisión	44
5.5	Pendientes.....	45
5.6	Ubicación	46
5.7	Cálculo hidráulico de la red	46
5.7.1	Caudal sanitario	48
5.7.2	Descripción del sistema diseñado	48
5.7.3	Resultados de los diseños hidráulicos.....	49
6	TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	51
6.1	Parámetros de diseño.....	51
6.2	Alternativas	51
6.3	Descripción de las alternativas de tratamiento.....	52
6.3.1	Análisis y selección de alternativas	53
6.4	Línea de tratamiento propuesta	53
6.5	Diseño de la planta	55
6.5.1	Fosa séptica.....	55
6.5.2	Parámetros básicos de diseño.....	55
6.5.3	Cálculo del volumen.	56

6.5.3.1	Dimensionamiento del tanque.....	58
6.5.4	Eficiencia esperada.....	61
6.5.5	Filtro anaerobio.....	62
6.5.5.1	Dimensionamiento.....	63
6.5.5.2	Comprobación de diseño.....	64
6.5.6	Eficiencia esperada.....	65
6.5.7	Resultados del diseño.....	66
7	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	67
7.1	Presupuesto.....	67
7.2	Estructura de los costos de un presupuesto.....	67
7.2.1	Costos indirectos.....	67
7.2.1.1	El costo indirecto por administración central.....	68
7.2.1.2	El costo indirecto por administración de campo.....	68
7.2.1.3	Cálculo de costo indirecto.....	68
7.2.2	Costos directos.....	68
7.2.2.1	Materiales.....	69
7.2.2.2	Equipo necesario.....	69
7.2.2.3	Mano de obra.....	69
7.3	Análisis de Precios Unitarios (APU).....	70
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
8.1	Conclusiones.....	75
8.2	Recomendaciones.....	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del sector	3
Figura 2. Ubicación del área del proyecto	4
Figura 3. Actividades económicas de los moradores de Quillopungo.....	13
Figura 4. Población en el área de estudio	15
Figura 5. Servicio de energía eléctrica.....	16
Figura 6. Porcentaje de recolección de desechos.....	17
Figura 7. Abastecimiento de agua.....	20
Figura 8. Disposición de escretas	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Estructura del suelo en la zona de estudio</i>	9
Tabla 2. <i>Información general de la familia y la vivienda</i>	11
Tabla 3. <i>Condiciones de salud de la familia</i>	11
Tabla 4. <i>Estimación de ingresos económicos y gastos en servicios básicos</i>	12
Tabla 5. <i>Jerarquía vial</i>	18
Tabla 6. <i>Distancias entre curvas de nivel de acuerdo a la pendiente del terreno</i>	24
Tabla 7. <i>Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias</i>	25
Tabla 8. <i>Proyección poblacional</i>	30
Tabla 9. <i>Población, área y densidad de la zona en estudio</i>	31
Tabla 10. <i>Contribución de aguas residuales industriales en función del nivel de complejidad</i>	33
Tabla 11. <i>Contribución de aguas residuales comerciales en función del nivel de complejidad</i>	34
Tabla 12. <i>Contribución institucional mínima en zonas residenciales</i>	34
Tabla 13. <i>Caudal de infiltración (norma Ex - IEOS)</i>	35
Tabla 14. <i>Coefficiente de retorno de aguas servidas domésticas</i>	37
Tabla 15 . <i>Profundidad mínima de colectores</i>	43
Tabla 16. <i>Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados</i> .	44
Tabla 17. <i>Distancias máximas entre pozos de revisión</i>	45
Tabla 18. <i>Parámetros básicos de diseño</i>	56
Tabla 19. <i>Valores de profundidad útil</i>	58
Tabla 20. <i>Presupuesto referencial</i>	70

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Proyección Aritmética</i>	28
Ecuación 2. <i>Proyección Geométrica</i>	28
Ecuación 3. <i>Proyección Exponencial</i>	29
Ecuación 4. <i>Caudal medio de aguas residuales domésticas en función de la población...</i>	32
Ecuación 5. <i>Caudal medio de aguas residuales domesticas en función del área servida ..</i>	32
Ecuación 6. <i>Ecuación de Harmon</i>	38
Ecuación 7. <i>Fórmula de Mannig</i>	46
Ecuación 8. <i>Velocidad</i>	47
Ecuación 9. <i>Continuidad</i>	47
Ecuación 10. <i>Caudal</i>	47
Ecuación 11. <i>Caudal sanitario</i>	48

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I	INFORME GEOTÉCNICO	82
ANEXO II	UBICACION DE LOS POZOS DE REVISION.....	117
ANEXO III	ESTACIONES Y REFERENCIAS	119
ANEXO IV	ARCHIVO FOTOGRAFICO.....	121
ANEXO V	ENCUESTA SOCIO ECONOMICA - SANITARIA	133
ANEXO VI	DISEÑO DE LA RED.....	135
ANEXO VII	PLANOS	137

RESUMEN

Ante el constante crecimiento y desarrollo poblacional, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de El Valle, preocupado por la salud y bienestar de la población y el cuidado del medio ambiente, se ha propuesto realizar el saneamiento en los diferentes barrios y comunidades que conforman la parroquia.

Siendo necesario, y en virtud del convenio suscrito con la Universidad Católica de Cuenca, la realización del estudio del alcantarillado sanitario para la comunidad de Quillopungo de la parroquia de El Valle, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

El estudio está estructurado por: información obtenida en el campo, levantamiento topográfico, diseño hidráulico de las redes y diseño de la planta de tratamiento, cumpliendo las normativas y parámetros establecidos para estos tipos de diseños.

Una vez realizado el diseño, el GAD parroquial de El Valle pretende construir el sistema de alcantarillado sanitario, evitando que en el sector exista contaminación ambiental y proliferación de enfermedades, proporcionándoles de esta manera, una mejor calidad de vida a los habitantes del sector.

**PALABRAS CLAVES: ALCANTARILLADO SANITARIO, DISEÑO HIDRAULICO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, MEDIO AMBIENTE, CONTAMINACION
AMBIENTAL.**

ABSTRACT

Given the constant growth and population development the Self-Government Decentralized of El Valle Parish, worried about the health and welfare of the population and care for the environment, it has been proposed the sanitation in the different neighborhoods and communities of the parish.

Being necessary and in agreement with the Catholic University of Cuenca, the study of the sanitary sewer for the community Quillopungo of the Parish El Valle, canton Cuenca, Province of Azuay.

The study is structured by: information gathered in the field, topographic survey, hydraulic network design and the treatment plant design in compliance with the regulations and parameters established for these types.

Once the design the GAD of the parish El Valle intends to build the sanitary sewer system, preventing environmental pollution and disease proliferation in the sector, providing a better quality of life for its inhabitants.

KEYWORDS: SANITARY SEWER, HYDRAULIC DESIGN, TOPOGRAPHICAL SURVEY, ENVIRONMENT, ENVIRONMENTAL POLLUTION.

1 ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.1 Antecedentes

El constante desarrollo de las comunidades peri urbanas y rurales, trae consigo la necesidad de abastecer o ampliar los servicios básicos, entre ellos el agua potable, indispensable para la vida de los seres humanos, y por tanto al existir esta necesidad, es prescindible disponer de un sistema de evacuación de aguas residuales producidas por los habitantes, ya que al no ser dispuestas adecuadamente trae como consecuencia la proliferación de enfermedades hídricas y demás problemas ambientales.

En el presente estudio analizaremos algunos de los problemas por los cuales, una parte del sector de Quillopungo de la parroquia El Valle no cuenta con este sistema de recolección de aguas servidas, siendo necesario que la mayoría de familias utilicen pozos sépticos y otras realicen descargas directas a las quebradas y acequias existentes en la zona.

En el sector de Quillopungo existen dos sistemas de alcantarillados, los mismos que por cuestiones topográficas y geológicas no pueden solucionar el problema sanitario en su totalidad.

El primer sistema se encuentra construido en la parte Nor – Oeste del sector en estudio, beneficiando a los sectores Santa Martha Gualalcay y una parte de Quillopungo, dicho sistema fue construido en el año 2009 por la empresa ETAPA EP., y su planta de tratamiento se encuentra localizada el sector de Quillopungo. El otro sistema se encuentra localizado en la parte Nor – Este del sector en estudio denominado proyecto Poloma, el

mismo que avanza hasta el sector denominado Señor de la Agonía, luego del cual existe un deslizamiento del terreno y se hace difícil avanzar hacia la parte superior; este sistema fue construido por ETAPA EP., en el año 2013.

Por los antecedentes expuestos, y, al no existir estudio alguno en lo referente al tema, el Gobierno Parroquial de El Valle, conjuntamente con los moradores de la comunidad, se han visto en la necesidad urgente de realizar el presente estudio para dar inicio a la solución del problema.

1.2 Objetivos

1.2.1 General.

Realizar el diseño del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Quillopungo en la Parroquia El Valle, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay, mediante una propuesta técnica y económicamente viable.

1.2.2 Específicos.

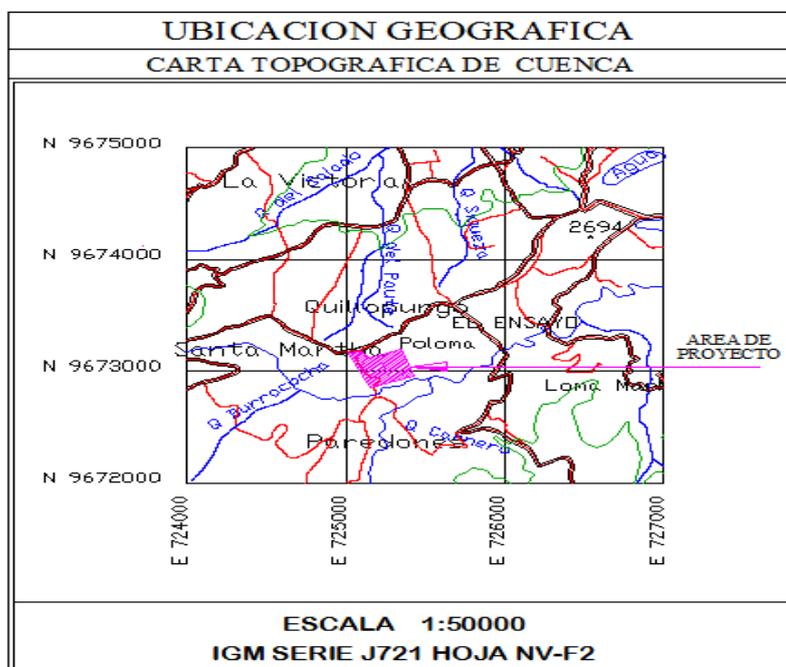
- ✓ Realizar un diagnóstico inicial de la zona a intervenir, mediante estudios socio económico y físicos.
- ✓ Diseñar la red de alcantarillado sanitario, utilizando la información obtenida en el levantamiento topográfico.
- ✓ Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, utilizando los datos obtenidos en el levantamiento de información, levantamiento topográfico, y, el diseño de la red para lograr una remoción de las características indeseables de las aguas residuales y cumplir con los requisitos de descarga al cuerpo receptor.

2 DATOS GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

Quillopungo es una comunidad perteneciente a la parroquia rural El Valle, del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay; el área en el cual se desarrollara el estudio comprende una parte de la comunidad de Quillopungo habitada actualmente por 157 personas, su gente se dedica a la agricultura y ganadería, esta zona está limitada entre la vía principal y el puente San Gabriel, la zona en estudio se encuentra comprendida entre las coordenadas WGS 84 zona 17 SUR, (1) 9673159N;724993E (2) 9673241N;725354E (3) 9672932N;725482E (4) 9672830N,725146E, a una altura promedio de 2697 msnm., y una distancia de 8 km., de la ciudad de Cuenca.

Figura 1. Ubicación geográfica del sector



Fuente: IGM SERIE J721 HOJA NV-F2

Figura 2. Ubicación del área del proyecto



Fuente: Google Earth

Elaboración: Propia

2.2 Cobertura y localización

Debido a las características topográficas que presenta el área en la cual se realizara el estudio y luego de varios recorridos realizados en el lugar se definirá varias líneas de redes con las cuales se pretende que el proyecto de alcantarillado sanitario logre una cobertura del 100 % de los habitantes del sector, localizados entre las coordenadas indicadas en el numeral 2.1 e ilustradas en la figura 2. Dentro de la zona de intervención en las coordenadas 9672946.189N; 725460.848E y una altura de 2673 msnm., se encuentra ubicado el sitio en donde se prevé diseñar y construir el sistema de tratamiento para las aguas residuales recolectadas por las tuberías del sistema de alcantarillado sanitario.

2.3 Sector y tipo de proyecto

El sector en estudio comprende grandes extensiones de terreno con diferentes pendientes, las mismas que son utilizadas para realizar actividades propias de un sector rural como; Agricultura y el sembrío de pasto para la ganadería. De acuerdo a la información obtenida; por visitas, socializaciones con los moradores y en la encuesta socio económica – sanitaria se asevera que en la zona de estudio no existe ningún tipo de unidades educativas, industrias y comercios que puedan incluirse al sistema de recolección de aguas residuales. Por las características expuestas y por el crecimiento poblacional que presenta la comunidad de Quillopungo se ha visto la necesidad de construir un sistema convencional de saneamiento que consistirá en un alcantarillado sanitario con redes de PVC y planta de tratamiento para aguas residuales.

3 IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

3.1 Línea base del problema

3.1.1 Aspectos ambientales.

3.1.1.1 *Clima.*

“El clima de cada región depende de una serie de factores: la latitud, los vientos, la altura sobre el nivel del mar, la orientación de la ladera, la cercanía del mar, las corrientes marinas frías o cálidas, la vegetación, etc.”(<http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s05.htm>).

El clima en las diferentes zonas del planeta es un factor que determina el tipo de suelo y vegetación existente, por tanto, con esta característica se puede predefinir el uso del suelo de un determinado punto de la tierra.

“La ciudad de Cuenca posee dos estaciones, lluviosa y seca, esta última se presenta entre los meses de junio y diciembre, el resto del año se caracteriza por brillantes mañanas soleadas y tardes nubladas a menudo con chubascos.” (INAMHI, mayo 2014).

“En la parroquia El Valle se presenta un clima Ecuatorial Mesotérmico semihúmedo, propio de los valles de la sierra. En esta parroquia existen dos estaciones lluviosas comprendidas entre los meses de febrero – mayo y octubre – noviembre.” (PDOT El Valle, 2015, p.72).

3.1.1.2 Temperaturas.

De acuerdo a la información reportada por las estaciones de monitoreo climático del INAMHI durante el año anterior, se establece que la temperatura media, mínima y máxima en el cantón Cuenca esta oscila entre 10 °C en las noches y 28 °C en días soleados.

En cuanto a la parroquia El Valle, “la temperatura media oscila entre 12°C y 20°C.” (PDOT El Valle, 2015, p.29), considerando que la parroquia está conformada por sectores con diferentes características topográficas y altimétricas, la temperatura es diferente en cada sector, así para el presente estudio en “Quillopungo existe una temperatura que varía entre 12°C y 13°C.” (PDOT El Valle, 2015 p.81).

3.1.1.3 Humedad.

“Se denomina humedad al agua que impregna un cuerpo o al vapor presente en la atmósfera. El agua está presente en todos los cuerpos vivos, ya sean animales o vegetales, siendo de gran importancia para la vida.” (<https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad>).

“La humedad promedio máxima y mínima presentada en los últimos años y meses anteriores en la ciudad de Cuenca, oscila entre el 52 % y 95 %.” Según el (EXA-ISS-4, 2016).

“La humedad en la parroquia El Valle está definida por los valores anuales de precipitación, que van de 500 a 2000 mm, considerándose la menor precipitación en los meses de julio y agosto, y, los de mayor precipitación entre marzo y abril.” (PDOT El Valle, medio físico p.3).

3.1.2 Aspectos físicos.

3.1.2.1 Geología y Geotecnia.

Para todo tipo de proyecto civil, es importante conocer los rasgos y caracteres geográficos de la zona en donde se va a construir o reconstruir una obra.

La geología de la parroquia El Valle está caracterizada por la presencia del Grupo Azogues, Chota y Ayancay, grupo constituido principalmente por Arcillas, tobas, areniscas y conglomerados esto se ha determinado a partir de la época terciaria, en donde se pueden localizar rocas del período Mioceno. Así mismo se encontró la presencia de las formaciones Biblián, Yunguilla, y; Volcánicos Pisayambo. (PDOT, El Valle, 2015, p.53).

El estudio de mecánica de suelos, en el lugar de emplazamiento del proyecto, ha sido desarrollado en el laboratorio “SUELOTEC” por el Consultor en Geotecnia, Ing. Rodrigo Pesantez, en el estudio se tomara en cuenta las obras correspondientes a las redes de recolección como al sistema de tratamiento de aguas servidas, habiéndose realizado visitas de campo, revisión bibliográfica y el análisis geotécnico de las muestras extraídas, de tal manera que se pueda establecer la composición del subsuelo y las características físico-mecánicas generales de los materiales que servirán de soporte a las estructuras proyectadas.

Para definir de mejor manera la estructura del suelo en la zona de estudio se procede a realizar el estudio geotécnico cuyos datos se encuentra definido en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura del suelo en la zona de estudio

Características del suelo	Profundidad (m)
Material arcilloso plástico negro compresible	0 – 2.5
Limos arcillosos, de coloraciones café claras y amarillentas de baja a mediana plasticidad	2.5 - 6

Fuente: Estudio de suelos realizados (Anexo I)

Elaboración: Propia

El detalle general del informe de mecánica de suelos y sus documentos complementarios se presenta en el ANEXO I

3.1.2.2 Hidrogeología

Al pie del área en estudio se encuentra la quebrada denominada Burrococha, la misma que presenta un caudal aproximado en tiempo seco de 8 l/s y que será el cuerpo receptor de las aguas servidas tratadas por la planta depuradora.

3.1.2.3 Pendientes.

“Las pendientes predominantes en la parroquia El Valle son de 0 a 30% que corresponde a una superficie de 2844.54 Ha. correspondientes al 64.61 % del área total de la parroquia, mientras que el 35.39% equivalente a 1557.86 Ha. presentan pendientes mayores al 30%.” (PDOT de El Valle, Medio físico, p.74).

En cuanto a la diferencia de altura que se presenta en el lugar de estudio, va desde el norte (vía principal a Quillopungo) con la altura máxima de 2750 msnm, al sur (quebrada de Burrococha y sitio para tratamiento), con la altura mínima de 2670 msnm, obteniendo

pendientes promedias óptimas para el diseño del alcantarillado sanitario, considerando que este debe trabajar a gravedad.

3.1.2.4 Riesgos naturales.

“Los riesgos naturales peligrosos para el ser humano pueden ser los fenómenos atmosféricos, hidrológicos y geológicos que son producidas por fuerzas extrañas, no es un proceso exclusivamente natural, si no generalmente es un evento que ocurre en lugares donde hay actividades humanas.” (PDOT El Valle 2015, p.124).

“La parroquia El Valle posee un rango de estabilidad que abarca una superficie de 4221.19 Ha. representando el 95.84% de su superficie, por lo que se puede apreciar que prácticamente todo el territorio parroquial y en especial en donde se ubican los diferentes asentamientos poblacionales, se encuentran dentro del rango de estabilidad.” (PDOT El Valle, medio físico, p.75).

3.1.3 Aspectos socio económicos.

Al no existir información relevante del sector en estudio fue necesario realizar una encuesta socio económica - sanitaria, para obtener información suficiente e identificar las características básicas de la comunidad de Quillopungo y sus habitantes. La población que está representada en la muestra corresponde a la cobertura total de las viviendas y al 100% de las personas que allí habitan, garantizando que los resultados sean más confiables y precisos. La información recolectada en el formulario aplicado será procesada y sus resultados están referidos en las tablas 2,3 y 4, y los numerales del 3.1.3.1 al 3.3.5.

Tabla 2. Información general de la familia y la vivienda

Número de habitantes del área del proyecto	1 57 hab.
Número de viviendas encuestadas dentro del área del proyecto	42 viviendas
Número promedio de habitantes por vivienda:	3.74 hab.
Tenencia de la vivienda	
Propia	100 %
Arrendada	0.00 %
Usos de los inmuebles	
Residencial	100,00 %
Comercial (Tiendas)	0,00 %
Mixto	0.00 %
Industrial	0.00 %
Otros	0.00 %
Tipo de construcción	
Madera	7.00 %
Ladrillo/bloque	93.00 %
Estructura de hormigón	0.00 %
Adobe	0.00 %

FUENTE: Encuesta socio económica – sanitaria

Elaboración: Propia

Tabla 3. Condiciones de salud de la familia

Visita con frecuencia al médico	
si	90.00 %
No	10.00 %
Principales enfermedades que sufren.	
Diarreica	5%
Respiratoria	55%
Infeciosa	17 %
Otras	24%
Asistencia a centros médicos	
En El Valle	62 %
En cuenca	14%
Consultorios particulares	21 %
Otras (sub centro de salud de El Valle y Gualalcay)	3 %

FUENTE: Encuesta socio económica – sanitaria

Elaboración: Propia

Tabla 4. *Estimación de ingresos económicos y gastos en servicios básicos*

Ingreso promedio familiar mensual	318.26 dólares
Gastos medios mensuales por familia en servicios básicos, expresados en dólares:	
Agua	1.75
Luz:	12.10
Teléfono	3.50
Transporte:	36.90
Alimentación:	140.00
Total de gastos promedio familiar en servicios:	194.25 dólares.

FUENTE: Encuesta socio económica – sanitaria

Elaboración: Propia

En el ANEXO V se presentan el resultado de la encuesta realizada a los moradores de Quillopungo.

3.1.3.1 Principales actividades económicas.

“La economía principal que realizan los habitantes de Quillopungo es la ganadería, albañilería, agricultura y las artesanías.” (Encuesta socio económica - sanitaria).

En la figura 3 se analiza las actividades de los habitantes que serán beneficiados del sistema con datos obtenidos en la encuesta realizada a los moradores.

Figura 3. Actividades económicas de los moradores de Quillopongo



Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

3.1.3.2 *Uso actual del suelo.*

El uso del suelo “hace referencia a las funciones y actividades desarrolladas por el hombre sobre la cobertura del suelo, de forma parcial o permanente con la intención de cambiarla o preservarla, para obtener productos o beneficios.” (PDOT El Valle, 2015, p.59).

Debido a la temperatura y el tipo de suelo que se presenta en la zona de estudio, existen grandes extensiones de suelo con cultivos de ciclo corto o cultivos anuales, cultivos permanentes y cultivo de pastos, los mismos que sirven de alimento para los animales vacunos, porcinos, cobayos, aves, etc.

3.1.4 Aspectos organizacionales.

“La población de la parroquia de El Valle tiene una estructura muy común de la sierra ecuatoriana, está compuesta por comunidades y cada comunidad tiene una célula organizativa elemental y voluntaria llamada por lo general comité promejuoras o directiva.” (PDOT El Valle, 2015, p.157).

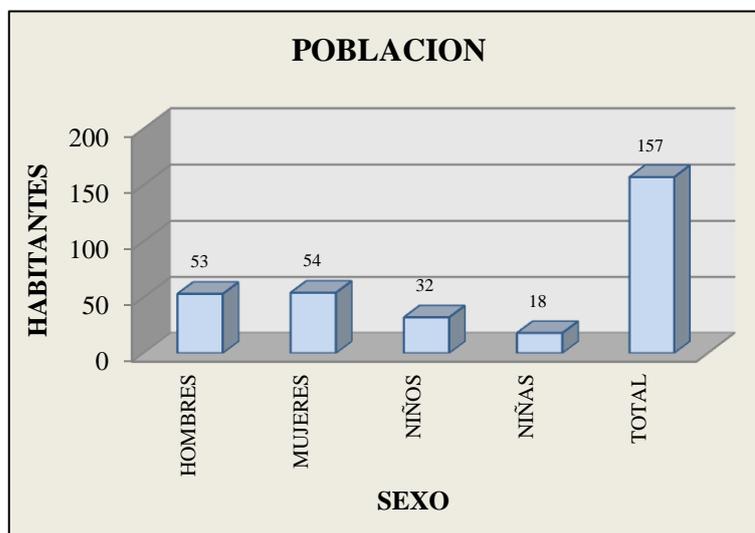
Las principales autoridades civiles en la parroquia de El Valle están precedidas por el GAD parroquial, juntas de agua, directivas de cada barrio, organizaciones barriales, etc.

En el caso específico de la comunidad de Quillopungo, existe la directiva barrial y dentro del área de estudio se ha formado una directiva exclusivamente para coordinar y realizar los estudios y construcción del sistema de alcantarillado.

3.2 Análisis poblacional del sector

La población en la parroquia El Valle “se ha multiplicado varias veces, llegando a ser la parroquia más numerosa del cantón Cuenca. Estadísticamente el tamaño de la población es una variable fundamental para entender la lógica demográfica de un grupo humano. En este caso la población de El Valle ha tenido un comportamiento interesante durante los últimos años, ya que se ha llegado a consolidar como zona de desarrollo del cantón Cuenca y por ende de la provincia del Azuay en lo que a parroquias rurales se refiere” (PDOT El Valle, 2015, p.135).

El conjunto poblacional de la zona en estudio está conformado por 157 habitantes entre hombres, mujeres, niños y niñas, como se puede apreciar en las figuras 4 cuyos datos fueron obtenidos directamente del lugar en estudio.

Figura 4. Población en el área en estudio

Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

3.3 Infraestructura existente

De Acuerdo a las visitas y encuesta realizada se ha podido observar y definir los porcentajes de los principales servicios públicos con los que se cuenta en el área del proyecto.

3.3.1 Energía eléctrica.

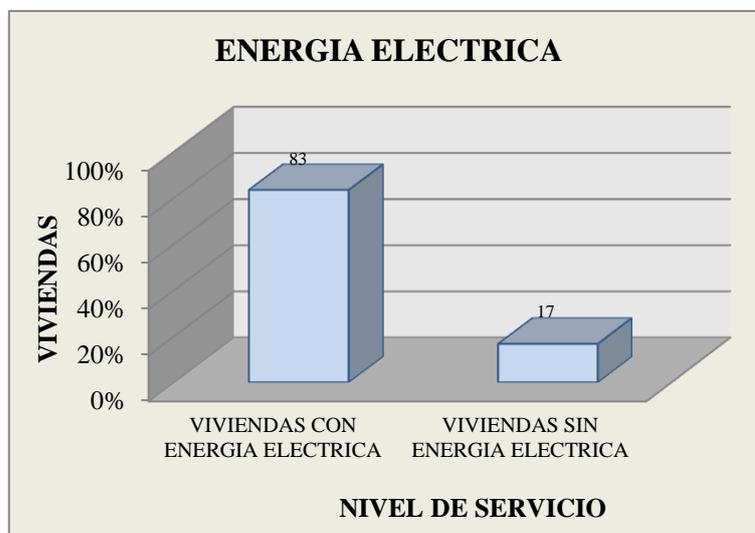
Uno de los servicios básicos para mejorar la calidad de vida de los pueblos es la energía eléctrica. “Por lo tanto, el acceso a la electricidad y a otras fuentes de energía son elementos necesarios, aunque no suficientes, para el desarrollo económico y social de las comunidades.” (<http://energiaadebate.com/energia-y-desarrollo/>).

El área de estudio cuenta con una cobertura total de servicio de energía eléctrica en cuanto se refiere a las viviendas habitadas considerándose que existe un porcentaje bajo que aún no disponen de este servicio por cuanto son viviendas nuevas o no son habitadas.

En relación al alumbrado público únicamente se encuentra en la vía principal a Gualaycay siendo nula en el resto de vías, este servicio lo presta la Empresa Eléctrica Centro Sur.

En la figura 5 se ilustra el porcentaje de viviendas que disponen de energía eléctrica y el porcentaje que aún no lo tiene.

Figura 5. Servicio de energía eléctrica



Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

3.3.2 Recolección de desechos sólidos.

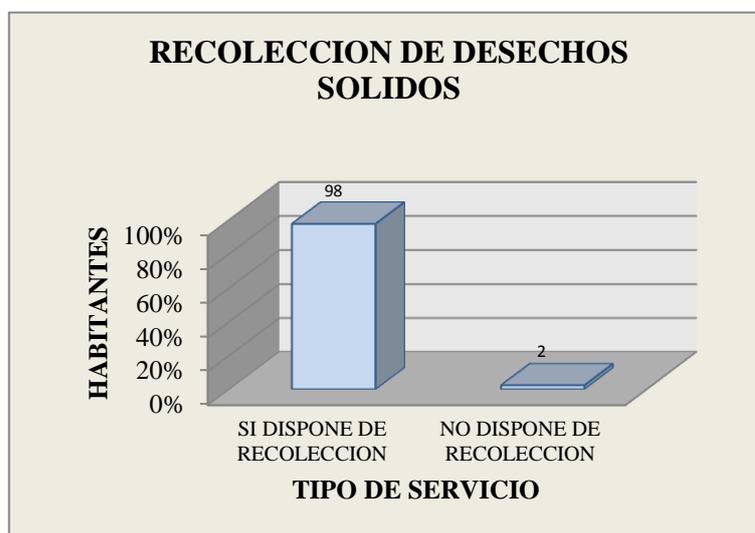
“Uno de los problemas ambientales más serios de la sociedad actual es, sin duda, el de los residuos sólidos. La gran producción de basuras domésticas obliga a establecer

servicios especiales de recogida y almacenamiento.” (<http://www.icarito.cl/2009/12/63-6561-9-contaminacion-por-residuos.shtml/>). Sin embargo, muchos de estos residuos se siguen vertiendo a ríos, quebradas o simplemente se acumulan en vertederos clandestinos y producen un serio impacto sobre el paisaje, la flora, la fauna o en la mayoría de casos son vertidas en alcantarillas produciendo taponamientos en las redes y disminuyendo su capacidad de trabajo.

De acuerdo a la encuesta realizada a los moradores del sector en estudio la recolección de los desechos sólidos beneficia al 98 % de los habitantes permitiéndoles de esta manera disminuir la contaminación por residuos, el servicio de recolección lo realiza la empresa EMAC EP. Con una frecuencia de recolección, los días martes y viernes.

El porcentaje poblacional de recolección de desechos se ilustra en la figura 6.

Figura 6. Porcentaje de recolección de desechos



Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

3.3.3 Infraestructura vial.

La infraestructura vial incide mucho en el desarrollo económico de los pueblos, las vías en buen estado permiten la comunicación terrestre con diferentes puntos de la tierra e interconectan los puntos de producción y comercio, mejorando la economía del país.

La parroquia El Valle cuenta con “428.22 km de vialidad de las cuales 130,48 km conforman vías de segundo, tercer y cuarto orden” (PDOT El Valle, 2015, p.278), que interconectan a diferentes comunidades de la parroquia. El sector en estudio al norte está conformado por vías de segundo orden la cual conecta el centro parroquial con las comunidades de Gualalcay y Santa Martha y la otra por el oeste que une la vía principal con la comunidad de Paredones, siendo necesario el constante mantenimiento para evitar que su capa de rodadura se deteriore y se mantenga en condiciones de funcionalidad. Dentro del área de estudio también existen calles de longitudes reducidas de tercer orden construidas para el acceso domiciliario y conservadas por los propietarios.

En la tabla 5 se define el tipo de vía de acuerdo a su capa de rodadura.

Tabla 5. Jerarquía vial

Tipo de vía	Capa de rodadura
Primer orden	Asfaltada
Segundo orden	Lastrada
Tercer orden	Tierra carrozable
Cuarto orden	Sendero o chaquiñán

Fuente: PDOT El Valle, 2015, (p.295)

Elaboración: Propia

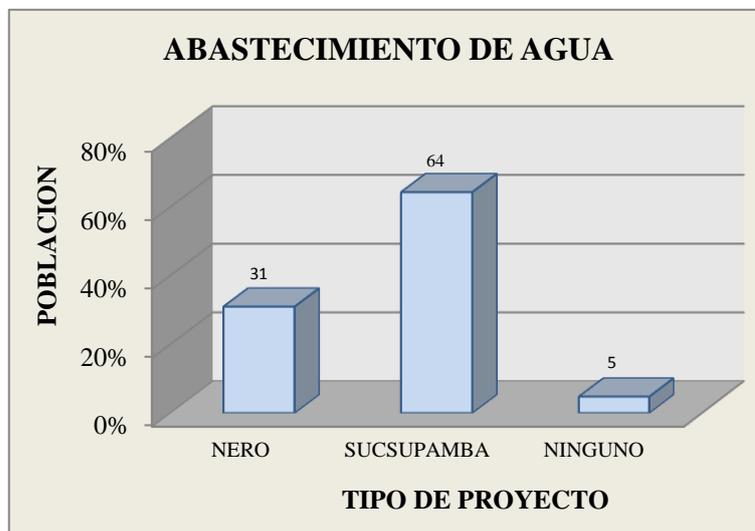
3.3.4 Abastecimiento de agua.

El Valle al ser una de las parroquias más pobladas del cantón Cuenca necesita gran cantidad de recursos hídricos para el consumo humano, pero uno de los problemas principales es el déficit de agua que se presenta en la parroquia, la poca cantidad de líquido que existe en la mayoría son “recolectadas de vertientes y quebradas.” (PDOT El Valle, 2015, p.89), las mismas que tienen su fuente en lugares muy distantes a los beneficiarios, de esta manera encareciéndose su transporte y tratamiento. De acuerdo a los datos de la encuesta realizada en la zona de estudio se ha obtenido que el 31 % de la población tiene agua potable y el 64 % tiene agua entubada y un 5 % no tiene ningún tipo por tratarse de construcciones nuevas.

Los habitantes de la parte alta del sector en estudio son los únicos que se benefician del agua potable debido a que por allí pasa una red de la empresa de agua potable NERO el resto de la comunidad tiene el servicio de agua entubada del proyecto Sucsupamba.

En la figura 7 se ilustra el porcentaje de familias que disponen de agua potable del proyecto NERO y agua entubada del proyecto Sucsupamba.

Figura 7. Abastecimiento de agua



Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

3.3.5 Saneamiento.

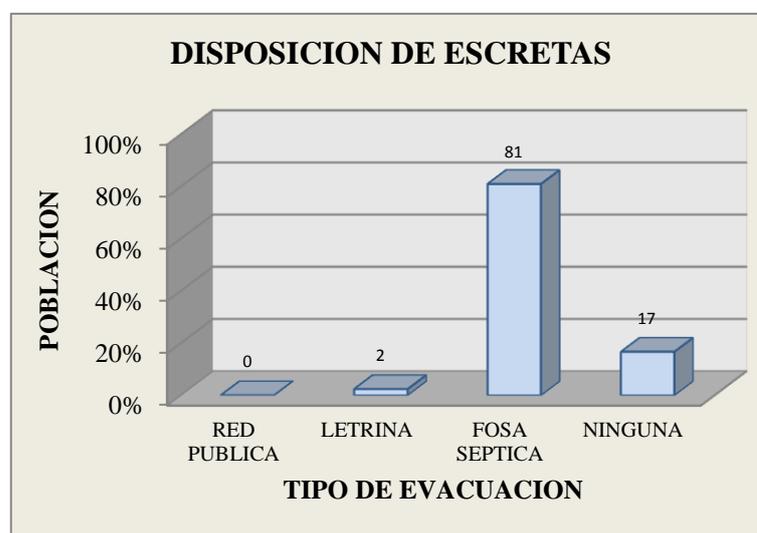
Según la OMS “Saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios.” (http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/).

De acuerdo a los datos presentados por el censo 2010, la parroquia de El Valle nos indica que el 31.06 % de la población se beneficia de alcantarillado, por lo cual el gobierno parroquial se ha propuesto continuar trabajando para dotar de este servicio al resto de comunidades.

La zona en estudio, debido a las características topográficas del lugar carece en su totalidad de una red de recolección para las aguas servidas.

De la encuesta realizada el 81% de la población dispone sus aguas residuales en fosa séptica domiciliaria, el 0.02 % tiene letrina y el 17 % no tienen sistema de evacuación de las aguas residuales, indicando que en el último porcentaje está incluido aquellas viviendas que son recién construidas y que aún no habitan en ellas.

Figura 8. Disposición de escretas



Fuente: Encuesta socio económica - sanitaria

Elaboración: Propia

Con respecto al uso de pozos sépticos domiciliarios el 38% de la población manifiesta que sufren de malos olores que emanan estos sistemas de tratamiento que tienen actualmente los vecinos.

4 PARAMETROS DE DISEÑO

4.1 Normativa y criterios de diseño

Para la realización del presente estudio se ha consultado varias normas nacionales e internacionales como: INEN, RAS 2000, Ex – IEOS, normas de la OPS y normas de la secretaria del agua. De las cuales se ha extraído parámetros y criterios para el dimensionamiento del sistema de alcantarillado así como para el diseño de la planta de tratamiento.

4.2 Material de las tuberías

En la actualidad existen a la venta varios tipos de tubería de diferentes características y materiales quedando a criterio del diseñador utilizar el tipo de tubería que cumpla las especificaciones requeridas.

Para la selección del material que se utilizará en el diseño de las tuberías se considera algunos parámetros y criterios de diseño como: tasas de infiltración, velocidades máximas y mínimas, coeficiente de rugosidad, tipo de instalación, transporte, etc.

El tipo de tubería seleccionada para este sistema se trata de tubería PVC tipo “B” sanitario con uniones elastoméricas, las mismas que deben cumplir la norma **INEN NTE 2059**.

4.3 Levantamiento topográfico

La topografía es el primer paso que debe realizar en toda obra de ingeniería ya que con ello se conocerá las características físicas del área o lugar en donde se realizara el diseño de una obra.

Para todo proyecto antes de realizar el levantamiento topográfico se debe realizar un reconocimiento previo del terreno identificando todas las características del lugar, luego se procederá a realizar el levantamiento de información utilizando instrumentos que den información con la exactitud adecuada para ello se debe utilizar una estación total, GPS ,nivel de ingeniero, cintas, etc. Pudiéndose ayudar de otros datos como la información de levantamientos aerofotogramétricos y estudios existentes.

El levantamiento topográfico para un sistema de alcantarillado consistirá en la toma de puntos del terreno y puntos de determinadas obras y detalles que son de interés para el proyecto, esta información permitirá obtener curvas de nivel que describan con suficiente exactitud la planimetría y altimetría del terreno para elaborar los planos requeridos para el diseño de una forma detallada del lugar, con esta información se podrá definir la mejor propuesta técnica para al diseño de la red de alcantarillado y su planta de tratamiento.

La equidistancia o intervalo máximo entre curvas de nivel estará definido de acuerdo a la inclinación del terreno y resumido en la tabla 6.

Tabla 6. Distancias entre curvas de nivel de acuerdo a la pendiente del terreno

Pendiente media del terreno (%)	Equidistancia (m)
<2	0,5
2 al 5	1,0
5 al 10	2,0
10 al 20	2,5
>20	5,0

Fuente. CPE INEN 5 Parte 9-2,1997, (p.9)

De la misma manera López Cualla, (2003). “Indica que la escala mínima del levantamiento topográfico para alcantarillado sanitario es de 1:2000 y las curvas de nivel a cada metro” (p.360).

Una vez realizada la inspección general del área en estudio y definida una concepción general del proyecto se procedió a efectuar los trabajos de levantamiento topográfico utilizando una estación total Sokkia, en las vías y las franjas en las cuales se ubicarán los colectores, y el terreno en donde se diseñará el sistema de tratamiento. Las líneas de tubería se ilustran en el plano número 1 del ANEXO VII. Las coordenadas correspondientes a los pozos de revisión se encuentran detalladas en el ANEXO II

En cuanto a la información de las estaciones ubicadas en el levantamiento topográfico y sus respectivas referencias se encuentran en el ANEXO III, las mismas que podrán ser utilizadas para el replanteo al momento de la construcción.

4.4 Periodo de diseño

Las diferentes normas que regulan el periodo de diseño de las tuberías y obras civiles complementarias en un sistema de alcantarillado se debe a varios factores entre los más importantes tenemos: el tamaño de la población y su capacidad económica, tipo de materiales a utilizarse, tasa de crecimiento poblacional, densidad actual y de saturación, etc.

Así la norma CPE INEN 5 Parte 9-2 (1997) y la norma CO 10.7 - 602 – revisión de la secretaria del agua, establece que: “Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años.” (p.17), (p.28).

La norma RAS (2.000). Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales establece diferentes periodos dependiendo del nivel de complejidad del sistema, que se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. *Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias*

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño (años)
Bajo y medio	15
Medio alto	20
alto	25

Fuente: RAS-2000, (p.D23)

Una vez analizado las diferentes normas expuestas anteriormente para el diseño se considera tomar un periodo de diseño de 20 años.

Por tanto teniendo como datos lo siguiente:

- ✓ Año 2016: Elaboración de los estudios y diseños
- ✓ Año 2017: Construcción de las obras
- ✓ Año 2017: Inicio de la vida útil del proyecto
- ✓ Año 2036: Fin de la vida útil del proyecto estimada en 20 años
- ✓ Población actual: 157 Habitantes.

En cuanto a las etapas de implementación de las obras, como la magnitud del proyecto es de escala pequeña y la necesidad de brindar el servicio es urgente, se ha establecido una sola etapa de construcción tanto para la recolección como para la depuración de aguas servidas.

4.5 Dotación de agua potable

La cantidad de agua diaria que utilizan las personas depende del nivel económico de la población, la calidad de servicio que brinde la empresa o sistema de agua, el clima, hábitos higiénicos y culturales, etc.

En relación a la zona de estudio la empresa suministradora de agua potable es el proyecto NERO la misma que proporciona 10 m³ mensuales por familia y de acuerdo a la relación de la población existente y el número de viviendas (4 hab/vivienda) tenemos una dotación de 83 (lit./hab.*día), pero como en la comunidad existe un número considerable de familias que no dispone de este sistema y utilizan agua entubada sin medidor se considera que hay una dotación mayor asumiendo una dotación de 130 (lit./hab.*día).

4.6 Población de diseño

La población que se tomara para el diseño de la red será aquella que resulte de un análisis previo utilizando mínimo tres métodos recomendados en la CPE INEN 5 Parte 9-1, (1992), (pp. 41)

Para iniciar el análisis tomaremos los datos obtenidos en la encuesta realizada en el lugar de estudio y tabulada en el numeral 3.2 del presente estudio, el cual nos presenta una población actual de 157 habitantes.

El área de estudio al ser únicamente una parte del sector de Quillopungo y al no existir datos poblacionales exactos se procedió a tomar los datos adquiridos en el censo de población y vivienda del año 2010 correspondiente a la parroquia El Valle, del cual se toma el valor de la tasa de crecimiento anual de $i = 2,92\%$.

Tomando las sugerencias de las normas utilizadas se analizará la población futura por tres métodos conocidos.

4.6.1 Proyección Aritmética.

Este método se basa en datos teóricos y muy pocas veces se puede llegar a dar este tipo de crecimiento poblacional ya que para su cálculo “supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la Migración.” (Nogales & Quispe, 2009, p.20).

Para la cuantificación de la proyección aritmética se utilizara la siguiente expresión.

Ecuación 1. Proyección Aritmética

$$Pf = Po\left(1 + \frac{i*t}{100}\right)$$

Fuente: Nogales & Quispe, 2009, (p.20)

En dónde:

Pf = Población futura (hab)

Po = Población inicial (hab)

t = Número de años de estudio o periodo de diseño (años).

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%).

4.6.2 Proyección Geométrica.

Este método es “aplicable en poblaciones que mantengan una importante actividad económica, y que poseen importantes áreas de expansión las cuales en el futuro pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades.” (Nogales & Quispe, 2009, p.21).

Es decir considera el crecimiento poblacional proporcional a su tamaño y desarrollo.

Para la cuantificación de la proyección geométrica se utilizará la siguiente expresión.

Ecuación 2. Proyección Geométrica

$$Pf = Po\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

Fuente: Nogales & Quispe, 2009, (p.21)

En dónde:

Pf = Población futura (hab).

Po = Población inicial (hab).

t = Número de años de estudio o periodo de diseño (años).

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%).

4.6.3 Proyección Exponencial.

“Este método es adecuado para poblaciones que registren un constante desarrollo y posean áreas de expansión considerables”, (Nogales & Quispe, 2009, p.21). Utilizando datos obtenidos en varios censos anteriores.

Para la cuantificación de la proyección exponencial se utilizará la siguiente expresión.

Ecuación 3. *Proyección Exponencial*

$$P_f = P_o * e^{\left(\frac{i * t}{100}\right)}$$

Fuente: Nogales & Quispe, 2009, (p.21)

En dónde:

Pf = Población futura (hab).

Po = Población inicial (hab).

t = Número de años de estudio o periodo de diseño (años).

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%).

e = Base de los logaritmos neperianos equivalente a 2.718

Una vez descritos los métodos a utilizarse en el presente estudio se procederá a tabular e interpretar los datos obtenidos en la tabla 8.

Tabla 8. *Proyección poblacional.*

Nº	AÑO	METODO ARIMETICO	METODO GEOMETRICO	METODO EXPONENCIAL
0	2016	157	157	157
1	2017	162	162	162
2	2018	166	166	166
3	2019	171	171	171
4	2020	175	176	176
5	2021	180	181	182
6	2022	185	187	187
7	2023	189	192	193
8	2024	194	198	198
9	2025	198	203	204
10	2026	203	209	210
11	2027	207	215	216
12	2028	212	222	223
13	2029	217	228	229
14	2030	221	235	236
15	2031	226	242	243
16	2032	230	249	250
17	2033	235	256	258
18	2034	240	264	266
19	2035	244	271	273
20	2036	249	279	282

Fuente: Elaboración propia

De los datos cuantificados por tres métodos descritos anteriormente se elige los datos obtenidos por el método geométrico (279 habitantes) por ser un método que calcula la población considerando las características existentes en Quillopungo y por ser un dato intermedio entre las demás proyecciones.

4.7 Densidad poblacional

El área y la población a servirse con redes de alcantarillado sanitario convencional elegidas, son las siguientes:

Tabla 9. Población, área y densidad de la zona en estudio

Población de diseño elegida	279 hab
Área servida	4.709 ha
Densidad población para el área servida	59 hab/ha

Fuente: Elaboración propia

4.8 Caudales de diseño

Las aguas residuales a ser evacuadas por el sistema de alcantarillado sanitario están constituidas por:

- ✓ Aguas residuales domésticas
- ✓ Aguas residuales industriales pre tratadas, comerciales e institucionales
- ✓ Contribución por infiltración
- ✓ Conexiones clandestinas o erradas

CPE INEN 5 Parte 9-1,1992, (p.186)

4.8.1 Caudal medio de aguas residuales domésticas.

El caudal medio diario de aguas residuales domésticas se define como la contribución durante un periodo de 24 horas, obtenida como un promedio durante un año y se calcula para el principio y final del período de diseño. Este caudal será el producto de la población

aportante y de las dotaciones de agua potable correspondientes al inicio y final del período de diseño, afectado por el coeficiente de retorno.

En función de la población y de la dotación de agua potable, el gasto medio de aguas residuales domesticas se calcula con:

Ecuación 4. *Caudal medio de aguas residuales domésticas en función de la población*

$$qard = \frac{K.P.Dot}{86400} \quad \text{Fuente: López Cualla, 2003, p. (390)}$$

En dónde:

qard. = caudal medio de aguas residuales domesticas (lit/seg)

P = población aportante (hab)

K = coeficiente de retorno

Dot = dotación percapita de agua potable (lit/hab*día)

86,400 = número de segundos al día.

En función del área y la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada zona se calcula con la siguiente ecuación.

Ecuación 5. *Caudal medio de aguas residuales domesticas en función del área servida*

$$qard = \frac{K.Dot.D.A}{86400} \quad \text{Fuente: López Cualla, 2003, (p389)}$$

En dónde:

qard. = caudal medio de aguas residuales domesticas (lit/seg)

D = densidad de la población de la zona (hab/ha)

K = coeficiente de retorno

Dot = dotación per cápita de agua potable (lit/hab*día)

A = área de drenaje de la zona (ha)

86,400 = número de segundos al día.

4.8.2 Caudal de aguas residuales industriales (qari).

El caudal de aguas residuales industriales son datos variables debido a que dependen del tipo, tamaño y ubicación de las industrias, por tanto los aportes deben de ser cuantificados particularmente para cada caso, utilizando información existente o realizando encuestas, censos e investigando los consumos industriales y sus posibles ampliaciones en el futuro.

La estimación de las aguas residuales de las “industrias pequeñas localizadas en zonas residenciales o comerciales pueden utilizarse los valores mostrados en la tabla 10.” (RAS 2000, (p.D34).

Tabla 10. *Contribución de aguas residuales industriales en función del nivel de complejidad*

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (lit/seg/ha.ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0-1,5

Fuente: RAS 2000, (p.D35)

4.8.3 Caudal de aguas residuales comerciales (qarc).

Este tipo de aguas son los desechados por los comercios, hoteles, restaurantes, tiendas, etc. Podemos cuantificar de dos maneras dependiendo de la distribución de los comercios.

En las zonas comerciales que se disponga de información precisa sobre el consumo neto de agua, coeficientes de retorno y densidad poblacional se puede obtener el caudal de manera similar al cálculo de aguas residuales domésticas.

Para zonas mixtas comerciales y residenciales pueden utilizarse los caudales medios presentados en la tabla 11.

Tabla 11. *Contribución de aguas residuales comerciales en función del nivel de complejidad*

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (lit/seg*ha.com)
Cualquier	0,4 – 0,5

Fuente: RAS 2000, (p.D35)

4.8.4 Caudal de aguas residuales institucionales (qarinst).

Cuando en el área de estudio exista instituciones sean públicas o privadas es necesario cuantificar la cantidad de agua residual que cada una de ellas depositan en la matriz de alcantarillado tomando en cuenta que cada institución tienen aportes diferentes debido al tamaño y características de cada institución. Sin embargo la norma RAS (2000), nos sugiere que “para instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional presentados en la tabla 12.” (p.D35).

Tabla 12. *Contribución institucional mínima en zonas residenciales*

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional (lit / seg*ha*inst)
Cualquier	0,4 - 0,5

Fuente: RAS 2000, (p.D35)

4.8.5 Contribución por infiltración.

Durante la vida útil del proyecto y la construcción misma se puede producir diferentes tipos de fallas constructivas que no pueden ser evaluadas por simple inspección, en varios puntos de la red como: uniones entre tramos de la tubería, pozos de revisión, conexiones domiciliarias y en las mismas paredes de la tubería, permitiendo el ingreso a la tubería de aguas que se encuentran en el subsuelo.

La cantidad del caudal de infiltración depende de las características de permeabilidad del suelo en donde se vaya a construir el alcantarillado sanitario, este caudal se puede medir de acuerdo a la longitud del tramo de tubería o por la cantidad de área drenada para cada tramo.

La norma del ex - IEOS, (1986), numeral 5.1.4.7 literal b recomienda utilizar los siguientes valores.

Tabla 13. Caudal de infiltración (norma Ex - IEOS)

a.- Para sistemas de alcantarillado existente, con juntas mortero cemento y contacto con aguas freáticas	
A < 10 HA	$Q_{inf} = 48.50 \text{ m}^3/\text{HA} \cdot \text{día}$ (constante)
A = 10 – 5000 HA	$Q_{inf} = 67.34 * A^{(-0.1425)}$
b.- sistemas nuevos de alcantarillado o sistemas existentes, con juntas resistentes a la infiltración	
A < 40.50 HA	$Q_{inf} = 14.00 \text{ m}^3/\text{HA} \cdot \text{día}$ (constante)
A = 40.50 – 5000HA	$Q_{inf} = 42.51 * A^{(-0.30)}$

Fuente: Ex – IEOS, (1986)

En los cálculos correspondientes se optará por estimar el caudal por la cantidad de superficie drenada para cada tramo, considerando que el sistema es nuevo y el área de estudio es menor a 40.50 ha, por tanto se toma el valor de:

$$Q_{inf} = 14.00 \text{ m}^3/\text{HA} \cdot \text{día}$$

4.8.6 Conexiones clandestinas o erradas.

Este tipo de aportes se debe considerar con mucha importancia, especialmente en localidades donde no exista alcantarillados pluviales “debido a que las personas equivocadamente realizan conexiones que provienen de las aguas lluvias domiciliarias.” (López Cualla, 2003.p.395). Y es muy probable que en tiempos de grandes precipitaciones se produzca un colapso de la red de alcantarillado y las aguas servidas diluidas salgan a la superficie en los pozos de revisión o en las mismas conexiones domiciliarias.

Para estimar este caudal existen varios criterios que se puede utilizar dependiendo del tamaño de la población, servicios de alcantarillado pluvial, densidad poblacional, etc.

En sistemas nuevos de alcantarillado, la norma Ex – IEOS, (1986), numeral 5.1.4.7 literal c sugiere utilizar un aporte mínimo de 80 lit/hab*día, para evitar que el sistema de alcantarillado colapse por conexiones de aguas lluvias e ilícitas.

4.9 Coeficiente de retorno (C)

La cantidad de agua residual que produce una familia es menor a la cantidad de agua potable suministrada, debido a que existen perdidas por diferentes factores como regadío, aseo de la casa, abrevado de animales, costumbres de los habitantes, etc.

“Al coeficiente de retorno se le conoce como al porcentaje de agua potable utilizada por las personas para el uso doméstico y que es devuelta a un sistema de recolección de aguas residuales como aguas negras.” (López Cualla, 2003.p.390).

Para su determinación existen métodos como el experimental realizado en base a mediciones en el campo o se puede obtener mediante el uso de valores presentados en tablas.

La CPE INEN 5 Parte 9-1, (1992), nos indica que: “Para comunidades que no disponen de sistemas de alcantarillado, se podrán utilizar valores obtenidos para otras ciudades y/o de la literatura técnica, justificando siempre el valor seleccionado.” (p.186)

El RAS 2000 nos presenta los siguientes datos que pueden ser analizados de acuerdo al nivel de complejidad del sistema y tomados para el diseño.

Tabla 14. *Coefficiente de retorno de aguas servidas domésticas*

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno C
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto*	0,8 - 0,85

Fuente: RAS 2000, (p.D34)

Cumpliendo con las normativas analizadas se considera un aporte de aguas servidas igual al 80% de la dotación de agua potable $C= 0,8$.

4.10 Factor de mayoración (M)

Considerando las variaciones de la cantidad de agua que consume las personas y debido al aumento poblacional con el pasar del tiempo es necesario adicionar un factor de mayoración al cálculo del caudal máximo horario.

Existen varios factores de mayoración para el cálculo hidráulico, para el presente estudio únicamente tomaremos el coeficiente de Harmon que se adapta a las características de nuestro estudio y se obtiene mediante la siguiente expresión:

Ecuación 6. *Ecuación de Harmon*

$$M = 1 + \frac{14}{(4 + \sqrt{P})}$$

Fuente: OPS/CEPIS/05.169UNATSABAR,(p.21)

En dónde:

M = coeficiente de mayoración

P = número total de habitantes

4.11 Sistemas de alcantarillado condominial

Un sistema de “alcantarillado condominial es la tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones con descarga a la red pública en un punto.” (Martínez Adela, 2001 p.24). La línea de alcantarillado condominial será definido según la topografía del terreno, en vista de que esta trabajara a gravedad y se debe colocar siguiendo la línea natural del terreno.

Este tipo de alcantarillados sirve para cubrir grandes extensiones de terrenos con pocas viviendas minimizando considerablemente el costo de construcción. “Es importante e imprescindible integrar el trabajo social y la participación comunitaria con los aspectos técnicos de ingeniería y diseño.” (OPS/CEPIS/05.169, UNATSABAR, p.14).

4.11.1 Diámetros de los colectores condominiales

Está en función de las características y la cantidad de las aguas residuales a recolectarse siendo necesario considerar como diámetro mínimo, “el diámetro que se usa para las descargas domiciliarias y en el caso de inicios de tramo el diámetro mínimo será de 75mm.” (Gonzales B., 2008, p.7).

4.11.2 Accesorios

Al ser un sistema de diámetros pequeños con materiales de PVC es necesario utilizar accesorios del mismo material como “(Tees, Yees,) con unión de espiga campana y la utilización de pegamento especial para PVC.” (Gonzales B., 2008, p.7).

4.11.3 Pozos domiciliarios

Los pozos domiciliarios o de revisión en una red de alcantarillado condominial pueden ser contruidos de hormigón simple, “mampostería de piedra, ladrillo o simplemente se puede colocar un tubo de HS de 300 mm de diámetro” (Gonzales B., 2008, p.7).

4.11.4 Excavación y relleno

Este tipo de alcantarillados “no necesita la precisión de un alcantarillado convencional” (Gonzales B., 2008, p.8), debido a su escasa profundidad, las excavaciones se pueden realizar, con mano de obra no calificada en algunos casos es necesario que la comunidad intervenga como contraparte del proyecto. De igual manera el relleno de las zanjas se puede realizar con el material del sitio de forma manual.

4.11.5 Ventajas de un alcantarillado condominial

- No es necesario de equipo topográfico
- No es necesario mano de obra calificada para la colocación de la tubería
- Las excavaciones no son profundas
- La red de alcantarillado puede ser colocadas por los terrenos, patios, aceras, jardines, etc.
- Menor tiempo en la colocación de la tubería y accesorios
- Las longitudes entre pozos de revisión pueden ser mayores a 100 m.
- Diámetros pequeños
- Utilización de equipos más sencillos para la operación y mantenimiento.
- Por todas las ventajas anotadas en este numeral, el costo de construcción se reduce aproximadamente en un 50 % con relación a un sistema convencional.

4.12 Estructura de descarga

Corresponde a la obra final que se debe hacer para descargar las aguas tratadas a un cuerpo receptor. Cuando se diseñen este tipo de obras “se debe procurar que las estructuras de descarga viertan las aguas a presión atmosférica y en casos muy específicos en forma sumergida; podrá hacerse a ríos, lagos, al mar, a pozos de absorción, a riego, etc.” (Comisión nacional del agua, 2009, p.80). Otro parámetro importante a considerarse son los datos hidrológicos del cuerpo receptor, para conocer las cotas de descarga de tal manera que en época de invierno esta no se inunde.

4.13 Planos

La representación gráfica de los estudios y resultados obtenidos son ilustrados en los planos los cuales “deben tener curvas de nivel equidistantes a un metro y elevaciones de terreno en cruceros y puntos notables entre cruceros, como puntos bajos, puntos altos, cambios de dirección o pendiente” (comisión nacional del agua, 2009, p.65). Los planos están presentados en el ANEXO VII, en los cuales las escalas de anotación se indican en cada una de las láminas, en cuanto a los planos de perfiles la escala horizontal es de 1:1000 y la escala vertical es de 1:100.

5 DISEÑO DE LA RED DEL ALCANTARILLADO

5.1 Diámetro de tuberías

Los diámetros que se utilizan en el diseño de alcantarillados dependerán del tipo de material del cual estén contruidos así como también deben satisfacer los parámetros de diseño y cumplir las normas vigentes para el diseño.

5.2 Profundidades

Debido a que la mayoría de las tuberías de alcantarillado se encuentran debajo de las vías de acceso hay que tomar en cuenta las profundidades mínimas para que el tráfico vehicular no destruya las tuberías, considerando que las profundidades sean adecuadas para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias.

La CPE INEN 5 Parte 9-1, (1992), establece que: “cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,20 m de alto sobre la clave del tubo.” (p. 189)

Para el caso de tuberías que tengan que atravesar por vías peatonales, terrenos o zonas verdes el RAS (2000) nos indica que “la profundidad mínima puede ser de 0,75 m de alto, a la cota clave del tubo, y en algunos casos especiales en donde tengan problemas de drenaje se puede optar por profundidades menores a las indicadas en la tabla 15, considerando varios aspectos estructurales para proteger la tubería.” (p.D41)

Tabla 15 . Profundidad mínima de colectores

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: RAS 2000, (p.D41)

De la misma manera el RAS (2000) establece que “para profundidades mayores a 5m se debe considerar aspectos geotécnicos del suelo y estructurales del material a colocarse durante y después de su construcción.” (p.D41)

Las profundidades de diseño en el presente estudio se presentan en el cuadro de cálculo y en los planos adjuntados en el ANEXO VI Y VII respectivamente.

5.3 Velocidad en las tuberías

Este es un parámetro indispensable que se debe evaluar al momento de diseñar un sistema de alcantarillado, si se toma velocidades erróneas puede fracasar el sistema sea por falta o exceso de este parámetro.

Las aguas que salen de las viviendas contienen sólidos y es necesario que estas tengan una velocidad de flujo que produzca auto limpieza y evite la sedimentación. De la misma manera no deberán tener velocidades que produzcan erosión en las tuberías.

Así el (CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992), nos indica que “La velocidad de líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del periodo de diseño, no sea menor que 0,45m/s y que preferiblemente sea mayor a 0,6, m/s para impedir la acumulación de gas sulfhídrico

en el líquido.” (p.190). Y las velocidades máximas dependerán de las características y tipo de la tubería, la norma recomienda utilizar los siguientes valores.

Tabla 16. *Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados*

Material	Velocidad máxima m/s	Coefficiente de rugosidad
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 – 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Fuente: CPE INEN 5 Parte 9-1,1992, (p.190)

Para el diseño se tomará una velocidad mínima de 0.6 m/seg. Y una máxima de 4.5 m/seg.

5.4 Pozos de Revisión

En todo sistema de alcantarillado siempre existirá cambio de velocidades, cambios de pendientes, cambio de direcciones y variación en las profundidades de la tuberías, en las cual es necesario incluir pozos de revisión y salto, estos pueden ser construido en el sitio de la obra y el diámetro interior del pozo será diseñado de acuerdo al diámetro de las tuberías instaladas y “el diámetro superior será como mínimo de 60 cm, la reducción del diámetro desde el interior al exterior se realizara utilizando un tronco cónico excéntrico” (CO 10.07 – 601,p.285).

Los pozos recibirán tuberías con una altura máxima de 90 cm con respecto al fondo, para facilitar la operación y evitar desgastes mayores en el hormigón de las paredes y del

fondo del pozo. En caso de requerirse un mayor salto se diseñarán pozos con estructuras especiales de salto.

El fondo del pozo deberá tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo sin interferencias hidráulicas que conduzcan a pérdidas grandes de energía.

Las diferentes normas consultadas coinciden en las distancias máximas que estas obras complementarias deben ser colocadas, estas longitudes se indicadas en la tabla 17.

Tabla 17. *Distancias máximas entre pozos de revisión*

Diámetro de la tubería (mm)	Distancia máxima entre pozos (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Fuente: NORMA CO 10.7 – 602, (p.40).

5.5 Pendientes

En un sistema de evacuación de aguas residuales, las tuberías y colectores por lo general se debe diseñar de acuerdo a la topografía del terreno para que trabaje a gravedad, y que cumplan las velocidades especificadas en el estudio, sin embargo en el campo nos encontraremos con diferentes desniveles del terreno, siendo necesario realizar estudios y obras necesarias para solucionar los problemas debido a pendientes bajas y altas, para obtener tramos cortos con pendientes óptimas.

5.6 Ubicación

Las tuberías de alcantarillado sanitario deben estar ubicadas en las vías, en “posición sur, oeste” (CPE INEN 5 Parte 9-2, p.26), a “¼ del eje de la vía” (RAS 2000, p.26), para evitar el encuentro con redes de otros sistemas, se debe diseñar de manera que “todas las tuberías pasen por debajo de las redes de agua potable debiendo dejar una altura libre proyectada de 30 cm cuando ellas sean paralelas y de 20 cm cuando se crucen.” (CO 10.07 – 601, p.281)

5.7 Cálculo hidráulico de la red

El diseño de los colectores se realizará tratando de seguir en lo posible la pendiente natural del terreno. El diámetro mínimo establecido para las redes sanitarias según la normativa analizada es de 200 mm en redes principales y para redes condominiales se asume un diámetro de 160 mm.

Para el diseño hidráulico del sistema se utilizará la fórmula de Manning, que tiene la siguiente expresión:

Ecuación 7. *Fórmula de Mannig*

$$Q = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Fuente: OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, (p.25)

Ecuación 8. Velocidad

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

Fuente: OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, (p.25)

Ecuación 9. Continuidad

$$Q = VA$$

Fuente: OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, (p.25)

Ecuación 10. Caudal

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$$

Fuente: OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, (p.25)

En donde:

Q = Caudal a sección llena (m³/s)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad

D = Diámetro de la tubería (m)

V= Velocidad (m/s)

A= Área

Los valores de coeficiente de rugosidad (n) adoptado es el siguiente:

➤ Tuberías de PVC: n = 0,011

Los elementos hidráulicos, se calcularán utilizando las siguientes expresiones, que están en función del ángulo central θ , y del diámetro (D) de la tubería.

5.7.1 Caudal sanitario

El caudal sanitario utilizado para el dimensionamiento del sistema de recolección se define como la suma de los caudales; máximo simultáneo de aguas servidas, más el caudal de infiltración y más el caudal de aguas ilícitas.

Ecuación 11. *Caudal sanitario*

$$Q_{san} = q_{max} + q_{inf} + q_{ai}$$

Fuente: Nogales & Quispe, 2009, (p.76)

Donde:

Q = Caudal sanitario

q max = Caudal máximo

qinf = Caudal de infiltración

qai = Caudal de aguas ilícitas

5.7.2 Descripción del sistema diseñado

- ✓ Las redes principales se han diseñado con diámetros de 200 mm que inicia en el pozo P1 en la vía a Paredones y termina en el pozo P14 de la calle E con una longitud total de 891.49 m, otras redes consideradas como principales están ubicadas en las calles A entre el punto A1-P3, en la calle B entre el punto B1-P8 y en la calle C entre el punto C1-P5 con diámetros de 200 mm y longitudes de 157.62 m, 115.51 m, y 46.68 m, respectivamente, la calle D entre el punto D1-P6 con diámetro de 160 mm y 54.14 m de longitud, otra red importante es la que recoge

todas las aguas residuales del sistema diseñado y lleva hacia la planta de tratamiento, ubicada entre los puntos P14 y la planta de tratamiento con un diámetro de 200mm y una longitud de 73.49m.

- ✓ En cuanto a las redes condominiales, se han diseñado en tres tramos con longitudes de 86m, 51,15 y 340,27 y todas con un diámetro de 160mm.
- ✓ Los pozos de las redes condominiales serán del mismo tipo y material del sistema convencional debido a las profundidades a las que se encuentran
- ✓ Las redes condominiales se encuentran localizadas en lugares donde no existen acceso vehicular por tanto debe realizarse manualmente
- ✓ Debido a la irregularidad del terreno por donde irán las redes condominiales se recomienda seguir el perfil del terreno.
- ✓ Todas las tuberías de las redes, principales y condominiales serán de PVC tipo “B”

5.7.3 Resultados de los diseños hidráulicos.

Las corridas hidráulicas efectuadas indican que:

- ✓ El caudal de diseño en los tramos de inicio es inferior al mínimo establecido por lo cual se ha propuesto un caudal de 2,2 l/s, para efectos de auto limpieza, razón por la cual en los cálculos correspondientes, las características hidráulicas como velocidad de diseño y la relación altura de agua/diámetro (d/D) han sido obtenidas para el caudal de 2,2 l/s.
- ✓ Se presenta el diseño tramo a tramo reportando los caudales medio sanitario, ilícitas e infiltración, así como también se resumen las características geométricas de cada

tramo (diámetro, longitud, pendiente), las relaciones hidráulicas (d/D , q/Q , v/V , rh/Rh), caudales y velocidades de diseño.

- ✓ Las tuberías se instalarán con pendientes que van desde el 1.04% al 51.38%.
- ✓ Las profundidades de excavación para la instalación de las tuberías principales estarán comprendidas entre 1,40 m y 2,20 m. Estas profundidades de excavación permitirán tener recubrimientos de las tuberías suficientes para la protección adecuada de las tuberías.
- ✓ Las profundidades de excavación para la instalación de las redes condominiales estarán comprendidas entre 1.4 m y 0.80m. se ha considerado profundidades menores debido a que estas redes se encuentran en zonas verdes.
- ✓ Todas las velocidades de flujo determinadas con el caudal de diseño están dentro de los parámetros preseleccionados incluyendo las redes condominiales.
- ✓ En general las alturas de agua en las tuberías son pequeñas y en ningún caso han sobrepasado la sección media del tubo, debido principalmente al pequeño caudal de diseño y a las buenas pendientes a las que se colocarán las tuberías.

Para el cálculo hidráulico de la red se utilizará en la tabla elaborada en el programa Excel y datos obtenidos de auto cad.

La tabla de cálculo se encuentra en el ANEXO VI

6 TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Una planta de tratamiento es una “estructura artificial en la cual mediante un proceso natural y controlado nos permite reducir el contenido de la materia orgánica y de sustancias de carácter físico, químico y biológico reduciendo considerablemente la cantidad de contaminación existente en las aguas residuales domesticas antes de su descarga al medio natural.” (http://www.imsaguas.com/files/planta_tratamiento_agua_potable.pdf).

En el caso de sistemas nuevos de alcantarillados sanitarios, el primer paso para realizar un saneamiento en una localidad es el diseño de las redes y consecutivamente el diseño de un sistema de tratamiento el miso que debe alcanzar una línea de tratamiento mínimo del secundario, el cual nos permita disminuir la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y coliformes totales con el objeto de cumplir los parámetros establecidos en el libro VI, anexo I del TULAS.

6.1 Parámetros de diseño

Para el diseño del sistema de tratamiento, se debe estimar la población de diseño, dotación de aguas servidas y se calculará empleando las Normas ecuatorianas INEN, la Colombiana RAS 2000. Título E y la norma de la organización panamericana de la salud OPS.

6.2 Alternativas

Después de haber realizado la inspección del área del proyecto y constatado las características topográficas del lugar se procedió a sugerir dos sitios en donde se puede emplazar el sistema de tratamiento, considerando las siguientes características.

- El terreno donde se lo vaya a construir debe tener acceso a un cuerpo receptor.
- Que el terreno no presente señales de deslizamientos y este alejado de las viviendas para evitar los posibles olores que pueda emanar la planta.
- Que las redes principales y condominiales no tengan problemas de llegar a la planta de tratamiento.
- La extensión del terreno debe ser superior al área necesaria para la construcción del sistema de tratamiento.
- Que el efluente resultante tenga por lo menos las características mínimas que se establecen en la regulación nacional de acuerdo al uso que se prevea para las aguas del cuerpo receptor.
- La tecnología aplicada debe ser conocida a cabalidad y sus resultados comprobados.
- No requieran de una operación y mantenimiento complicados.

6.3 Descripción de las alternativas de tratamiento

Las dos alternativas que cumplían las exigencias mínimas para la ubicación del sistema de tratamiento fueron.

- La primera opción ubicada en las coordenadas: $X = 725325.826$ y $Y = 9672877.867$ de propiedad de la Sr. Fanny Paute.

- La segunda opción ubicada en las coordenadas: $X = 725417.562$ y $Y = 9672970.030$ de propiedad de los herederos del señor Juan Quilli.

6.3.1 Análisis y selección de alternativas

Luego de seleccionar como la mejor alternativa a la primera opción se procedió a socializar con la propietaria del terreno teniendo como respuesta, que la Sra. Fanny Paute se arrepintió de vender el lote, durante el transcurso del levantamiento de información, quedando como única alternativa la segunda opción.

Se procedió a realizar el levantamiento del terreno para identificar todas sus características y realizar el diseño del sistema de tratamiento.

El sitio elegido presenta las características necesarias para el diseño como: pendientes moderadas, una área de 2100.51 m², está junto a la quebrada Burrococha, y tiene acceso de la tubería de llegada de las aguas residuales domésticas.

6.4 Línea de tratamiento propuesta

Existen varias líneas de tratamiento que nos permiten una elevada remoción de DBO y Coliformes (patógenos) para pequeñas comunidades entre ellas los sistemas de lagunaje, pantanos o humedales, filtros de arena, filtración en el suelo, filtración aeróbica y anaeróbica y riego. Sin embargo para definir el tipo de tratamiento que se optara se consideró las características que presenta la comunidad de Quillopungo especialmente la área en donde se emplazará la planta la misma que presenta los siguientes limitantes y ventajas propias del sector:

Limitantes

- ✓ Es difícil la adquisición de un terreno con buenas características topográficas
- ✓ Terrenos con superficies reducidas inferior a 0,25 ha.
- ✓ Las pendientes del terreno son elevadas
- ✓ Falta de acceso vehicular a los terrenos
- ✓ Se requieren sistemas de simplicidad operacional y que demanden las menores inversiones posibles.

Ventajas

- ✓ El clima del sector es frío.
- ✓ El área en la cual se implantará el sistema de tratamiento está libre de posibles inundaciones
- ✓ El nivel freático se encuentra muy profundo (estudio geotécnico de la zona)
- ✓ La capacidad portante del terreno es elevada (estudio geotécnico de la zona)
- ✓ El cuerpo receptor se encuentra cerca de la planta de tratamiento
- ✓ La población es menor a 1000 habitantes.

Con la finalidad de preservar los recursos hídricos y de acuerdo a las características presentes en el terreno adquirido se propuso la siguiente línea de tratamiento, antes de llegar al cuerpo receptor.

- Tanque séptico de doble cámara
- Filtro biológico anaerobio

Las aguas tratadas serán vertidas en la quebrada Burrococha.

6.5 Diseño de la planta

Existen diferentes formas y criterios para realizar el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales, empleando normativas nacionales e internacionales considerando las características físicas y geológicas del lugar en donde se construirá el sistema de tratamiento.

6.5.1 Fosa séptica.

Una fosa séptica consiste en un tanque de sedimentación de una o más cámaras en las cuales se realiza la sedimentación de las partículas gruesas.

El material sedimentado (los sólidos) forma en el fondo del depósito una capa de lodos o fango, degradado biológicamente con el tiempo y que debe extraerse periódicamente”

Dentro del tanque se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo es donde se acumulan los sólidos o lodos, en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia. (<http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-tanquessepticos.htm>).

6.5.2 Parámetros básicos de diseño

La normativa utilizada y las fórmulas utilizadas en el cálculo de la fosa séptica son tomados de la: “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización” de la OPS. (p.7). y OPS/CEPIS/05.169UNATSABAR, (p.10).

Tabla 18. *Parámetros básicos de diseño*

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Población de diseño	P	279	habitantes
Longitud de red principal	l	m	1414.29
Dotación de agua potable	dot	130	lit/hab*día
Dotación de aguas residuales	Q	104	lit/hab*día
Aporte de aguas servidas	C	80	%
Intervalo de limpieza en años	N	1	año
Volumen de lodos producidos	G	50	lit/hab*año
Aportación de volumen de lodos	Vd	50	lit/hab*día
Periodo de retorno	PR		días
Demanda Bioquímica de Oxígeno al ingreso	(DBO ₅)	mg/l	120
Coliformes Totales (NMP) al ingreso		NMP/100ml	1,7 x 10 ⁸

Fuente: Elaboración propia

6.5.3 Cálculo del volumen.

- **Periodo de retención.**

$$PR = 1.5 - 0.3 * \text{Log} (P*Q)$$

CALCULO

$$PR = 0.16 \text{ días}$$

“El periodo de retención mínimo es de 6 horas.” OPS/CEPIS/05.16, (pp.7).

Asumo:

$$PR = 0,30 \text{ días}$$

- **Volumen de sedimentos (Vs)**

$$V_s = ((P*Q)*PR)/1000$$

$$V_s = 8.70 \text{ m}^3$$

- **Volumen de lodos (Vd)**

Según la (OPS/CEPIS/05.16). “La cantidad de lodos producidos por habitante y por año, depende de la temperatura ambiental y de la descarga de residuos de la cocina” (p.7).

Los valores a considerar son:

Clima cálido 40 litros/hab*año

Clima frío 50 litros/hab*año

$$V_d = (GPN)/1000$$

$$V_d = 13.95 \text{ m}^3$$

- **Volumen de natas (Vn)**

“Como valor se considera un volumen mínimo de 0,7 m³.” OPS/CEPIS/05.163, (p. 7).

Asumo: $V_n = 1 \text{ m}^3$

- **Volumen útil del tanque (Vu)**

$$V_u = V_s + V_d + V_n$$

$$V_u = 23.65\text{m}^3$$

Asumo:

$$V_u = 24\text{m}^3.$$

6.5.3.1 Dimensionamiento del tanque.

Para definir los criterios sobre las dimensiones del tanque analizamos las normas, OPS/CEPIS/05.16, p.9. y la RAS 2000 título E

La norma OPS/CEPIS/05.16 en su página 9 nos indica que la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.

La norma RAS 2000 título E nos presenta la siguiente tabla:

Tabla 19. Valores de profundidad útil

Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m ³)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

Fuente RAS 200 título E (p. 31).

Se Tomará las recomendaciones y se asumirá una profundidad H= 2m.

En cuanto a la relación de la longitud con el ancho de la fosa séptica así mismo se analizará mediante las recomendaciones de las dos normas:

La norma OPS/CEPIS/03.80, en su página 10 nos sugiere la relación entre el largo y ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendido entre 2:1 a 5:1.

La RAS 2000 título E nos sugiere que la relación ancho / largo mínima para tanques prismáticos rectangulares de 2: 1 y máxima de 4: 1

Asumimos.

$$L/B = 3$$

$$L=3B$$

En donde:

L = longitud total (m)

B = ancho (m)

H = Profundidad (m)

Como el volumen útil es:

$$V_u = 24m^3.$$

$$V_u = L*B*H$$

Donde tenemos:

$$L = 5.96m$$

$$B = 1.99$$

Valores Asumidos

$$L = 6\text{m.}$$

$$B = 2\text{m.}$$

$$H = 2\text{ m.}$$

- **Dimensiones de los compartimientos.**

Según la (OPS/CEPIS/05.16). “Si el tanque séptico tiene un ancho W , la longitud del primer compartimiento debe ser $2W$ y la del segundo W ”. (p.9).

Por Tanto:

Las dimensiones del primer tanque serán

$$L_1 = 4\text{m.}$$

$$B = 2\text{m.}$$

$$H = 2\text{m.}$$

Las dimensiones el segundo tanque serán:

$$L_2 = 2\text{m.}$$

$$B = 2\text{m.}$$

$$H = 2\text{m.}$$

- Altura de pared del compartimiento

Como se asumió $H = 2\text{m}$.

La altura de la pared se asume 2.10m .

- Altura de paso de agua en la pared del compartimiento

Se toma $h = 2/3$ de H

Por tanto $h = 2/3 * 2$

$$h = 1.33\text{m}.$$

$$\text{Asumo } h = 1.30\text{m}$$

6.5.4 Eficiencia esperada.

De acuerdo a la bibliografía consultada, los valores de eficiencia esperados en las unidades de los tanques sépticos para los parámetros DBO_5 , sólidos suspendidos y coliformes totales son:

- Para DBO_5 : entre 30 y 40 %; en los diseños se ha tomado un 40%.
- Para sólidos suspendidos: entre 50 y 65 %; en los diseños se ha tomado un 50%.
- Para coliformes totales: entre 40 y 60 %; en los diseños se ha tomado un 50%.

Fuente:(RAS 2000, p.E46)

Si tenemos que las características del agua servida en estos parámetros es:

- $\text{DBO}_5 = 120 \text{ mg/l}$

- Sólidos suspendidos = 220 mg/l
- Coliformes totales = 1,70E+08 NMP/100ml

Fuente: (Alvarado Zenteno. D, pp.19,24, 33)

Entonces el efluente del tanque séptico esperado será:

- $DBO_5 = 72 \text{ mg/l}$
- Sólidos suspendidos = 110 mg/l
- Coliformes totales = 8,5E+07 NMP/100ml

6.5.5 Filtro anaerobio.

Un Filtro Anaeróbico es un reactor biológico de cama fija que al fluir las aguas residuales por el filtro, se atrapan las partículas y se degrada la materia orgánica por la biomasa que está adherida al material del filtro.

Los materiales comúnmente utilizados para el filtro incluyen grava, piedras quebradas, carboncillo. El tamaño típico de los materiales del filtro varía entre 12 y 55 mm de diámetro.

El Filtro Anaeróbico puede ser operado ya sea con flujo ascendente o descendente. Se recomienda el modo de flujo ascendente porque hay un menor riesgo de que la biomasa fijada sea arrastrada. Y que el nivel de agua debe cubrir el material del filtro por lo menos 0.3 m para garantizar un régimen de flujo regular.

El Filtro Anaeróbico debe ser hermético, y no debe ser construido en áreas de nivel freático alto o donde hay inundaciones frecuentes.

Dependiendo de la disponibilidad de terreno y el gradiente hidráulico del drenaje (si es el caso), el filtro anaeróbico puede ser construido sobre o bajo tierra. Puede ser instalado en todo tipo de clima aunque su eficiencia se reduce en climas más fríos. (<http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t2.html>).

Ventajas por las cuales se eligió el diseño de un filtro anaerobio.

- Las remociones de coliformes fecales, DBO y organismos patógenos observadas son buenas.
- Generan poca cantidad de lodos.
- La operación y mantenimiento constituyen actividades eventuales y relativamente sencillas.
- Requieren pequeñas áreas y no demandan de unidades mecanizadas.

6.5.5.1 Dimensionamiento.

El dimensionamiento se ha realizado para carga máxima hidráulica, comprobándose los valores obtenidos para carga máxima orgánica.

La tasa hidráulica recomendada dice que debe estar entre 3.7 y 9.4 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$; habiéndose adoptado en los diseños el valor de 8 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$. La verificación del dimensionamiento para carga orgánica indica que la tasa hidráulica resultante debe ser menor a la tasa orgánica permitida de 2 kg DBO/ m^3 de piedra y, además se ha comprobado que la carga volumétrica de diseño se encuentre en el rango de 0,2 a 0,5 kg DBO/ $(\text{m}^3 \times \text{día})$. (RAS 2000, p.E70)

Datos:

Población en viviendas	279 habitantes
Longitud de redes de alcantarillado	1414.29 m.
Dotación al final del período de diseño para domicilios	104 lit/(hab x día)
Aporte de aguas servidas	0.80
Caudal medio de aguas servidas	0.269 (lit/seg)
Caudal de infiltración (PVC)	0.141 (lit/seg)
Caudal medio de tiempo seco	0.410 (lit/seg)
Caudales de Infiltración para PVC (Tabla OPS p.21)	0.1 (lit/seg/km)
Caudal de diseño $Q =$	35.43 m ³ /d
Tasa hidráulica recomendada (Th) $\leq 9.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Se toma	$8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{d})$
Área transversal de filtros = $A = Q/Th =$	4.43 m ²
$A=B*L$	
Se asume un largo $L=$	4.00 m
$B=A/L$ se elige: $B=$	1.50m
$H=$	1.80m
Tiempo de retención = $V/Q =$	0,30 días
Volumen Unitario = Volumen / habitantes	0.039 m ³ /hab.

6.5.5.2 Comprobación de diseño.

DBO al ingreso:	120 mg/lit
Efluente DBO de fosa séptica con remoción del (40)%	60%
DBO a la salida de la fosa séptica = $120 * 60\%$	72mg/lit
Caudal de diseño Q	0.410 lit/seg

Carga orgánica afluente L (Kg DBO/día)

$$L = 72 * 0,410 * 86.4 / 1000 \quad L = 2.55 \text{ Kg DBO/día}$$

$$\text{Carga volumen de diseño} = 0.1 \text{ a } 0.15 \text{ Kg DBO}/(\text{m}^3 * \text{día}) = 0.35 \text{ Kg DBO}/(\text{m}^3 * \text{día})$$

$$\text{Volumen Necesario } V_n \quad L/L_v = 7.29 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Real} = V_r = 10.80 \text{ m}^3$$

- Pérdida de carga en el material granular (H_f)

$$H_f = (L * v) / K$$

Longitud horizontal de flujo a través del lecho granular L (m) 4.00m.

Velocidad a través del lecho filtrante $v = Q / (B * H)$ 1.52 E-4 m/s

Coefficiente de permeabilidad K para gravas entre 1.9 y 3.8 cm = 0.1

Por tanto la pérdida de carga en el material filtrante será:

$$H_f = 0.00608 \text{ m.}$$

6.5.6 Eficiencia esperada

De acuerdo a la bibliografía consultada, los valores de eficiencia esperados en las unidades de los filtros anaeróbicos para los parámetros DBO_5 , sólidos suspendidos y coliformes totales son:

- Para DBO_5 : entre 65 y 80 %; en el diseño se ha tomado un 65%.
- Para sólidos suspendidos: entre 60 y 70 %; en el diseño se ha tomado un 65%.
- Para coliformes totales: alrededor de 80 %; en el diseño se ha tomado 80%.

Fuente: RAS 2000. (p.E46)

Si tenemos que las características del agua luego de pasar por el tanque séptico en estos parámetros es:

- $\text{DBO}_5 = 72 \text{ mg/l}$
- Sólidos suspendidos = 110 mg/l
- Coliformes totales = $8,50\text{E}+07$ NMP/100ml

Entonces se espera que el efluente de los filtros biológicos anaeróbicos salga en las siguientes condiciones:

- $\text{DBO}_5 = 25,2 \text{ mg/l}$
- Sólidos suspendidos = 38,5 mg/l
- Coliformes totales = $1,7\text{E}+07$ NMP/100ml

6.5.7 Resultados del diseño

En los resultados del diseño que se presentan enseguida se podrá comprobar que los cálculos han sido realizados pensando tanto en el aspecto de la efectividad de tratamiento como en los costos de las obras y las facilidades constructivas. Así tenemos por ejemplo que una de las paredes del tanque séptico será la misma que la del filtro anaerobio, lo que vuelve a las obras más compactas y económicas. También se podrá observar que las obras de hormigón quedarán semi enterradas.

Con todos los procesos de tratamiento, el agua descargada al cuerpo receptor tendrá un elevado nivel de depuración, cumpliéndose con lo previsto en la reglamentación nacional sobre calidad de los efluentes tratados, (TULAS, libro VI, anexo I, tabla 12).

El área para la colocación del tanque séptico y filtro anaerobio será igual a 26.85m^2 , siendo las principales dimensiones exteriores, de cada proceso, iguales a:

- Tanque séptico: Largo = 6.55 m; Ancho = 2,40 m y Profundidad = 2,60 m
- Filtro anaerobio: Largo = 6.55m; Ancho = 1.70 m y Profundidad = 2.40m

7 PRESUPUESTO REFERENCIAL

7.1 Presupuesto

Una vez realizado los estudios definitivos del proyecto el siguiente paso es la determinación de las cantidades de obra de los diferentes partes que está compuesto el proyecto y así poder cuantificar el valor total de la obra mediante una serie de análisis de cada uno de los componentes que conforman el proyecto, utilizando una hoja de cálculo o si es posible utilizando programas existentes para este fin.

7.2 Estructura de los costos de un presupuesto

Dependiendo del tipo de obra y presupuesto requerido se puede estructurar un presupuesto con diferentes características de acuerdo a la necesidad requerida.

En el presente estudio considerando el tipo de obra y sus características la estructura del presupuesto estará compuesta por dos grupos principales como: costos indirectos y los costos directos

7.2.1 Costos indirectos

Según la cámara de comercio de Quito (2004) “considera costos indirectos a la suma de gastos técnico – administrativo necesarios para la ejecución de un proyecto y que no han sido considerados como costos directos.”(P.69). “Representados generalmente por gastos de dirección técnica, administración, organización, vigilancia, supervisión, fletes, acarreo y prestaciones sociales correspondientes al personal técnico, directivo y administrativo.” (Beltrán Razura, 2012, p.6).

Generalmente un costo indirecto esta compuesto por dos partes:

7.2.1.1 El costo indirecto por administración central

Se considera a la suma de los gastos que se requiere en la oficina central de la empresa “para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos.”(Beltrán Razura, 2012, p.9).

7.2.1.2 El costo indirecto por administración de campo.

Son los costos que se requieren en el sitio del proyecto para realizar adecuaciones y ejecutar la obra de acuerdo a las bases del contrato o para lograr el cumplimiento de normativas.

7.2.1.3 Calculo de costo indirecto

“Se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de los trabajos de que se trate.”(Beltrán Razura, 2012, p.9).

7.2.2 Costos directos

Se denomina costos directos al valor obtenido de la suma de todos los componentes principales que se necesita para realizar una obra. Agrupada en tres grupos como son: materiales, mano de obra y equipo necesario para el proyecto

Para realizar el análisis de cada grupo es necesario contar con el estudio definitivo del proyecto como documento base para cuantificar la cantidad de cada uno de los materiales, intervención de personal, volúmenes de excavación, volúmenes de rellenos, mano de obra, herramienta, maquinaria, etc.

7.2.2.1 Materiales

El mayor costo de una obra son los materiales generalmente están entre el 50 y 70 % del costo total de la obra por ello es necesario que para realizar el presupuesto se debe extraer minuciosamente todos los materiales y sus cantidades que serán instalados a lo largo el proyecto y que se encuentran determinadas en el estudio definitivo.

7.2.2.2 Equipo necesario

Del análisis del estudio definitivo se puede obtener todos los procedimientos y características constructivas y definir el tipo de herramienta y maquinaria necesaria para llevar a cabo el desarrollo de la obra

7.2.2.3 Mano de obra

La mano de obra es otro de los rubros importantes en una obra, se trata del costo de los recursos humano empleados en una obra. Su costo será cuantificado de acuerdo al tipo de trabajo o cuadrilla a la que pertenezca, basado en el número de horas y días en la que intervenga en el proyecto.

Para obtener los costos reales de cada componente que integran los costos directos es necesario realizar un obtener el precio de cada componente por unidad de medida que conforma cada uno de los rubros involucrados en el proyecto

7.3 Análisis de Precios Unitarios (APU)

El APU es el punto de partida para realizar un presupuesto detallado de una obra, consiste en el análisis pormenorizado de cada componente que incluirá en cada rubro establecido para la implementación total del proyecto.

En la tabla 20 se presentará el presupuesto referencial para la ejecución del proyecto.

Tabla 20. *Presupuesto referencial*

Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Oferente: EL VALLE
 Ubicación: COMUNIDAD DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE
 Fecha: MAYO - 2016

PRESUPUESTO

Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		RED DE RECOLECCION				127,265.89
1,001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,662.32
1,001,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	965.97	3.18	3,071.78
1,001,002	502035	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m ³	10.17	4.24	43.11
1,001,003	502010	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m ³	35.58	3.35	119.19
1,001,004	502036	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 2<H<4 m	m ³	4.58	4.97	22.76
1,001,005	502056	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material roca, cuchara 40 cm	m ³	0.51	31.76	16.20
1,001,006	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	405.66	14.81	6,007.82
1,001,007	502004	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m ³	19.64	17.78	349.20
1,001,008	502006	Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m ³	1.45	17.78	25.78
1,001,009	502007	Excavación manual en suelo conglomerado, 2<H<4 m	m ³	0.26	24.89	6.47
1,002		TOPOGRAFIA				234.97
1,002,001	503008	Replanteo y nivelación para alcantarillados	Km	1.47	160.38	234.97
1,003		LASTRADO DE VIAS				3,055.94
1,003,001	502156	Material de lastre para vías (tendido y compactado)	m ³	183.32	16.67	3,055.94
1,004		ENTIBADOS Y RELLENOS				38,865.79
1,004,001	502042	Entibado continuo	m ²	350.00	19.60	6,860.00
1,004,002	502041	Entibado discontinuo	m ²	124.00	11.44	1,418.56
1,004,003	502019	Relleno compactado en zanjas, material de mejoramiento	m ³	1,016.88	27.14	27,598.12
1,004,004	502015	Relleno compactado con plancha, material de sitio	m ³	427.02	7.00	2,989.11
1,005		TUBERIA DE PVC				44,507.41
1,005,001	551021	Tubería PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	ml	921.26	31.99	29,471.11
1,005,002	551020	Tubería PVC d = 160 mm, U/E 1 MPA	ml	543.85	24.26	13,193.80
1,005,003	522079	Cama de arena e=5cm. (suministro e instalación)	m ²	737.00	2.50	1,842.50

1,006		POZOS DE REVISION				16,677.03
1,006,001	545019	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, incluye tapa, cerco y/o brocal	u	41.00	375.84	15,409.44
1,006,002	545020	Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, incluye tapa, cerco y/o brocal	u	3.00	422.53	1,267.59
1,007		TRANSPORTE Y DESALOJO DE MATERIAL				2,894.73
1,007,001	502013	Cargado de Material a máquina	m ³	1,271.01	1.39	1,766.70
1,007,002	502157	Transporte de materiales hasta 5 km, incluye pago en escombrera	m ³	317.75	1.90	603.73
1,007,003	502032	Transporte de Materiales para desalojo mayor a 5 Km (incluye esponjamiento)	m ³ /km	953.26	0.55	524.29
1,008		CONEXIONES DOMICILIARIAS				11,367.69
1,008,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	113.40	3.18	360.61
1,008,002	502010	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m ³	2.10	3.35	7.04
1,008,003	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	17.50	14.81	259.18
1,008,004	522015	Sum.+Instal. Desague 160mmx3m Tipo B	ml	210.00	11.45	2,404.50
1,008,005	522051	Sum. + Instal. Yee PVC 160 Mm - Tipo B	u	12.00	13.45	161.40
1,008,006	522080	Sum. + Instal. Silla Yee PVC con reducción 200x160 mm	u	30.00	32.11	963.30
1,008,007	545001	Pozo till d = 300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	42.00	87.73	3,684.66
1,008,008	502018	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m ³	115.50	27.14	3,134.67
1,008,009	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m ³	17.50	5.30	92.75
1,008,010	502013	Cargado de Material a máquina	m ³	144.38	1.39	200.69
1,008,011	502157	Transporte de materiales hasta 5 km, incluye pago en escombrera	m ³	14.44	1.90	27.44
1,008,012	502032	Transporte de Materiales para desalojo mayor a 5 Km (incluye esponjamiento)	m ³ /km	129.94	0.55	71.47
2		PLANTA DE TRATAMIENTO				28,383.51
2,001		PRELIMINARES				69.44
2,001,001	503001	Replanteo, trazado y nivelación para edificaciones	hora	4.00	17.36	69.44
2,002		MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,809.93
2,002,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	77.56	14.81	1,148.66
2,002,002	502004	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m ³	18.20	17.78	323.60
2,002,003	502006	Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m ³	1.08	17.78	19.27
2,002,004	502158	Excavación manual en roca	m ³	0.11	21.48	2.30
2,002,005	501008	Abatimiento del nivel freático por bombeo	hora	48.00	7.22	346.56
2,002,006	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m ³	29.61	5.30	156.93
2,002,007	502018	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m ³	19.25	27.14	522.45

2,002,008	557166	Sobrecarreo de Material	m ³ /m	24.06	12.06	290.16
2,003		VARIOS				172.80
2,003,001	548016	Sum. Candado de 80mm	u	3.00	57.60	172.80
2,004		CERRAMIENTO				6,691.31
2,004,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	5.90	14.81	87.38
2,004,002	502158	Excavación manual en roca	m ³	0.02	21.48	0.52
2,004,003	519122	Puerta de malla para cerramiento (incluye colocación)	u	5.70	263.47	1,501.78
2,004,004	540069	Sum. - Inst. Malla de cerramiento 50/12 h=2.0 con tubo HG 2"	ml	36.70	36.30	1,332.21
2,004,005	513007	Mampostería de piedra con mortero 1:4	m ³	11.01	96.59	1,063.46
2,004,006	540068	Cerca de alambre de puas 2 hebras con postes de hormigón prefabricados 1.5m @ 3m (4 hilos)	ml	226.90	9.58	2,173.70
2,004,007	505153	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m ³	1.51	128.87	195.11
2,004,008	507002	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ² , en varillas de 8 a 16 mm	kg	112.63	1.86	209.49
2,004,009	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m ²	8.40	13.30	111.72
2,004,010	514064	Replantillo de piedra e = 15 cm	m ²	2.42	6.59	15.95
2,005		FOSA SEPTICA, FILTRO BIOLÓGICO Y POZOS DE INGRESO Y SALIDA				14,754.57
2,005,001	505011	H°S° f'c=240 kg/cm ² , con impermeabilizante (en concretera)	m ³	29.20	122.56	3,578.75
2,005,002	505137	Aux: hormigón simple f'c=180kg/cm2	m ³	2.76	83.18	229.58
2,005,003	507002	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ² , en varillas de 8 a 16 mm	kg	2,996.43	1.86	5,573.36
2,005,004	512029	Enlucido recto manual con mortero 1:2, e=1.5 cm, mas impermeabilizante	m ²	76.38	12.42	948.64
2,005,005	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m ²	183.53	13.30	2,440.95
2,005,006	528092	Sum. Ins. Tapa Tool 80x80cm	u	1.00	65.30	65.30
2,005,007	528093	Sum. Ins. Tapa Tool 100x100cm	u	1.00	68.66	68.66
2,005,008	522016	Sum.+Instal. Desague 200mmx6m Tipo B	ml	4.23	14.32	60.57
2,005,009	522049	Sum. + Instal. Codo Desague PVC 90°x 160mm con C - Tipo B	u	1.00	14.90	14.90
2,005,010	522081	Sum. + Instal. Codo Desague PVC 90°x 200mm con C - Tipo B	u	3.00	18.18	54.54
2,005,011	522082	Sum. + Instal. Tee PVC con Reducción 200x160mm E/C - Tipo B	u	1.00	31.56	31.56
2,005,012	528094	Válvula HF d =200mm, sello de bronce sin anclajes	u	1.00	544.75	544.75
2,005,013	552005	Válvula HF d = 160 mm, sello de bronce sin anclajes	u	1.00	341.41	341.41
2,005,014	557163	Sum. Ins. Grava Graduada 12 a 18 mm	m ³	9.60	83.50	801.60

2,006		DESCARGA				796.17
2,006,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	4.05	14.81	59.98
2,006,002	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m ²	16.00	13.30	212.80
2,006,003	505002	H°S° f'c=210 kg/cm ² (en concretera)	m ³	3.02	113.93	344.07
2,006,004	507002	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ² , en varillas de 8 a 16 mm	kg	96.41	1.86	179.32
3		OBRAS DE PASO DE QUEBRADA				1,449.00
3,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m ³	5.76	14.81	85.31
3,002	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m ²	6.40	13.30	85.12
3,003	505002	H°S° f'c=210 kg/cm ² (en concretera)	m ³	2.08	113.93	236.97
3,004	507002	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ² , en varillas de 8 a 16 mm	kg	106.39	1.86	197.89
3,005	530085	Cerchas metálicas sostenimiento (acero en barras)	kg	290.40	2.84	824.74
3,006	514064	Replanto de piedra e = 15 cm	m ²	2.88	6.59	18.98
4		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				1,640.28
4,001	548007	Pasos peatonales de tabla	u	3.00	8.94	26.82
4,002	557165	Suministro e Instalación de Plastico	m ²	80.00	0.48	38.40
4,003	501012	Letrero informativo de la obra (metálico)	u	1.00	274.94	274.94
4,004	548011	Señales verticales A0004, suministro e instalación, 20 usos	u	4.00	3.77	15.08
4,005	548004	Señalización con cinta	ml	1,000.00	0.20	200.00
4,006	548010	Postes delineadores D0001, suministro e instalación, 20 usos	u	40.00	2.24	89.60
4,007	549015	Cono de señalización vial	u	6.00	6.78	40.68
4,008	548009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	ml	200.00	0.85	170.00
4,009	557164	Convocatorias de empleo local	u	2.00	29.58	59.16
4,010	548017	Equipos de Protección Personal EPP	u	20.00	18.28	365.60
4,011	548018	Reforestación con especies arbustivas nativas alrededor de la Planta de Tratamiento	u	1.00	360.00	360.00
SUBTOTAL						155,649.39
IVA						12%
TOTAL						174,327.44

Son: CIENTO SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTE Y SIETE CON 44/100 DÓLARES

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Los parámetros básicos utilizados en el diseño de la red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento se obtuvieron con el diagnóstico general de la zona.
- Con la finalización del estudio el GAD parroquial podrá iniciar los trámites para la construcción del alcantarillado sanitario el cual mejorará la condición de vida de los habitantes de Quillopungo.
- La construcción del sistema de alcantarillado evitará la contaminación ambiental, malos olores y la proliferación de enfermedades hídricas.
- El sistema de tratamiento propuesto ayudará a reducir la descarga de contaminantes presentes en las aguas residuales al cuerpo receptor.

8.2 Recomendaciones

- Construir el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de acuerdo al diseño.
- Evitar que los habitantes realicen conexiones erradas e ilícitas de aguas lluvias, para que el sistema de tratamiento trabaje de acuerdo a diseño propuesto.
- Realizar mantenimientos periódicos de la red de alcantarillado así como de la planta de tratamiento.
- Eludir la pérdida de las tapas de los pozos para evitar accidentes e infiltración de materiales extraños que puedan perjudicar al sistema.
- Complementar el presente estudio con el cálculo estructural y análisis de costos los cuales se recomienda realizar por parte del GAD parroquial.

- Gestionar a la empresa ETAPA EP. la realización del análisis del cuerpo receptor para una mejor caracterización del afluente.
- Construir una vía de acceso a la planta de tratamiento utilizando el camino de ingreso existente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado Zenteno David Emmanuel, Cárdenas Cárdenas Carlos Adrián. (2015). Sistematización de la información de las plantas de depuración de aguas residuales del sector rural del Cantón Cuenca – Azuay. (tesis previa a la obtención de título ingeniero civil). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Beltrán Razura, Alvaro, (2012). Costos y presupuestos, Mexico
- Beltrán Rodríguez, Leonardo. (2016). Energía y desarrollo. Recuperado el 10 de marzo de 2016 de <http://energiaadebate.com/energia-y-desarrollo/>
- Cámara de la Construcción de Quito, (2004). Manual de costos en la construcción, departamento técnico, octava edición, Quito Ecuador.
- Ciencias naturales, organismos, ambiente y sus interacciones. (2009) Contaminación por residuos. Recuperado el 10 de marzo de 2016 de <http://www.icarito.cl/2009/12/63-6561-9-contaminacion-por-residuos.shtml/>
- Comisión nacional del agua. (2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Recuperado de [http:// www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)
- Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. (s.f.) filtro anaeróbico. Recuperado el 12 de marzo de 2016 de <http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t2.html>
- Departamento de montes. (s.f.). Ecología y enseñanza rural. Recuperado el 10 de marzo de 2016 de <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s05.htm>

- Estación espacial civil ecuatoriana exa-iss-4. (2011-2012). Historia climatológica para Cuenca Ecuador. Recuperado de <http://cue.exa.ec/>
- González Borja Vicente, (2008) Sistema de alcantarillados condominial para asentamientos dispersos, Cámara de la Construcción de Cuenca, Boletín Informativo Técnico. Cuenca. Ecuador.
- Humedad. (s.f.) Recuperado el 10 de marzo de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, CPE INEN 005-9-1. (1992) (spanish): normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, primera edición, Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, CPE INEN 005-9-2. (1997) (spanish): código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, primera edición, Quito – Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS. (1986). Normas de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones con más de mil habitantes, ministerio de desarrollo urbano y vivienda, Quito – Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS. (1993). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, ministerio de desarrollo urbano y vivienda, Quito – Ecuador.

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI” (mayo 2014). Boletín climatológico anual.
- López Cualla, Ricardo Alfredo. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: escuela colombiana de ingeniería.
- Martínez, Adela. (2001). Sistemas condominiales de alcantarillado sanitario. Bolivia: Santillana S.A.
- Nogales Soria, Santos Fernando, Quispe Aricoma, Diomedes Tito. (2009). Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evacuación de aguas residuales” Cochabamba – Bolivia.
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Agua, saneamiento y salud. Recuperado el 11 de marzo de 2016 de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). Especificaciones técnicas para el diseño de tanques sépticos, Lima
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía para el diseño de tanques sépticos, Lima.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, Lima.
- Organización Panamericana De la Salud.(s.f.). Tanques sépticos. Recuperado el 12 de marzo de 2016 de <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-tanquessepticos.htm>
- PDOT. (2011). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia el Valle medio físico.

- PDOT. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia el Valle
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 (noviembre de 2000). Sección ii título D sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales república de Colombia ministerio de desarrollo económico dirección de agua potable y saneamiento básico Bogotá d.c.
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000, (noviembre de 2000). Sección ii título E sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales república de Colombia ministerio de desarrollo económico dirección de agua potable y saneamiento básico Bogotá d.c.
- Secretaria del agua CO 10.07 – 601, (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, Ecuador.
- Secretaria del agua CO 10.7 - 602 – revisión. Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, tanques imhoff y lagunas de estabilización, Ecuador.
- Texto unificado de legislación ambiental secundaria. (2003) TULAS, Ecuador.
- Wagner Wolfgang. (2010). recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia. Recuperado de <http://www.proapac.org>.

ANEXOS

ANEXO I

INFORME GEOTECNICO

**INFORME GEOTECNICO
PARA LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO –
PARROQUIA EL VALLE – CANTON CUENCA
– PROVINCIA DEL AZUAY**

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES

2.OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3.ALCANCE

4.EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....

5.MODELO GEOTÉCNICO DEL SITIO DE ESTUDIO

6.ANÁLISIS DE LOS ESTADOS LÍMITE DE FALLA DE LA CIMENTACIÓN

 6.1Modelo de la cimentación propuesta...

 6.2Análisis del estado límite de falla

7.RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

FIGURAS

ANEXOS

1. ANTECEDENTES

En base a la solicitud realizada por el Sr. DANIEL PUMA, se procedió a realizar el siguiente informe que comprende el **Estudio Geotécnico** para el predio donde emplazara LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO – PARROQUIA EL VALLE – CANTON CUENCA – PROVINCIA DEL AZUAY.

El área donde se emplazara el proyecto es de aproximadamente 150 m².

El presente documento muestra los resultados obtenidos de los análisis de los estados límites de carga y servicio para la solución de cimentación propuesta.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo realizar un levantamiento geotécnico del lugar donde se pretende implantar el proyecto, presentar los resultados de la campaña de exploración, determinación de la composición del subsuelo, determinar la capacidad portante y de servicio (asentamientos inmediatos) del suelo de fundación, recomendar la mejor alternativa de cimentación.

3. ALCANCE Y UBICACION

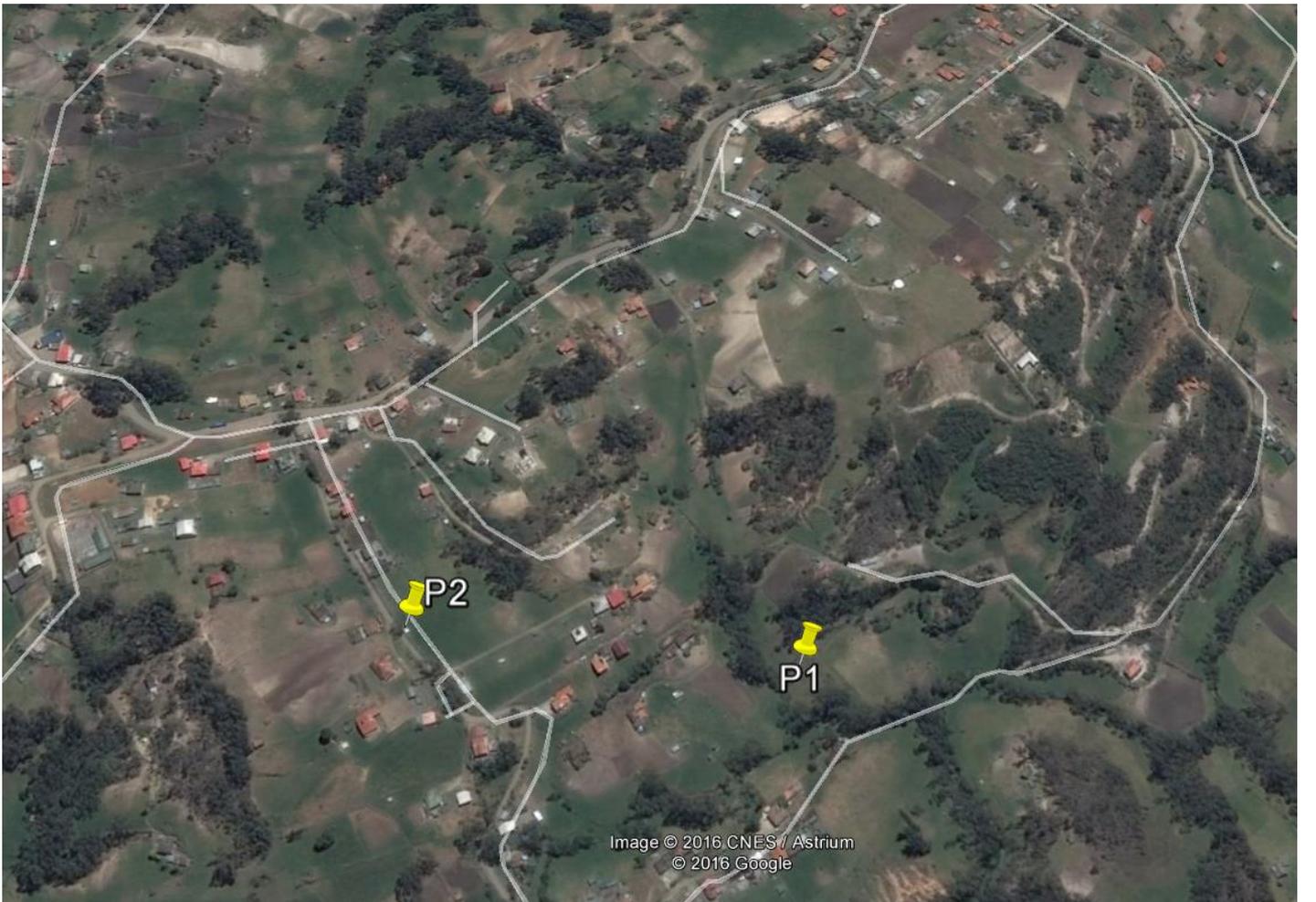
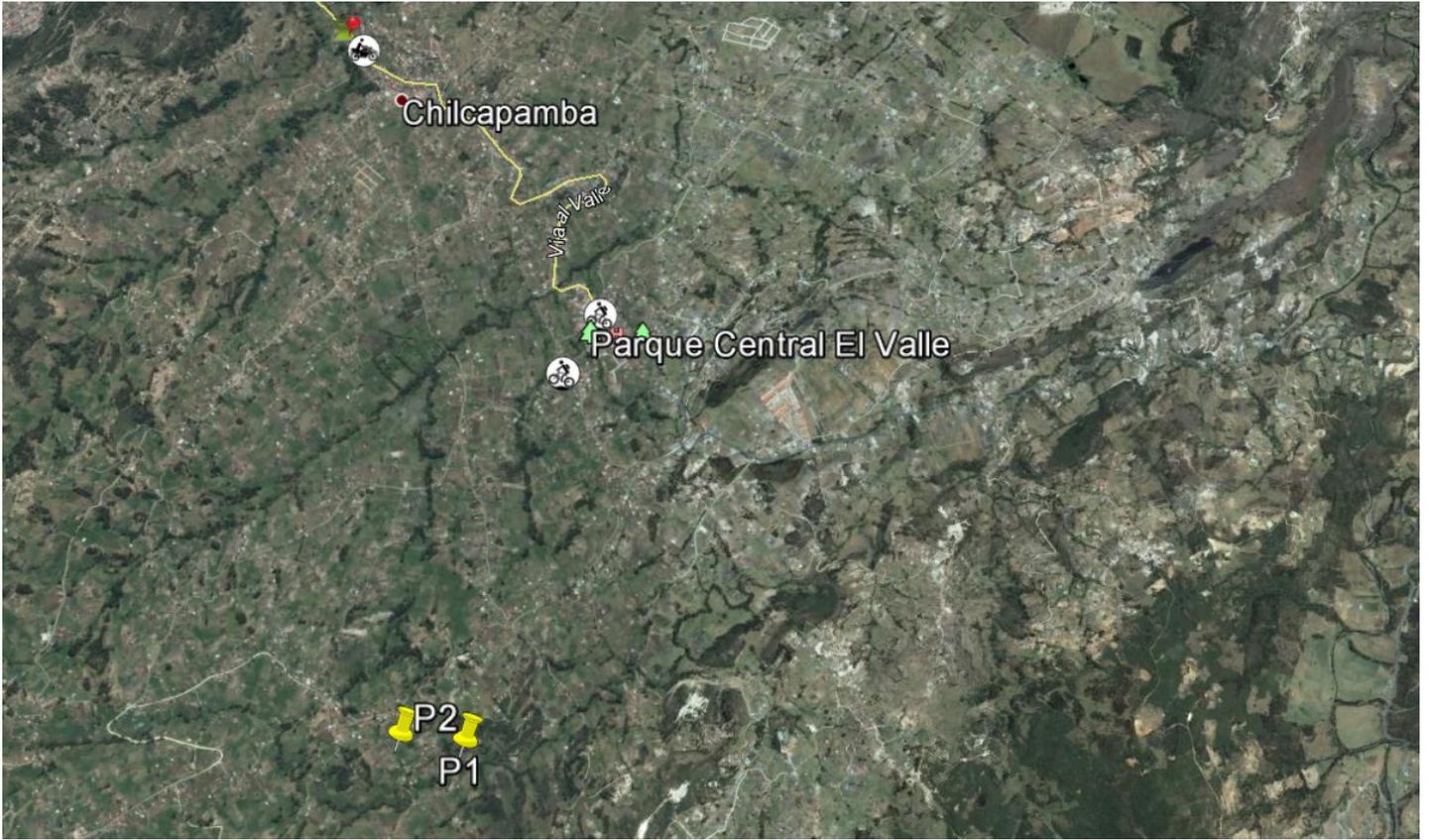
Para poder alcanzar los objetivos previstos, se consideraron los siguientes aspectos:

- Ejecución de un sondeo de exploración en el sitio de estudio, con equipo SPT, que llegó hasta una profundidad de 6.00 mtrs.; además se complementó el estudio con una perforación a cielo abierto hasta una profundidad de 2.00 mtrs, en un punto a lo largo de la línea de trazado de la tubería.
- Caracterización geotécnica del sitio de estudio, evaluando la historia de esfuerzos en el subsuelo.
- Evaluación del estado límite de falla de la cimentación propuesta.

El Proyecto se encuentra ubicado en la Parroquia El Valle - Cantón Cuenca- Provincia de Azuay.

La ubicación geoespacial del predio, de las perforaciones realizadas, y sus coordenadas UTM WGS84 se muestra a continuación:

POZO	COORDENADA S ESTE	COORDENADA NORTE	OBSERV.
P1	725415	9672957	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
P2	725117	9672994	ZONA DEL TRAZADO DE LA TUBERIA



4. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

La perforación realizada en la zona de implantación de la planta de tratamiento alcanzo a una profundidad de 6.00 mtrs.

La excavación a cielo abierto, en la zona del trazado de la tubería llevo a 2.50 mtrs de profundidad.

Para el estudio se empleo un equipo de perforación por percusión obteniéndose muestras mediante muestreadores tipo Cuchara Partida y en dichos estratos se efectuaron las pruebas de penetración estándar (SPT), para obtener el número N_{SPT} , que muestren la historia de esfuerzos en campo, y determinando la consistencia o compacidad de los suelos encontrados.

Se obtuvieron muestras a cada 1.00 metro para realizar los siguientes ensayos:

- Granulometría> Tamiz # 200: ASTM D422-63 y lavado en muestras que pasan por el tamiz # 200.
- Contenido de Humedad Natural (ASTM D2216).
- Plasticidad.- La cual se obtiene a través de las pruebas llamadas de "Límites de Atterberg", siendo estas las del límite líquido (ASTM 423-66) y límite plástico (ASTM 424-59).
- Ensayos SPT (ASTM D-1586).
- Ensayos de corte directo (ASTM D 3080-72).
- Clasificación de los suelos por SUCS y ASSHTO

5. MODELO GEOTÉCNICO DEL SITIO DE ESTUDIO

La caracterización geotécnica de las series estratigráficas del subsuelo se las describe a continuación, desde la superficie hacia estratos profundos, para el sitio del proyecto:

Pozo N° 1

- En esta perforación se determinó hasta los 2.50 mtrs la presencia de material arcilloso plástico negro compresible, este material es catalogado por la SUCS como CH.
- Desde 2.50 mtrs hasta la profundidad final del muestreo (6.00mtrs), se encontró la presencia de limos-arcillosos, de coloraciones café claras y amarillentas, de baja a mediana plasticidad, este material lo cataloga la SUCS como ML y MH.
- La consistencia en la perforación, evaluada mediante el número de golpes del ensayo SPT, se presenta creciente conforme se va profundizando pasando desde una consistencia "blanda" hasta "firme" con un número de golpes NSPT que va desde 7 hasta 34.
- No se determinó la presencia del nivel freático hasta la profundidad alcanzada en el muestreo. (marzo de 2016), sin embargo se presume que el nivel freático coincidirá con el espejo de agua de la quebrada.

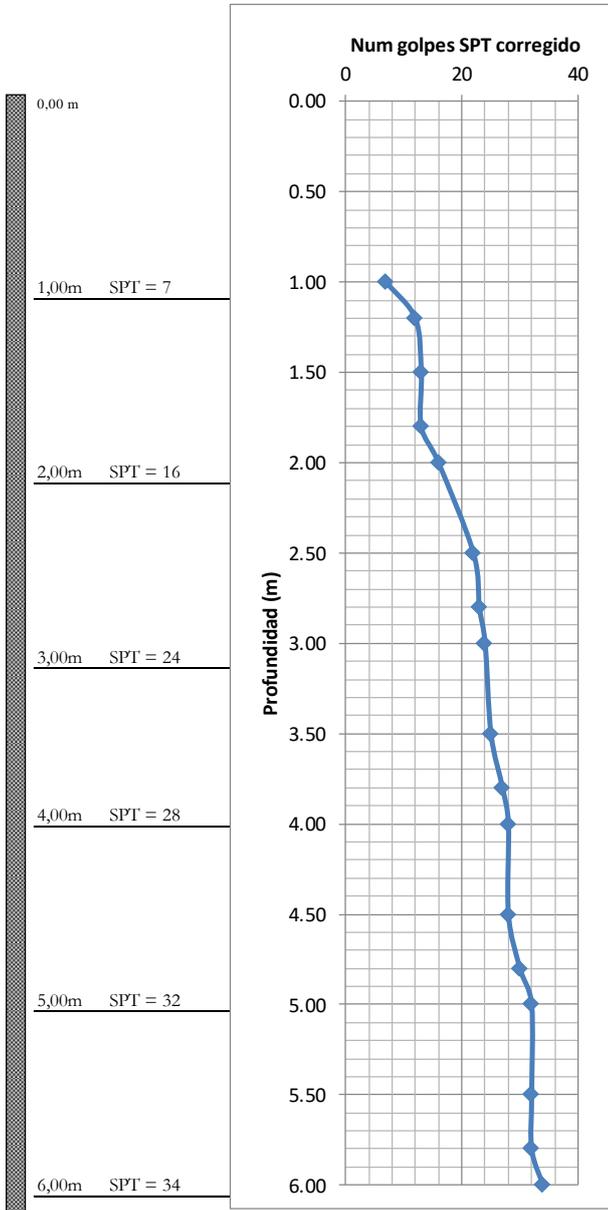
PERFIL ESTRATIGRAFICO

POZO N°1

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR
(S.P.T.)
Número de golpes por cada 30cm de penetración

Prof.

VALORES DE PROPIEDADES INDICE



Pozo N°1 PROF: 0.00 - 2,50 mts	
GRAVA G =	0%
ARENA S =	17%
FINOS F =	83%
CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5

Humedad Natural	HN =	28%
Límite Líquido	LL =	81%
Límite Plástico	LP =	36%
Índice de Plasticidad	IP =	45%
Índice de Grupo	IG =	20%

Pozo N°1 PROF: 2.50 - 3,50 mts	
GRAVA G =	0%
ARENA S =	38%
FINOS F =	62%
CLASIFICACION	
SUCS	ML
AASHO	A-7-6

Humedad Natural	HN =	18%
Límite Líquido	LL =	42%
Límite Plástico	LP =	29%
Índice de Plasticidad	IP =	14%
Índice de Grupo	IG =	7%

Pozo N°1 PROF: 3.50 - 4,50 mts	
GRAVA G =	0%
ARENA S =	26%
FINOS F =	74%
CLASIFICACION	
SUCS	MH
AASHO	A-7-5

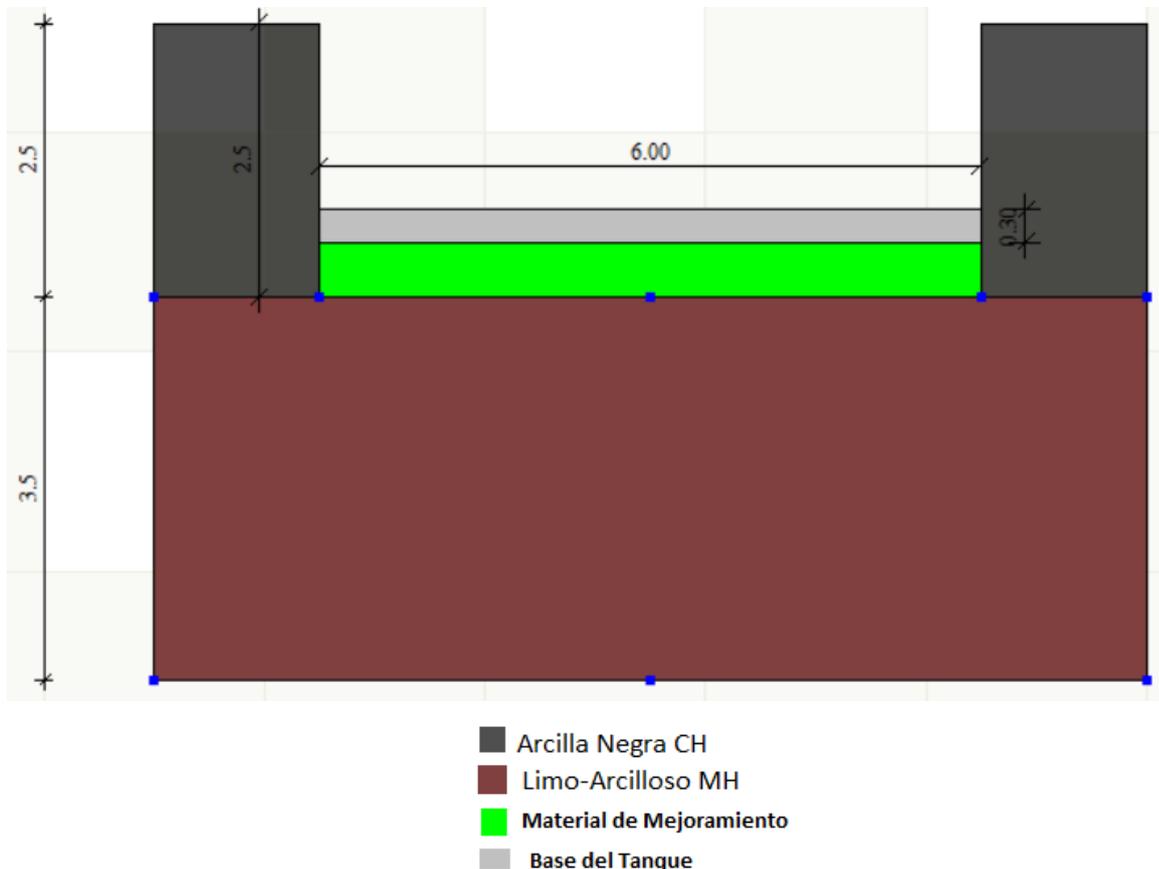
Humedad Natural	HN =	30%
Límite Líquido	LL =	62%
Límite Plástico	LP =	32%
Índice de Plasticidad	IP =	30%
Índice de Grupo	IG =	20%

En base a las descripciones dadas, a la consistencia y al tipo de materiales encontrados, desde el punto de vista geotécnico se recomienda adecuado cimentar el tanque a una profundidad mínima de 2.50 mtrs tomando como referencia el nivel actual del terreno. Previo a la fundición de la base del tanque, se deberá realizar una sustitución del suelo existente por una capa de material de mejoramiento en un espesor mínimo de 0.50 mtrs, el mismo que se lo realizará en dos capas debidamente compactadas de 25cm c/u. En la primera capa de preferencia, se colocará material cuya granulometría contengan pétreos con tamaños mayores a 15cm.

A continuación se muestra un esquema de lo descrito anteriormente; en base a ello se realizó la modelación geotécnica para la determinación de la capacidad admisible.

Para la modelación se ha considerado una reposición de suelo con material seleccionado, en un espesor de 0.50 mtrs, las características del material de mejoramiento de reposición se han considerado las siguientes:

- Angulo de fricción interna: 32°
- Peso Específico: 1.80 gr/cm^3
- Limite Liquido $< 35\%$
- Índice de Plasticidad $< 12\%$



Pozo N° 2

- En esta perforación se determinó la presencia de material limo-arcilloso de mediana plasticidad, este material es catalogado por la SUCS como ML.

RESUMEN DE RESULTADOS												
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HN	LL	IP	IG	D. MAX	H. OPT	CBR 95%	SUCS	ASSHTO
P2	10.42 %	30.46 %	59.13 %	17.17 %	38.59 %	13.39 %	6	1.840	16.10 %	3.80	ML	A - 6

HN = Humedad Natural

LL=Limite Liquido

LP=Limite Plastico

IG=Indice de Grupo

Este material encontrado, no es recomendable para ser utilizado como relleno en las zanjas que se realicen en las vías; en las zonas donde las zanjas atraviesen terrenos no transitables, se podría plantear reponer y compactar sobre la tubería un espesor de 30 cm con material seleccionado tipo mejoramiento, y la altura restante se podrá utilizar material de sitio.

El relleno sobre las zanjas se lo realizará en capas debidamente compactadas de 30cm. de espesor. El porcentaje de compactación a exigir será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHTO T-180D.

El material de suelo seleccionado tipo mejoramiento, deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Requisitos de graduación	
Tamiz	% que pasa
3"	100%
No. 4	40-90
No. 200	0-20

La porción que pasa el tamiz No. 40, deberá tener un límite líquido menor a 35% y un índice de plasticidad menor a 12 %, de acuerdo a lo determinado según AASHTO T-89 y T-90.

7.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD SOPORTANTE Y DE SERVICIO

Al momento de escoger y diseñar un tipo determinado de cimentación, debemos tener presente que el tipo de cimentación escogido cumpla como mínimo las siguientes condiciones:

- Transmitir al terreno las cargas de la estructura con deformaciones (asientos) tolerables, garantizando una seguridad suficiente frente a la rotura por hundimiento.
- Poseer suficiente resistencia como elemento estructural.
- Poseer suficiente resistencia respecto a la rotura por esfuerzo cortante
- No resultar afectada por la eventual agresividad del terreno.
- Estar lo suficientemente protegida frente a las modificaciones naturales o artificiales del entorno (cambios de volumen, variaciones de las condiciones de humedad, efectos dinámicos, excavaciones próximas, etc.)

Antes de proceder al cálculo de la capacidad soportante o capacidad de carga de un suelo para una cimentación, se debe tener presente de que la presión admisible, no solo depende de las características del suelo en que se apoye la cimentación, por tanto la presión admisible calculada con esta ideología suele dar lugar a dimensionamientos conservadores de la estructura.

La solución dada por Brinch Hansen, y que se muestra en la siguiente ecuación, es la que abarca todos los parámetros a considerar en el diseño de una cimentación, y es considerada la ECUACION GENERAL DE CAPACIDAD DE CARGA.

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma \cdot g_\gamma$$

donde :

q_u : capacidad de carga

c : cohesión

b : ancho e la cimentación.

γ : peso volumetrico del suelo.

N_c, N_q, N_γ : Factores dependen del ángulo de fricción del suelo

s_c, s_q, s_γ : Factores dependen de la forma del cimiento.

i_c, i_q, i_γ : Factores dependen de la Inclinación de la carga actuante.

d_c, d_q, d_γ : Factores dependen de la Profundidad de cimentación.

g_c, g_q, g_γ : Factores dependen de la Inclinación del terreno.

Sin embargo, previo a esa ecuación varios autores desarrollaron ecuaciones para el cálculo de capacidad de carga de suelos, entre ellos:

Ecuación de Terzaghi (1955):

La siguiente expresión es la que sugirió Terzaghi, y que es bastante utilizada por su sencillez y aceptación.

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

Donde:

q_u : capacidad de carga

c : cohesión

γ peso específico del suelo.

D_f Profundidad de la cimentación.

$q = \gamma \cdot D_f$

b : ancho de la zapata

N_c, N_q, N_γ : Factores dependen del ángulo de fricción del suelo

s_c, s_γ : Factores dependen de la forma del cimiento.

	Corrida	circular	cuadrada
s_c	1.0	1.3	1.3
s_γ	1.0	0.6	0.8

Se puede ver que Terzaghi solo usa factores de forma para los términos de cohesión (s_c) y peso del suelo (s_γ), y no considera factores de corrección por profundidad.

Ecuación de Meyerhof (1963):

Meyerhof propuso una fórmula para calcular la carga última parecida a la de Terzaghi. Las diferencias consisten en la introducción de nuevos coeficientes.

Introdujo coeficientes de forma s_i y de profundidad d_i .

A continuación se presentan los factores de forma y profundidad tomados de Meyerhof, junto con la expresión de la fórmula.

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Factores	Valor	para
Forma	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$	Cualquier ϕ
	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$	$\phi > 10^\circ$
	$s_q = s_\gamma = 1$	$\phi = 0$
Profundidad	$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D_f}{L}$	Cualquier ϕ
	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D_f}{L}$	$\phi > 10^\circ$
	$d_q = d_\gamma = 1$	$\phi = 0$

Donde $K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$; (B,L) = ancho y largo de la zapata.

Ecuación de Hansen (1970):

Es una extensión ulterior de la fórmula de Meyerhof; las extensiones consisten en la introducción de b_i que considera la eventual inclinación en la horizontal del nivel de cimentación y un factor g_i para terreno en pendiente.

La fórmula de Hansen vale para cualquier relación D/B, ya sean cimentaciones superficiales o profundas; sin embargo el mismo autor introdujo algunos coeficientes para poder interpretar mejor el comportamiento real de la cimentación; sin éstos, de hecho, se tendría un aumento demasiado fuerte de la carga última con la profundidad.

Factores de forma	Factores de profundidad
$s_c' = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad \phi = 0^\circ$	$d_c' = 0.4k \quad \phi = 0^\circ$
$s_c = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_c = 1.0$ para zapatas corridas	$k = \frac{D_f}{B}$ para $\frac{D_f}{B} \leq 1$
	$k = \arctan\left(\frac{D_f}{B}\right)$ para $\frac{D_f}{B} > 1$
	(k en radianes)
$s_q = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin\phi$ para todo ϕ	$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - \sin\phi)^2 k$
$s_\gamma = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.0$ para todo ϕ

B' y L' denotan dimensiones basales "efectivas".

Los valores anteriores son consistentes solo para cargas verticales

Ecuación de Vesic (1975)

La fórmula de Vesic es análoga a la fórmula de Hansen, con N_q y N_c como en la fórmula de Meyerhof y N_γ como se indica a continuación:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$$

Los factores de forma y de profundidad que aparecen en las fórmulas del cálculo de la capacidad portante son iguales a los propuestos por Hansen; en cambio se dan algunas diferencias en los factores de inclinación de la carga, del terreno (cimentación en talud) y del plano de cimentación (base inclinada).

Para el presente caso, se considerara la Ecuación planteada por Terzaghi.

Se ha considerado un ancho de zapata de $B=1.00$ mtr.

Para una profundidad de cimentación de 2.50 mtrs se tiene:

Calculo de la Tensión admisible, Terzaghi

(Condiciones drenadas o sin drenar)

Ecuación general de Terzaghi
(condiciones drenadas):

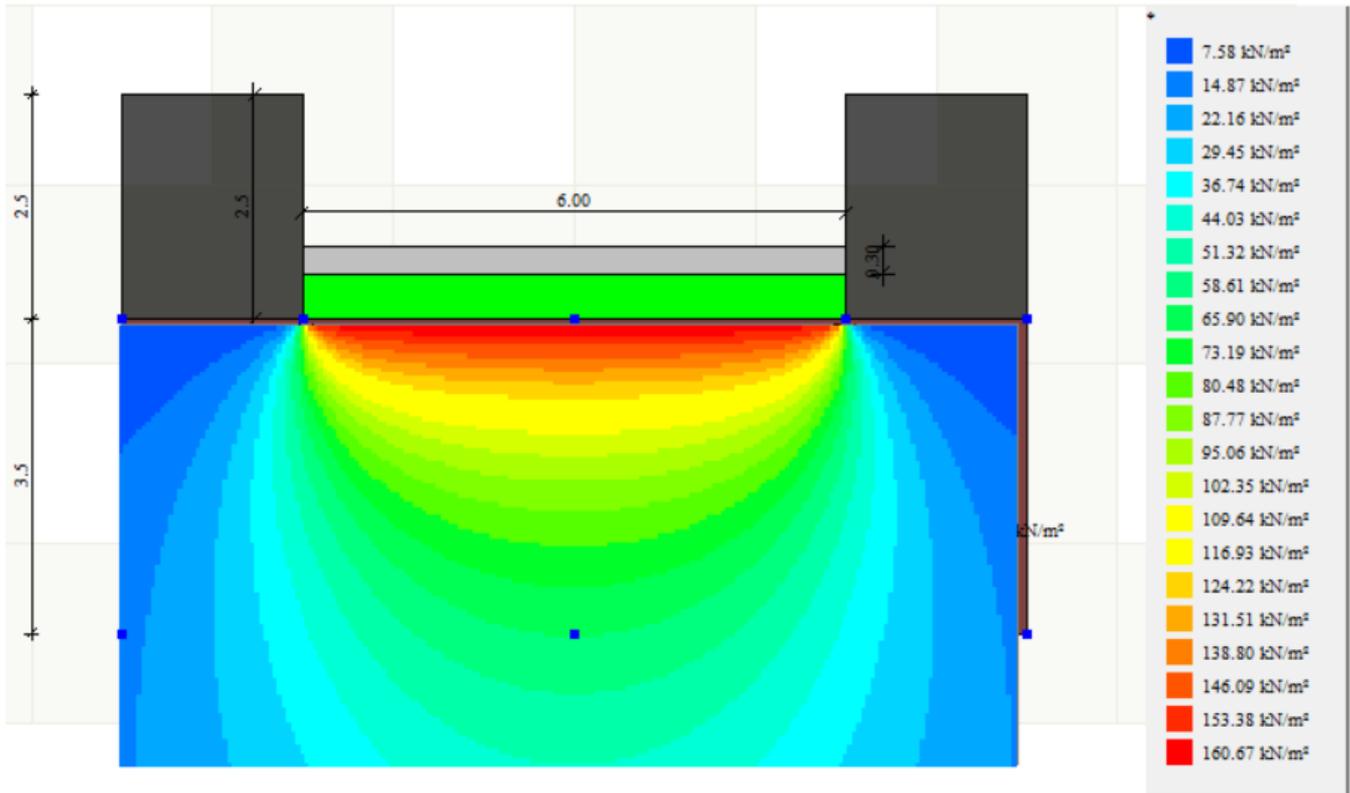
$$q_h = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F}$$

Ángulo rozamiento interno ϕ :	11	°	11	°
Peso específico suelo, γ :	1.75	gr/cm ³	0.0018	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	2.50	m	250	cm
Tensión vertical, q:			0.44	kg/cm ³
Cohesión, c:	3.70	t/m ²	0.37	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Lado largo de la cimentación, B:	6.00	m	600	cm
Factores capacidad carga	N_c :			8.80
	N_q :			2.71
	N_γ :			0.66

$q_{adm} =$	1.60	kg/cm²
-------------	-------------	--------------------------

La capacidad admisible calculada es la mayor carga que se generara bajo la zapata producto de las acciones de la superestructura, esto provocara una variación de las presiones bajo la zapata conforme se va incrementando la profundidad, esto da lugar a lo que se llama el "bulbo de presiones", que es lo que se muestra en la siguiente figura:



Determinación de Asentamientos.-

El criterio básico para el proyecto de una cimentación es que el asentamiento no debe superar un cierto valor admisible que depende del tipo de estructura. El asentamiento que una estructura puede tolerar (asentamiento admisible), depende de factores como el tipo, la forma, situación y finalidad de la estructura a soportar, así como la forma, velocidad, causa y origen del asentamiento.

Con objeto de asegurar que se cumpla este criterio básico, se debe realizar dos consideraciones:

- En primer lugar, para cualquier cimentación existe un cierto valor de la presión aplicada para la cual los asentamientos comienzan a ser muy grandes y difíciles de calcular, dicho valor se denomina capacidad de carga o capacidad portante. La cimentación debe proyectarse de forma que la presión real aplicada sea inferior a la capacidad de carga, con un margen de seguridad suficiente para cubrir las incertidumbres en la estimación de las presiones sobre el terreno y de la propia capacidad de carga.

- En segundo lugar, después de determinar la capacidad de carga y asegurar que es superior a la presión aplicada por la estructura, con un margen de seguridad adecuado, se debe estimar el asentamiento que se producirá bajo la carga aplicada, comparando su valor con el límite admisible.

Los asentamientos totales en el subsuelo están divididos básicamente en tres componentes; iniciales, consolidación primaria y secundaria (flujo plástico o creep), $\rho_t = \rho_i + \rho_c + \rho_{sc}$.

Para el cálculo de asentamientos iniciales (elásticos) se utilizó la siguiente expresión para cimientos flexibles, dadas por Scheilcher (1926):

Esquina :
$s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$
Centro :
$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$
Valor medio :
$s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$

donde:

q: es la presión de contacto

B: ancho de la zapata

v: coeficiente de Poisson

E : módulo de elasticidad del suelo

I_p : factor que dependen de la relación l - b

Cálculo de asentos. Losa. Schleicher (1926)

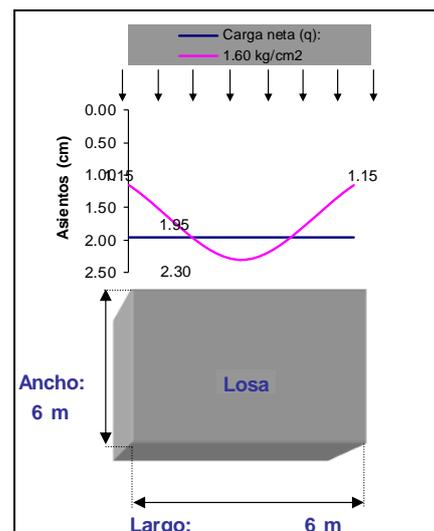
Carga neta (q):	1.60 kg/cm ²	1.60 kg/cm ²
Módulo de Young (E):	550 kg/cm ²	550 kg/cm ²
Coefficiente de Poisson (v):	0.40	0.40
Módulo deformación edométrico (E _{ed}):		1179 kg/cm ²
Ancho cimentación (b):	6.00 m	600 cm
Largo cimentación (l):	6.00 m	600 cm
m:		1.00
lp:		0.56
Factor de seguridad:	3.00	3.00

Asientos carga flexible			Asientos carga rígida
Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	(cm)
1.15	2.30	1.95	1.82

Coeficiente de balasto K (kg/cm ³)	
0.819	0.881

Carga total bruta:

Carga neta:	1.60 kg/cm ²
Densidad terreno:	1.70 gr/cm ³
Profundidad cimentación:	0.00 m
Carga vertical del terreno:	0.000 kg/cm ²
Carga total bruta:	1.6 kg/cm ²
Carga máxima de la losa:	576.00 T



Teniendo en consideración el tipo de estructura a cimentar, y al factor de seguridad considerado los asentamientos por consolidación posterior al período de construcción de la obra serán tolerables.

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- En la zona donde irá emplazada **la planta de tratamiento y estructuras complementarias**; como paso previo al hormigonado se deberá realizar una sustitución del suelo existente por :
 Una capa de material de préstamo con las siguientes características:

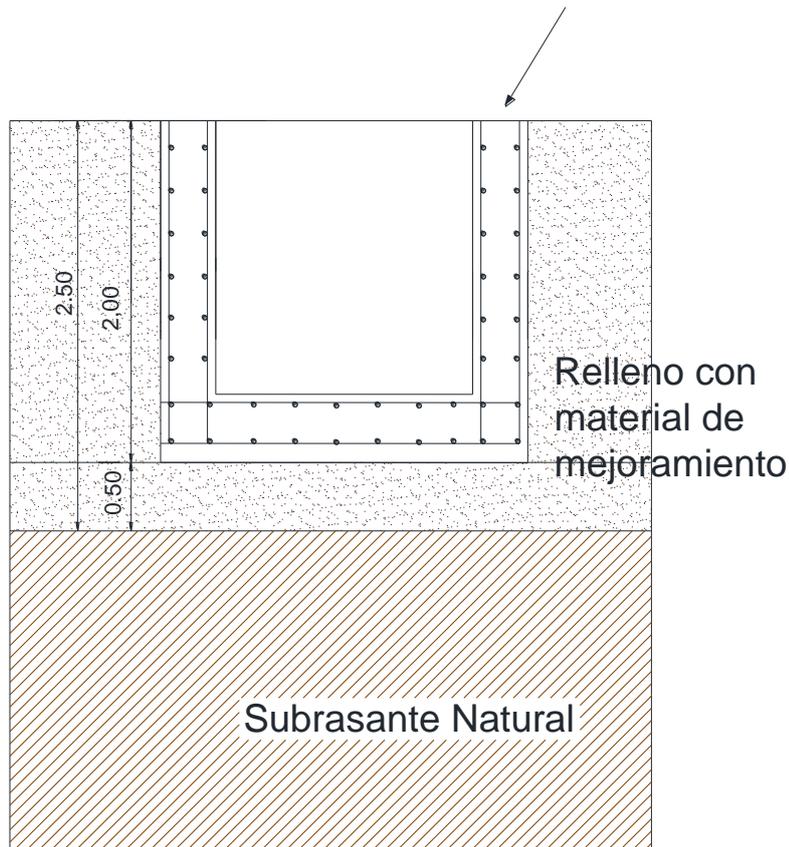
Requisitos de graduación	
Tamiz	% que pasa
3"	100%
No. 4	40-90
No. 200	0-20

La porción que pasa el tamiz No. 40, deberá tener un límite líquido menor a 35% y un índice de plasticidad menor a 12 %, de acuerdo a lo determinado según AASHTO T-89 y T-90. La conformación de este material se lo realizará en dos capas debidamente compactadas de 25cm. c/u. El porcentaje de compactación a exigir será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHTO T-180D. En la primera capa de preferencia, se colocará material pétreo que debe estar constituidos por piedras o pedazos de roca, de un

tamaño de 10 a 30 cm., exento de materiales arcillosos, con un contenido no mayor de 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y de 5% que pasen por el tamiz N° 4, luego este material grueso será emporado con el material de mejoramiento.

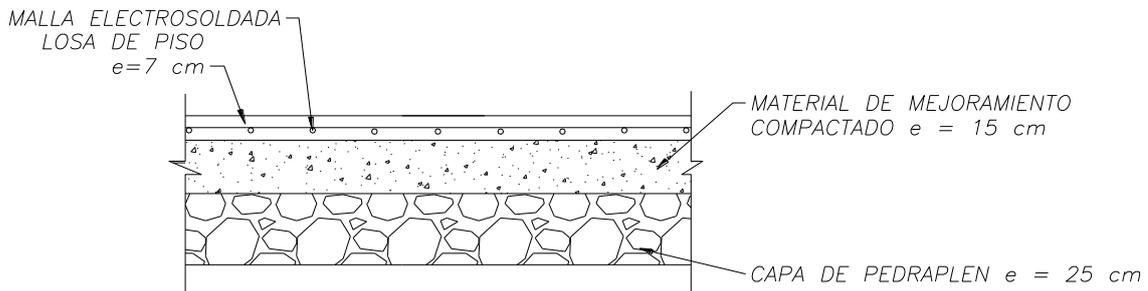
Con esto se establece una capacidad soportante de: **16.00 Tn/m²**.

esquema de seccion transversal de estructuras a cimentar



- Teniendo en consideración la morfología del lugar se recomienda que se diseñe y construya sistemas de drenaje superficial para captar adecuadamente las aguas de escorrentía en las zonas perimetrales a las estructuras a cimentar, para evitar que el suelo bajo los cimientos se sature, y se afecte la capacidad portante del suelo lo que podría desencadenar en patologías en las estructuras. Además se deberá controlar no existan ni filtraciones ni desbordamiento de agua en el tanque
- Las labores de excavación se realizarán en el menor tiempo posible, con objeto de evitar prolongadas exposiciones del terreno a la intemperie, para lo cual se recomienda proteger las excavaciones, por ejemplo, mediante el empleo de láminas de plástico, hasta que comiencen las labores de encofrado y hormigonado.
- Para la construcción de las losas de piso de hormigón armado, donde existirá únicamente circulación peatonal, se deberá primero

estabilizar la subrasante con material pétreo que debe estar constituidos por piedras o pedazos de roca, de un tamaño de 10 a 25 cm., exento de materiales arcillosos, con un contenido no mayor de 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y de 5% que pasen por el tamiz N° 4 , en un espesor no menor de 25 cm; después de esta capa se deberá colocar una capa de material de préstamo (CBR sea mayor a 10%, Limite Liquido $LL < 35\%$,Índice de Plasticidad $IP < 12\%$), en un espesor no menor de 15 cm. El porcentaje de compactación a exigir será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D. Las losas llevarán una armadura para contrarrestar efectos de contracción por fraguado y temperatura, constituidos por mallas electro soldadas, y estas losas deberán ser aisladas de las vigas de amarre mediante bandas de espuma flex o equivalente.



- Los materiales encontrado en la perforación P2; es decir donde ira el tendido de la tubería, son limos-arcillosos de mediana plasticidad y no se recomienda que este material sea utilizado como relleno de las zanjas que se realizaran en las vías; en las zonas donde la tubería atraviesa terrenos no carrozables, se podría plantear reponer y compactar sobre la tubería un espesor de 30 cm con material seleccionado tipo mejoramiento, y la altura restante se podrá utilizar material de sitio.

El relleno sobre las zanjas se lo realizará en capas debidamente compactadas de 30cm. de espesor. El porcentaje de compactación a exigir en cada capa, será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

- Se deberá tener control técnico adecuado en el proceso constructivo, para que en caso que se presente heterogeneidad en la estratigrafía de las excavaciones, se tome las medidas adecuadas en caso de encontrar zonas de suelos blandos o cambios de estratos; y se deberá ratificar o rectificar los valores calculados de capacidad portante. Además se deberá controlar la buena calidad de los materiales y las dimensiones establecidas en los correspondientes diseños estructurales.

Cuenca, marzo de 2016

Atentamente,

Ing. Rodrigo Pesántez L.
CONSULTOR

ANEXOS

Panel Fotográfico Pozo P1





Panel Fotográfico Pozo P2



LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO:

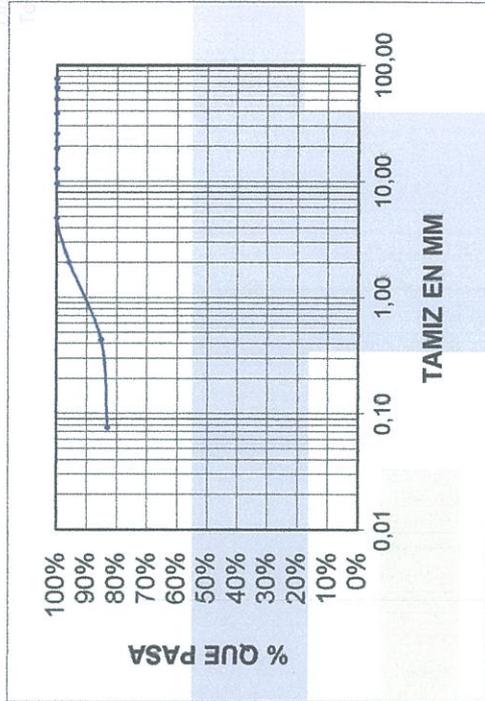
CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO

UBICACION

SECTOR EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

POZO N° 1 PROF: 0 - 2,50 mts

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
	76,200	3 "	0	0	0,00%	100,00%
	63,500	2 1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	50,800	2 "	0	0	0,00%	100,00%
	38,100	1 1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	25,400	1 "	0	0	0,00%	100,00%
	19,050	3/4 "	0	0	0,00%	100,00%
	12,700	1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	9,525	3/8 "	0	0	0,00%	100,00%
	4,750	No. 4	0	0	0,00%	100,00%
		PASA No. 4	0			
		TOTAL	0			
	2,000	No. 10	21,00	21	4,20%	95,80%
	0,425	No. 40	53,00	74	14,80%	85,20%
	0,075	No. 200	11,00	85	17,00%	83,00%
		TOTAL	500,00			



GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	17,00%
FINOS F =	83,00%

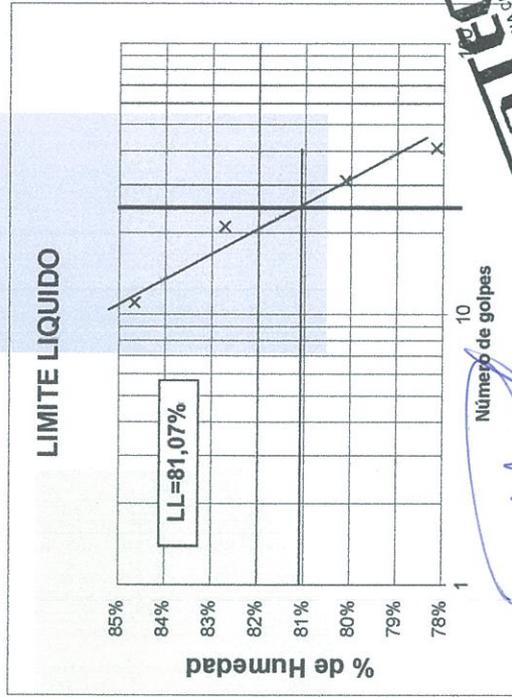
HN =	28,01%
LL =	81,07%
LP =	36,16%
IP =	44,91%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	20

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	26,29	22,80	10,40	28,15%
	27,93	24,00	9,90	27,87%

LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
11	20,37	15,18	9,05	84,67%
21	19,79	14,86	8,90	82,72%
31	19,99	15,11	9,02	80,13%
41	20,37	15,36	8,95	78,16%
			LIMITE LIQUIDO	81,07%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	16,32	14,72	10,38	36,87%
	16,77	15,10	10,37	35,31%
	15,92	14,45	10,40	36,30%
				36,16%


ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 Cuenca - Azuay - Ecuador
 Telfs.: 0987 204-385 | 0984 838-1717

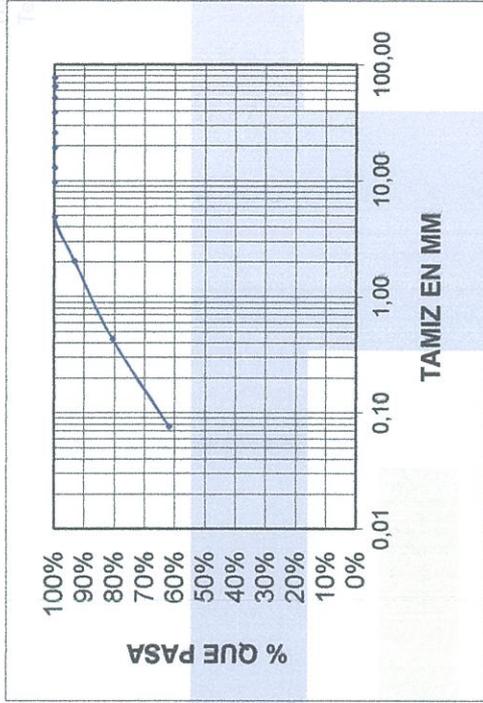
LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO
 UBICACION: SECTOR EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

POZO N° 1 PROF: 2,50 - 3,50 mts

TAMIZ	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
M.M.	U.S			
76,200	3 "	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2 "	0	0,00%	100,00%
50,800	2 "	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2 "	0	0,00%	100,00%
25,400	1 "	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4 "	0	0,00%	100,00%
12,700	1/2 "	0	0,00%	100,00%
9,525	3/8 "	0	0,00%	100,00%
4,750	No. 4	0	0,00%	100,00%
PASA No. 4		0		
TOTAL		0		
2,000	No. 10	33,00	6,60%	93,40%
0,425	No. 40	63,00	19,20%	80,80%
0,075	No. 200	94,00	38,00%	62,00%
TOTAL		500,00		



GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	38,00%
FINOS F =	62,00%

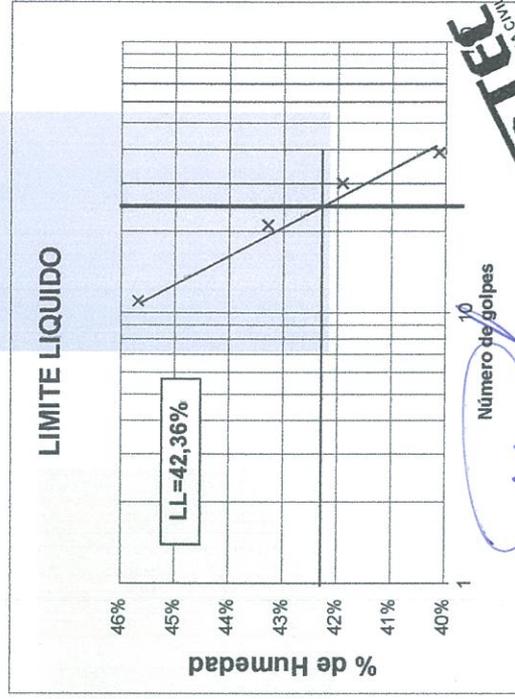
HN =	17,99%
LL =	42,36%
LP =	28,56%
IP =	13,80%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	ML
AASHO	A-7-6
IG	7

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	26,29	23,85	10,40	18,14%
	27,93	25,20	9,90	17,84%

LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
11	20,37	16,82	9,05	45,69%
21	19,79	16,50	8,90	43,29%
30	19,99	16,75	9,02	41,91%
39	20,37	17,10	8,95	40,12%
LIMITE LIQUIDO				42,36%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	16,32	15,00	10,38	28,57%
	16,77	15,40	10,37	27,24%
	15,92	14,65	10,40	29,88%
				28,56%

SUELOTEC
 ASOCIACION EN INGENIERIA CIVIL
 TELS.: 0987 204 385 | 0987 406 860 | 0987 852 374
 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTECS.A"

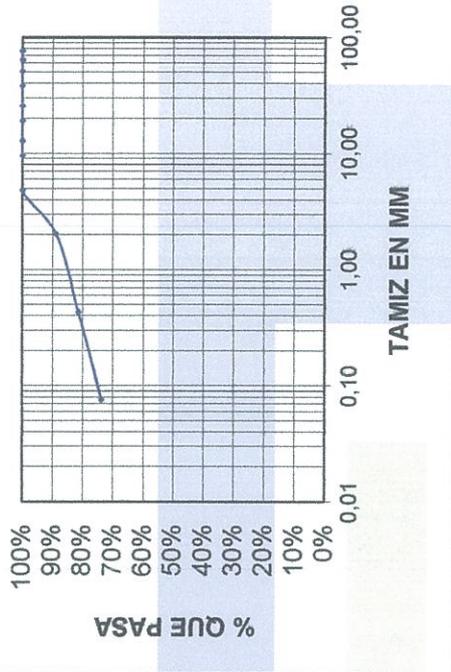
ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO
 UBICACIÓN: SECTOR EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 Dirección: Casique Chamba 1-71 y Juan de Marmola
 Telf: 07 2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

POZO N° 1 PROF: 3,50 -4,50 mts

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
	76,200	3 "	0	0	0,00%	100,00%
	63,500	2 1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	50,800	2 "	0	0	0,00%	100,00%
	38,100	1 1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	25,400	1 "	0	0	0,00%	100,00%
	19,050	3/4 "	0	0	0,00%	100,00%
	12,700	1/2 "	0	0	0,00%	100,00%
	9,525	3/8 "	0	0	0,00%	100,00%
	4,750	No. 4	0	0	0,00%	100,00%
		PASA No. 4	0			
		TOTAL	0			
	2,000	No. 10	56,00	56	11,20%	88,80%
	0,425	No. 40	37,00	93	18,60%	81,40%
	0,075	No. 200	38,00	131	26,20%	73,80%
		TOTAL	500,00			



GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	26,20%
FINOS F =	73,80%

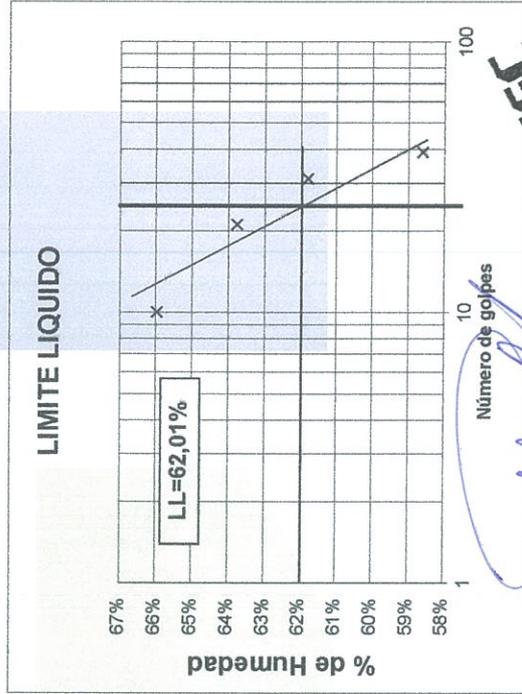
HN =	29,81%
LL =	62,01%
LP =	32,21%
IP =	29,80%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	MH
AASHO	A-7-5
IG	20

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	27,25	23,60	11,36	29,82%
	28,89	24,75	10,86	29,81%

LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
10	20,94	16,44	9,62	65,98%
21	20,36	16,12	9,47	63,76%
31	20,56	16,37	9,59	61,80%
39	20,94	16,72	9,52	58,61%
		LIMITE LIQUIDO		62,01%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	17,00	15,55	11,06	32,29%
	17,45	15,90	11,05	31,96%
	16,60	15,25	11,08	32,37%
				32,21%

ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE
 SUELOTEC ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELS: 0087 204 385 / 098 858 274

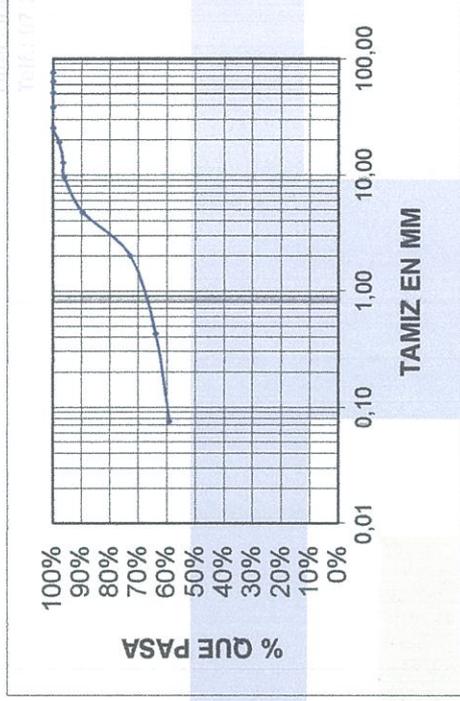
LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO
 UBICACIÓN: SECTOR EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

POZO Nº 2

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC.(GR.)	P. RET. ACUM.(GR.)	% RET.	% PASA
76,200	3"	0	0	0,00%	100,00%	
63,500	2 1/2"	0	0	0,00%	100,00%	
50,800	2"	0	0	0,00%	100,00%	
38,100	1 1/2"	0	0	0,00%	100,00%	
25,400	1"	0	0	0,00%	100,00%	
19,050	3/4"	55	55	2,08%	97,92%	
12,700	1/2"	40	95	3,60%	96,40%	
9,525	3/8"	7	102	3,86%	96,14%	
4,750	No. 4	173	275	10,42%	89,58%	
PASA No. 4		2.365				
TOTAL		2640				
2,000	No. 10	93,00	93	27,08%	72,92%	
0,425	No. 40	50,00	143	36,04%	63,96%	
0,075	No. 200	27,00	170	40,88%	59,13%	
TOTAL		500,00				



GRAVA G =	10,42%
ARENA S =	30,46%
FINOS F =	59,13%

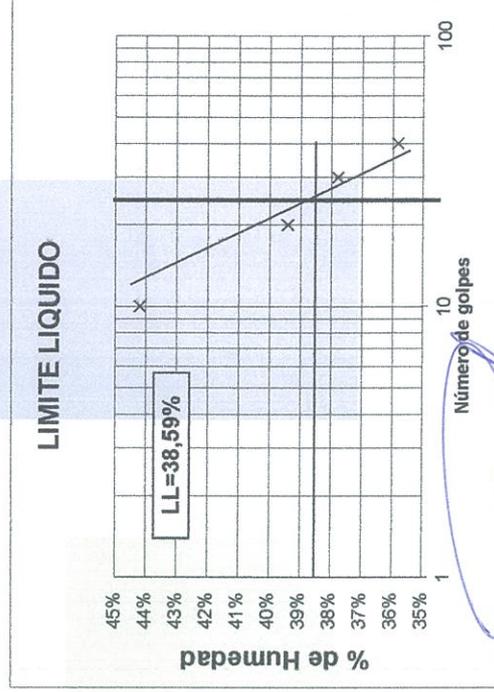
HN =	17,17%
LL =	38,59%
LP =	25,20%
IP =	13,39%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	ML
AASHO	A-6
IG	6

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	27,42	24,62	8,30	17,16%
	29,22	26,12	8,07	17,17%

LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
10	30,76	23,97	8,61	44,21%
20	27,86	22,36	8,41	39,43%
30	29,66	23,86	8,51	37,79%
40	28,49	23,18	8,36	35,83%
		LIMITE LIQUIDO		38,59%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	12,62	11,44	6,69	24,84%
	12,98	11,74	6,84	25,31%
	12,27	11,14	6,70	25,45%
		LIMITE LIQUIDO		38,59%
		LIMITE PLASTICO		25,20%

[Firma]
 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE
SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 2

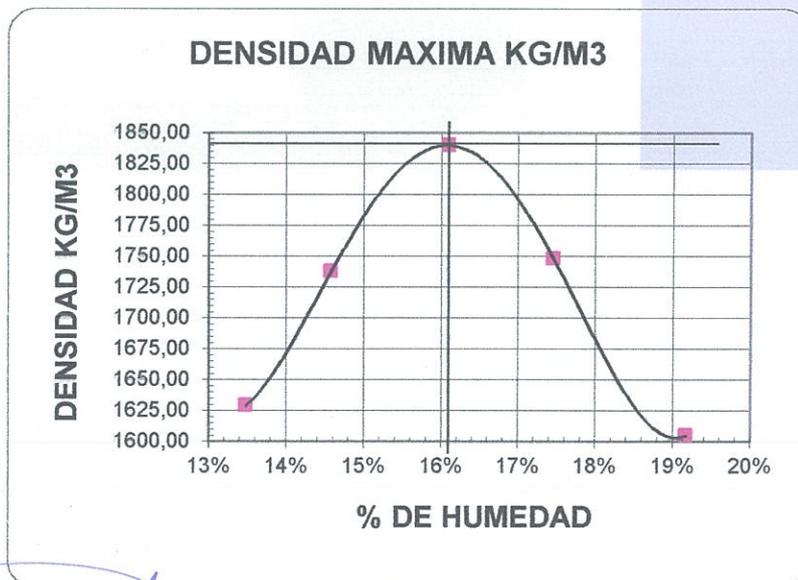
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.666	9.966	10.098	9.801	
PESO MOLDE (GR)	5.769	5.769	5.769	5.769	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.897	4.197	4.329	4.032	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.108	2.108	2.108	2.108	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.849	1.991	2.054	1.913	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	24,79	22,92	27,79	16,70	
P. CAPSULA+SUELO SECO	22,70	21,06	24,70	14,85	
PESO CAPSULA	7,20	8,30	7,00	5,20	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	13,48%	14,58%	17,46%	19,17%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.629	1.738	1.748	1.605	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.840
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	16,10%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

TEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: CaciQue Chamba 1-71 y Juan de Velasco
Telf.: 07 2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNGO

ENSAYO DE CBR

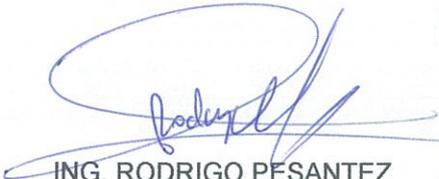
POZO N° 2

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.861	13.935	13.693	13.836	13.426	13.658
PESO MOLDE	9.237	9.237	9.292	9.292	9.247	9.247
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.118	2.118	2.121	2.121	2.125	2.125

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	47,99	50,20	50,41	52,44	54,24	63,80
P. MUESTRA SECA + TARRO	41,88	43,23	43,97	44,69	47,09	52,90
PESO DEL TARRO	9,07	8,44	8,75	8,72	9,00	8,50
% DE HUMEDAD	18,62%	20,03%	18,29%	21,55%	18,77%	24,55%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,41%		3,26%		5,78%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,183	2,218	2,075	2,142	1,966	2,076
DENSIDAD SECA	1,840	1,848	1,754	1,762	1,655	1,667


 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

TEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco
 Telf.: 07 2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR DE QUILLOPUNO

Dirección: Cactus Chamba 1-71 y Juan de Velasco
Telf: 07-2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

POZO Nº 2

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

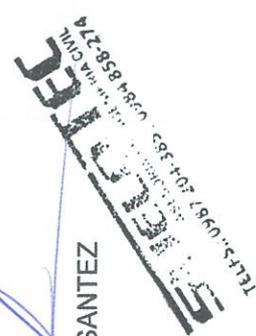
FECHA	4,5 PULG.				25,00				3 PULG.ª2			
	TIEMPO TRANS.		No. GOLPES/CAPA		ESPONJ.		No. GOLPES/CAPA		ESPONJ.		No. GOLPES/CAPA	
	DIAS	PULG.	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	%	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	%	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	%	
	0,00	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	0,00%	0,000	4,500	0,00%	
	1,00	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	0,00%	0,000	4,500	0,00%	
	2,00	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	0,00%	0,000	4,500	0,00%	
	3,00	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	0,00%	0,000	4,500	0,00%	

ENSAYO DE PENETRACION

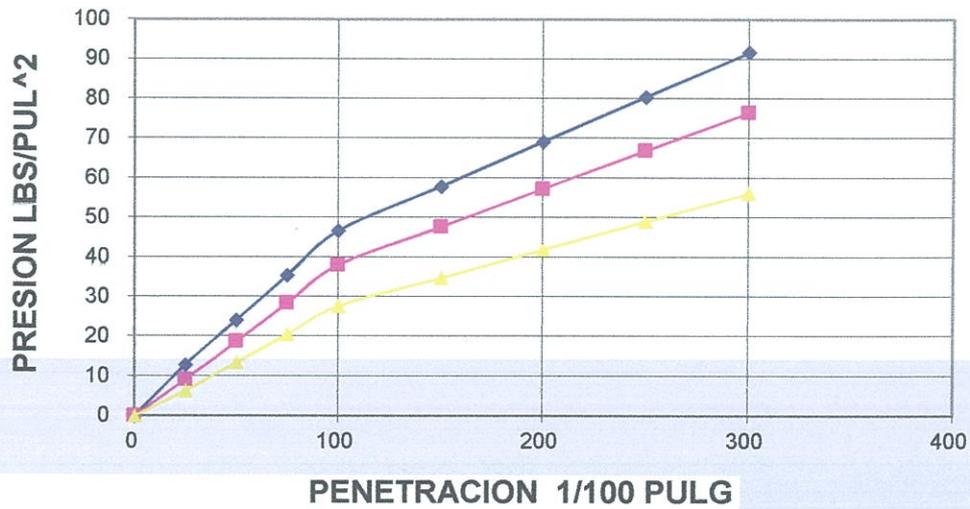
CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.ª2					
EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	No. GOLPES/CAPA		VALOR		CARGA LBS	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2		PRESION LBS/PUL2	VALOR CBR
				55,00	25,00	4,67%	3,80%			1,000	1,000		
0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	39	13		27	9	27	19	19	6	19	6	19	6
50	73	24		56	19	56	40	40	13	40	13	40	13
75	106	35		85	28	85	62	62	21	62	21	62	21
100	140	47	1,000	114	38	114	83	83	28	83	28	83	28
150	174	58		143	48	143	104	104	35	104	35	104	35
200	208	69		172	57	172	126	126	42	126	42	126	42
250	241	80		201	67	201	147	147	49	147	49	147	49
300	275	92		230	77	230	168	168	56	168	56	168	56

Rodrigo Pesantez

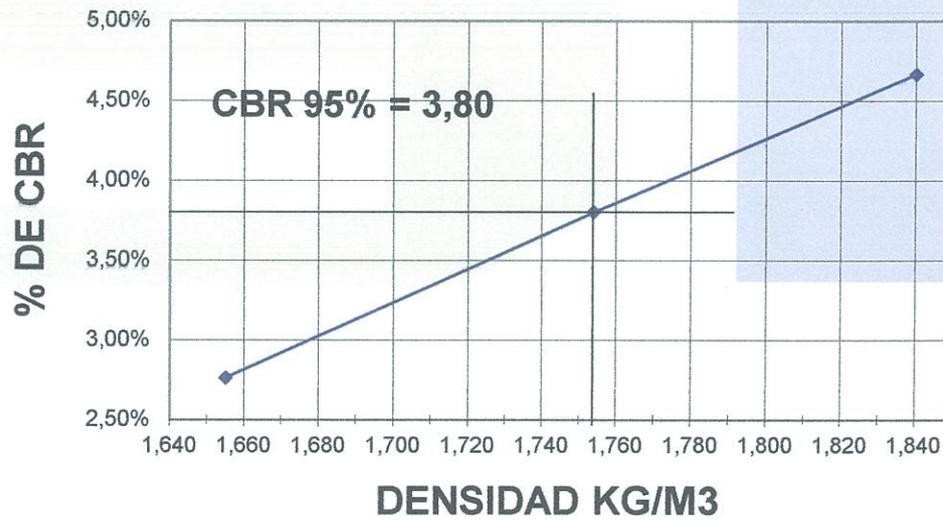
ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE



PENETRACION



CBR

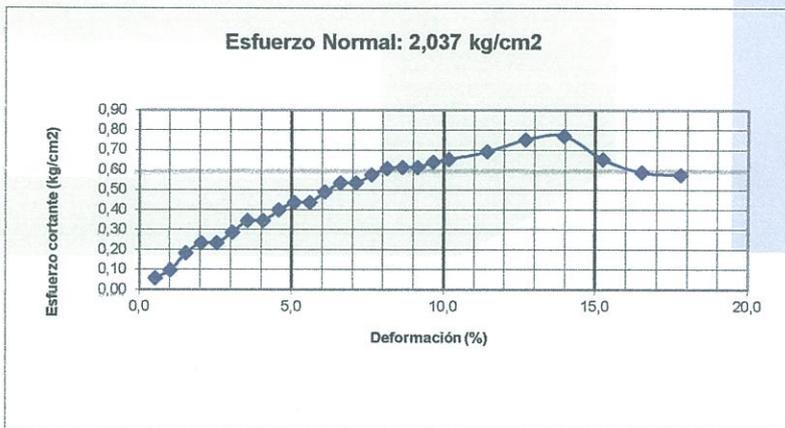
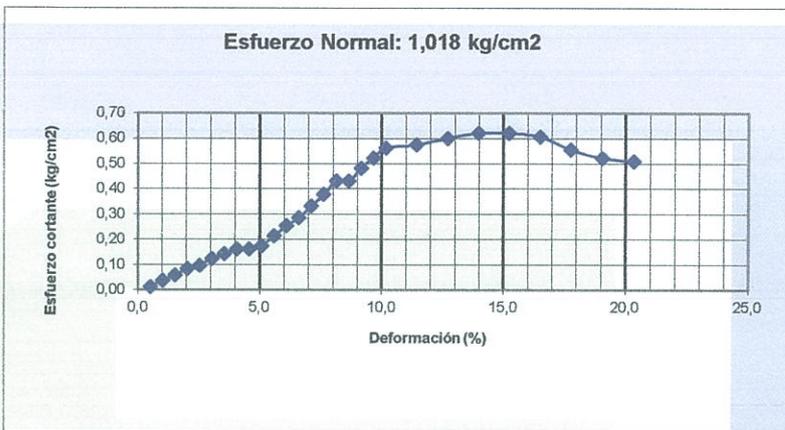
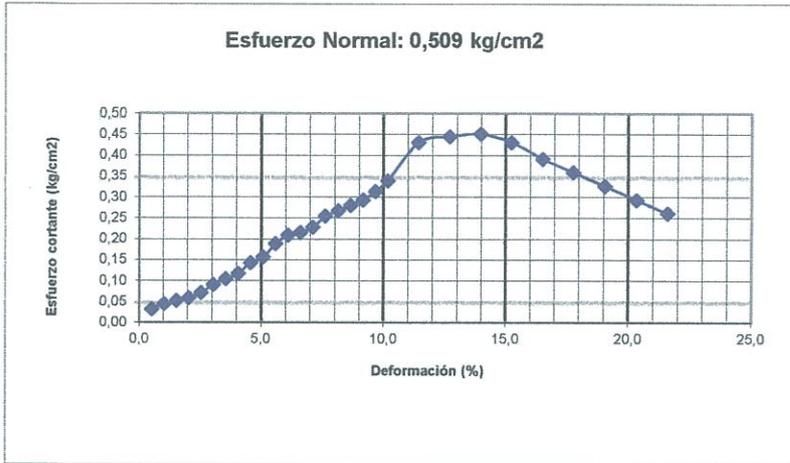


ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco
Telf.: 07 2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

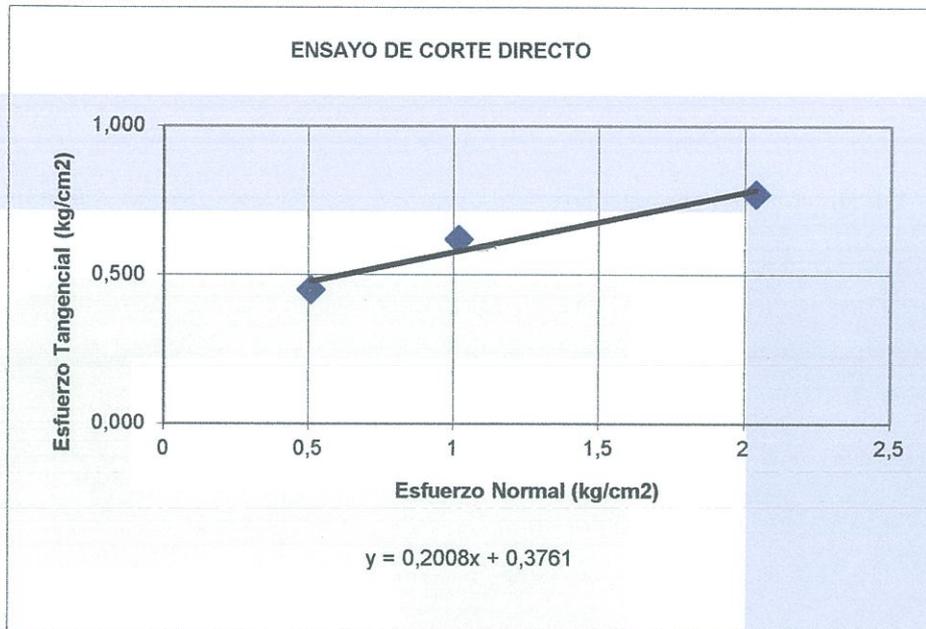


Ing. Rodrigo Pesántez L.
CICA 01 - 1395

RESULTADOS	Esfuerzos (kg/cm ²)		
	X	Y	Y calculado
Ensayo No	Normal	Cortante	Tangencial*
1	0,509	0,451	0,5961
2	1,018	0,621	0,7899
3	2,037	0,772	1,1777

Angulo de Fricción (grados)	11	Cohesión (kg/cm ²)	0,37
-----------------------------	----	--------------------------------	------

* Valores deducidos mediante regresion lineal de la ecuación del gráfico



Ing. Rodrigo Pesántez L.
CICA 01 - 1395

TEC

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco
Telf.: 07 2866383 Cuenca - Azuay - Ecuador

ANEXO II

UBICACION DE LOS POZOS DE REVISION

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE REVISION

RED DE ALCANTARILLADO

POZO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
P1	9673167.433	725025.252
P2	9673121.776	725050.369
P3	9673075.418	725069.100
P4	9673034.040	725094.606
P5	9673009.550	725109.703
P6	9672953.838	725154.851
P7	9672929.832	725174.306
P8	9672942.060	725209.608
P9	9672928.395	725216.571
P10	9672924.082	725245.257
P11	9672962.647	725296.042
P12	9672958.537	725306.907
P13	9672961.053	725331.690
P14	9672976.828	725353.127
P15	9672985.398	725377.674
P16	9672989.193	725388.545
P17	9672970.030	725417.562
A1	9673172.360	725084.243
A2	9673152.200	725093.209
A3	9673148.016	725113.114
A4	9673131.467	725126.715
A5	9673106.572	725078.893
A6	9673091.775	725085.960
B1	9673004.242	725303.825
B2	9672979.493	725256.593
B3	9672951.777	725212.561
C1	9672967.926	725128.500
C2	9672991.706	725112.614
D1	9672922.265	725117.352
D2	9672934.523	725137.985
D3	9672938.340	725151.816
C1.1	9673059.394	724984.606
C2.1	9673140.214	725177.109
C2.2	9673135.738	725151.324

POZO	NORTE	ESTE
C3.1	9673142.883	725213.577
C3.2	9673157.460	725233.886
C3.3	9673166.021	725245.812
C3.4	9673181.415	725267.260
C3.5	9673194.943	725286.107
C3.6	9673168.117	725299.537
C3.7	9673165.350	725315.905
C3.8	9673162.733	725331.382
C3.9	9673100.422	725343.664
C3.10	9673028.788	725357.783

PLANTA DE TRATAMIENTO

A	9672967.316	725418.134
B	9672969.815	725421.384
C	9672964.623	725425.377
D	9672962.124	725422.127

DESCARGA

E	9672969.534	725422.105
F	9672944.966	725440.995

ANEXO III

ESTACIONES Y REFERENCIAS

DATOS DE ESTACIONES

ESTACION	COORDENADAS			REFERENCIAS			UBICACIÓN	
	NORTE	ESTE	ALTURA msnm		NORTE	ESTE		ALTURA msnm
				R1	9673160.511	725055.978	2735.49	Cancha de voley clavo de acero en el piso
A	9673177.000	725023.000	2736.000	R2	9673156.786	725040.68	2735.51	
B	9673168.340	725200.893	2745.332					
C	9673123.517	725166.052	2742.964					
				R1	9672936.401	725151.272	2715.824	Casa del Sr. Angel Tapia clavo de acero en el piso Arbol de eucalipto junto a la via clavo de acero en el tronco
D	9672946.333	725154.064	2714.615	R2	9672954.512	725159.961	2712.606	
E	9672937.182	725226.598	2703.052					
				R1	9672745.912	725253.645	2681.967	Tienda, clavo de acero en el piso
F	9672792.397	725247.962	2688.444	R2	9672748.177	725259.303	2681.982	
G	9672894.507	725298.048	2684.721					
				R1	9672986.657	725431.610	2682.872	Centro del lindero, Planta de trat.
H	9672941.174	725388.402	2680.893	R2	9672978.420	725418.093	2683.195	
I	9673002.615	725399.210	2691.145					
J	9673134.842	725344.014	2716.805					
				R1	9673159.658	725247.347	2745.214	Casa del Sr. Vicente Arévalo clavo de acero en el piso
K	9673132.592	725254.440	2744.247	R2	9673156.172	725256.912	2742.431	

ANEXO IV

ARCHIVO FOTOGRAFICO

Inspección del lugar con el presidente y secretario del sistema de alcantarillado

Foto 1: Inspección condominial 3



Foto 2: Vista de condominial 1



Foto 3: Inspección zona de tratamiento



Foto 4: Inspección zona más alta del sector



ENCUESTA SOCIO – ECONÓMICA SANITARIA

Foto5: Encuesta a moradores calle B



Foto 6: Encuest a moradores zona alta del sector



Foto 7: Encuesta zona condominial 3



Foto 8: Encuesta vía principal



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Foto 9: Levantamiento topográfico vía principal



Foto10: Levantamiento topográfico vía a Paredones

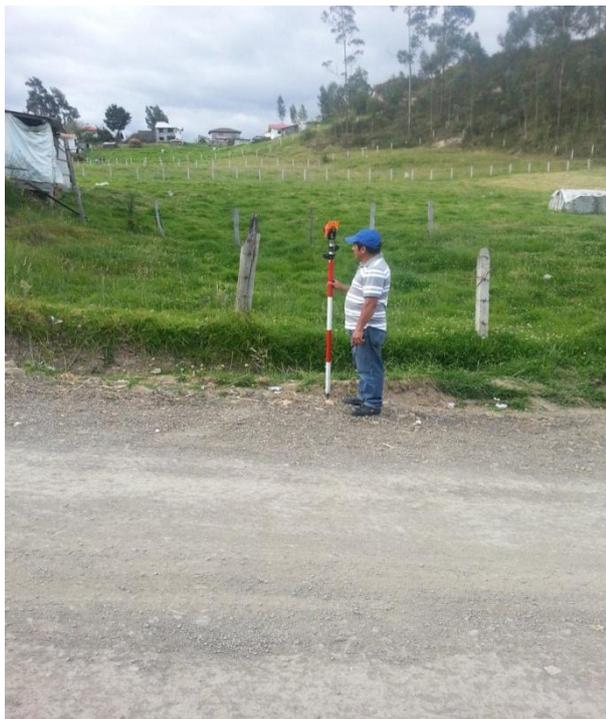


Foto 11: Levantamiento topografico calle B



Foto 12: Levantamiento topografico calle A y condominial 2.



Foto 13: Levantamiento topográfico vía a Paredones y Puente San Gabriel



Foto 14: Levantamiento topográfico quebrada “Burrococha”



Foto 15: Levantamiento topográfico de viviendas



Foto 16: Levantamiento topográfico zona alta



SOCIALIZACION

Foto 17: Socializacion del proyecto a la comunidad



Foto 18: Socializacion del proyecto a la comunidad



TOMA DE MUESTRAS

Foto 19: Perforación para toma de muestras en la zona de tratamiento



Foto 20: Extracción de muestras en la zona de tratamiento



Foto 21: Perforación para toma de muestras en la vía a paredones



Foto 22: Extracción de muestras vía a paredones



ANEXO V

ENCUESTA

SOCIO ECONOMICA - SANITARIA

ANEXO VI

DISEÑO DE LA RED

ALCANTARILLADO SANITARIO

DATOS DE DISEÑO :

Area del Proyecto	:	4,709	ha.
Dot. Media Fut. de Agua Potable	:	130	lit/hab/día
Aportación por consumo de Agua P.	:	80	%
Población futura	:	279	Hab.
Densidad	:	59	Hab./Ha
Material de la tubería	:	PVC	
Factor de Mayorización	:	Harmon	
Infiltración	:	14	m ³ /Ha/día
Ilicitas	:	80	lit/hab/día

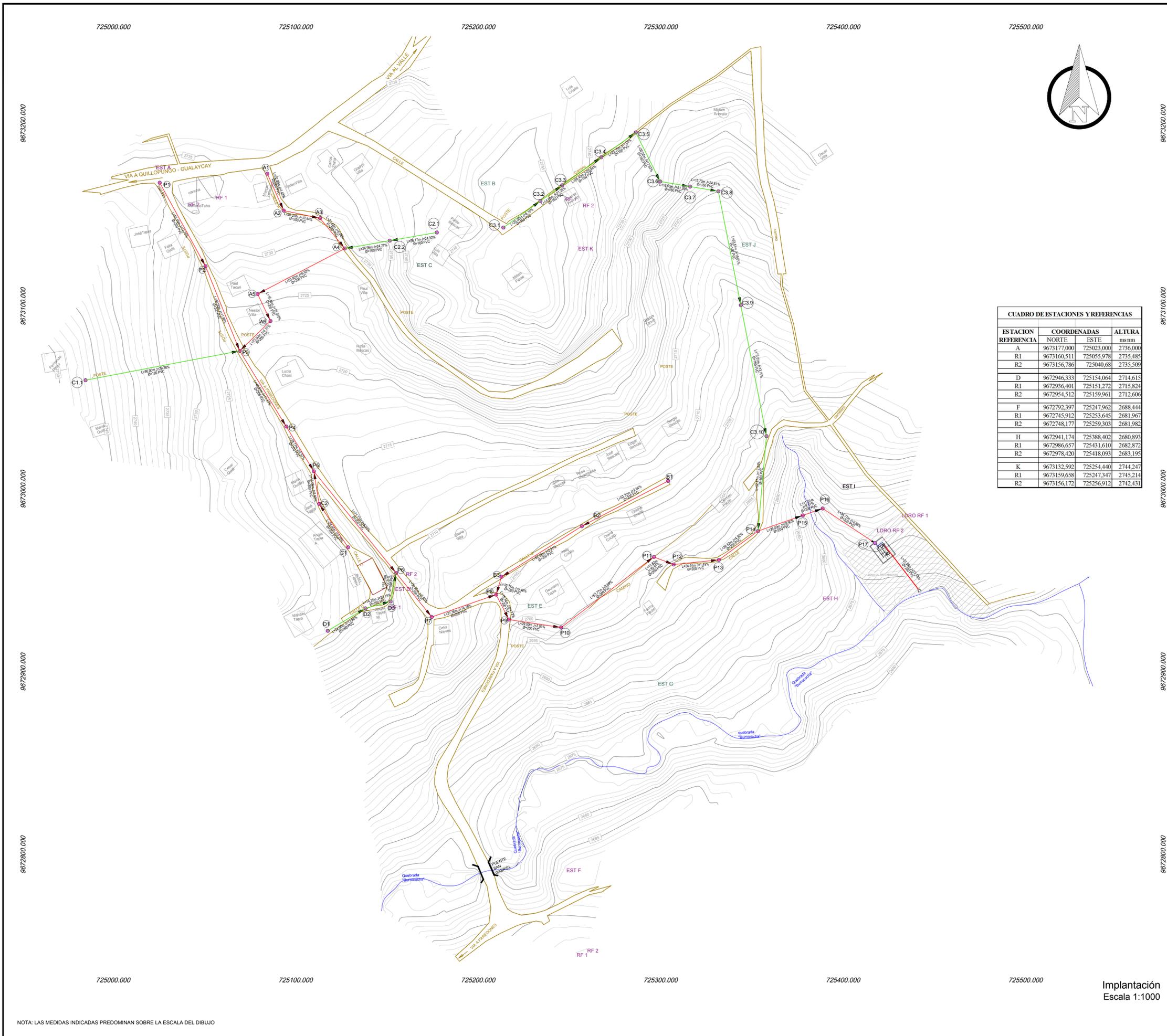
Pendiente mínima	:	5,00	por mil
Diámetro mínimo	:	160	mm
Coef. Manning (n):	:	0,011	para PVC
Velocidad Máxima	:	4,5	m/s
Velocidad Mínima	:	0,6	m/s
Relleno Mínimo	:	1,20	m

Densidad del Agua	:	1000	kg/m ³
Gravedad	:	9,81	m/sg ²

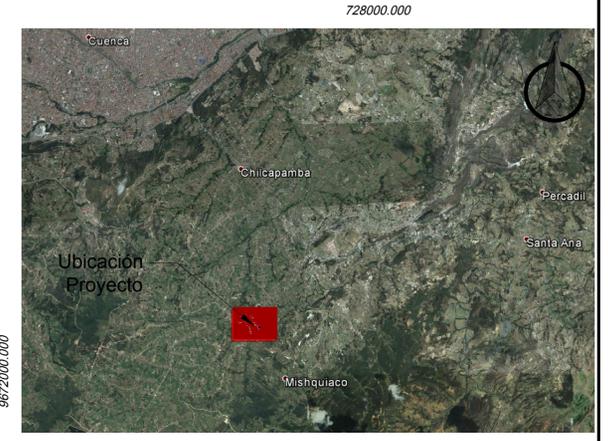
NOMBRE DE LA CALLE	POZO	TRAMO	Long. m.	Área Apor. Ha.	POBLACION		Factor Mayor M.	GASTO lit/seg								TUBERIA										RELACIONES HIDRAULICAS					Tensión Tractiva Pascal.	C O T A S		CORTE m	Observaciones				
					Parcial.	Acum.		Infiltración qxM	A(Ha) parc.	Parcial.	Acum.	Parcial.	Acum.	Parcial.	Acum.	D	J	LLENA			PARCIALEMETE LLENA		q/Q	v/V	rh/Rh	d/D	grados.	d	mm.	Terreno		Proyecto							
																		Parcial.	Acum.	Parcial.	Acum.	Parcial.											Acum.			mm.	0/00	m/s.	lit/seg.
VIA A PEREDONES	P1	1	52,10	0,315	19	19	4,384	0,022	0,022	0,098	0,315	0,051	0,051	0,017	0,017	2,20	200	137,58	4,578234	143,9203	0,05	0,011	1,70	OK	2,20	OK	0,02	0,37	0,22	0,09	68,31	17,25	OK	14,89	OK	2735,202	2733,802	1,400	
VIA A PEREDONES	P2	2	50,00	0,269	16	35	4,344	0,019	0,042	0,181	0,269	0,044	0,095	0,015	0,032	2,51	200	118,58	4,250339	133,61	0,05	0,012	1,65	OK	2,51	OK	0,02	0,39	0,24	0,10	71,85	19,02	OK	14,08	OK	2728,034	2726,634	1,400	
CALLEA	A1	3	22,06	0,103	6	6	4,433	0,007	0,007	0,033	0,103	0,017	0,017	0,006	0,006	2,20	200	14,32	1,477266	46,44	0,05	0,018	0,80	OK	2,20	OK	0,05	0,54	0,37	0,15	90,58	29,65	OK	2,58	OK	2733,602	2732,402	1,200	
CALLE A	A2	4	20,33	0,078	5	11	4,412	0,006	0,013	0,057	0,078	0,013	0,029	0,004	0,010	2,30	200	104,38	3,987694	125,36	0,05	0,012	1,54	OK	2,30	OK	0,02	0,39	0,24	0,09	71,42	18,80	OK	12,26	OK	2733,486	2732,086	1,400	
CALLE A	A3	5	21,42	0,046	3	13	4,401	0,003	0,016	0,071	0,046	0,007	0,037	0,003	0,012	2,42	200	80,77	3,507777	110,27	0,05	0,013	1,43	OK	2,42	OK	0,02	0,41	0,26	0,10	74,69	20,50	OK	10,30	OK	2731,364	2729,964	1,400	
CONDIMINIAL 2	C2.1	6	26,17	0,086	5	5	4,439	0,006	0,006	0,027	0,086	0,014	0,014	0,005	0,005	2,20	160	249,25	5,31047	106,84	0,04	0,010	2,10	OK	2,20	OK	0,02	0,40	0,25	0,10	73,50	15,90	OK	24,69	OK	2729,634	2728,234	1,400	
CONDIMINIAL 2	C2.2	7	24,95	0,02	1	6	4,432	0,001	0,008	0,034	0,020	0,003	0,017	0,001	0,006	2,26	160	247,66	5,293403	106,50	0,04	0,010	2,13	OK	2,26	OK	0,02	0,40	0,26	0,10	74,03	16,12	OK	24,86	OK	2735,413	2734,413	1,000	
CALLEA	A4	8	53,92	0,188	11	31	4,353	0,013	0,037	0,162	0,188	0,030	0,084	0,010	0,029	4,95	200	69,25	3,248105	102,11	0,05	0,019	1,70	OK	4,95	OK	0,05	0,52	0,37	0,15	91,10	29,97	OK	12,60	OK	2729,634	2728,234	1,400	
CALLE A	A5	9	16,40	0,018	1	32	4,350	0,001	0,038	0,167	0,018	0,003	0,087	0,001	0,030	5,23	200	169,70	5,08455	159,8367	0,05	0,016	2,34	OK	5,23	OK	0,03	0,46	0,31	0,12	82,47	24,80	OK	25,90	OK	2725,900	2724,500	1,400	
CALLE A	A6	10	23,50	0,021	1	33	4,348	0,001	0,040	0,174	0,021	0,003	0,091	0,001	0,031	5,53	200	43,06	2,561381	80,52	0,05	0,022	1,47	OK	5,53	OK	0,07	0,57	0,43	0,18	99,67	35,50	OK	9,15	OK	2723,117	2721,717	1,400	
CONDIMINIAL 1	C1.1	11	86,00	0,355	21	21	4,378	0,025	0,025	0,111	0,355	0,058	0,058	0,019	0,019	2,20	160	293,80	5,765524	116,00	0,04	0,010	2,20	OK	2,20	OK	0,02	0,38	0,24	0,10	72,05	15,30	OK	28,06	OK	2722,105	2720,705	1,400	
VIA A PEREDONES	P3	12	48,61	0,216	13	102	4,242	0,015	0,122	0,519	0,216	0,035	0,278	0,012	0,094	11,13	200	114,73	4,180761	131,43	0,05	0,024	2,50	OK	11,13	OK	0,08	0,60	0,48	0,20	105,36	39,37	OK	26,75	OK	2722,105	2720,705	1,400	
VIA A PEREDONES	P4	13	28,77	0,194	11	113	4,229	0,014	0,136	0,576	0,194	0,031	0,309	0,011	0,105	12,12	200	29,68	2,126556	66,84992	0,05	0,033	1,62	OK	12,12	OK	0,18	0,76	0,66	0,29	129,95	57,70	OK	9,64	OK	2717,382	2715,982	1,400	
CALLE C	C1	14	28,60	0,064	4	4	4,447	0,005	0,005	0,020	0,064	0,010	0,010	0,004	0,004	2,20	200	21,99	1,83046	57,54	0,05	0,017	0,90	OK	2,20	OK	0,04	0,49	0,33	0,13	85,81	26,75	OK	3,60	OK	2716,528	2715,128	1,400	
CALLE C	C2	15	18,08	0,059	3	7	4,427	0,004	0,009	0,039	0,059	0,010	0,020	0,003	0,007	2,27	200	88,94	3,680964	115,71	0,05	0,012	1,45	OK	2,27	OK	0,02	0,39	0,25	0,10	72,62	19,42	OK	10,77	OK	2718,565	2717,365	1,200	
VIA A PEREDONES	P5	16	71,71	0,154	9	130	4,211	0,011	0,156	0,657	0,154	0,025	0,354	0,008	0,120	14,52	200	59,28	3,005201	94,47	0,05	0,031	2,20	OK	14,52	OK	0,15	0,73	0,62	0,27	123,97	53,03	OK	17,93	OK	2717,382	2715,982	1,400	
CALLE D	D1	17	24,00	0,068	4	4	4,445	0,005	0,005	0,022	0,068	0,011	0,011	0,004	0,004	2,20	160	136,83	3,934659	79,16	0,04	0,012	1,70	OK	2,20	OK	0,03	0,43	0,29	0,11	79,18	18,35	OK	15,53	OK	2716,528	2715,128	1,400	
CALLE D	D2	18	14,35	0,05	3	7	4,428	0,004	0,008	0,037	0,050	0,008	0,019	0,003	0,006	2,26	160	201,95	4,780071	96,17	0,04	0,011	1,99	OK	2,26	OK	0,02	0,42	0,27	0,11	75,98	16,95	OK	21,26	OK	2712,277	2710,877	1,400	
CALLE D	D3	19	15,79	0,007	0	7	4,426	0,000	0,009	0,039	0,007	0,001	0,020	0,000	0,007	2,33	160	223,12	5,02431	101,0835	0,04	0,011	2,08	OK	2,33	OK	0,02	0,41	0,27	0,10	75,58	16,78	OK	23,26	OK	2718,498	2717,098	1,200	
VIA A PEREDONES	P6	20	30,90	0,046	3	140	4,201	0,003	0,168	0,706	0,046	0,007	0,382	0,003	0,129	18,07	200	89,29	3,6882	115,9414	0,05	0,031	2,70	OK	18,07	OK	0,16	0,73	0,62	0,27	124,45	53,40	OK	27,16	OK	2718,498	2717,098	1,400	
VIA A PEREDONES	P7	21	37,36	0,098	6	145	4,195	0,007	0,175	0,735	0,098	0,016	0,398	0,005	0,135	19,34	200	147,81	4,745288	149,1718	0,05	0,029	3,27	OK	19,34	OK	0,13	0,69	0,57	0,24	118,22	48,66	OK	41,52	OK	2712,277	2710,877	1,400	
CALLE B	B1	22	53,32	0,192	11	11	4,409	0,014	0,014	0,060	0,192	0,031	0,031	0,011	0,011	2,20	200	26,41	2,005737	63,05	0,05	0,016	0,90	OK	2,20	OK	0,03	0,45	0,32	0,13	83,80	25,57	OK	4,15	OK	2709,518	2708,118	1,400	
CALLE B	B2	23	52,03	0,213	13	24	4,370	0,015	0,029	0,126	0,213	0,035	0,066	0,012	0,022	2,41	200	22,10	1,835016	57,69	0,05	0,017	0,91	OK	2,41	OK	0,04	0,49	0,35	0,14	87,74	27,91	OK	3,77	OK	2709,518	2708,118	1,400	
CALLE B	B3	24	10,16	0,017	1	25	4,367	0,001	0,030	0,131	0,017	0,003	0,068	0,001	0,023	4,84	200	54,63	2,884812	90,69	0,05	0,019	1,53	OK	4,84	OK	0,05	0,53	0,39	0,16	93,37	31,40	OK	10,38	OK	2705,651	2704,251	2,500	
VIA A PEREDONES	P8	25	15,34	0,017	1	171	4,172	0,001	0,206	0,861	0,017	0,003	0,469	0,001	0,159	25,66	200	247,33	6,13838	192,9647	0,05	0,029	4,30	OK	25,66	OK	0,13	0,70	0,58	0,25	119,04	49,28	OK	70,25	OK	2705,651	2704,251	1,400	
VIA A PEREDONES	P9	26	29,00	0,044	3	174	4,169	0,003	0,210	0,874	0,044	0,007	0,476	0,002	0,161	32,01	200	2																					

ANEXO VII

PLANOS



CUADRO DE ESTACIONES Y REFERENCIAS			
ESTACION REFERENCIA	COORDENADAS		ALTURA msnm
	NORTE	ESTE	
A	9673177.000	725023.000	2736.000
R1	9673160.511	725055.978	2735.485
R2	9673156.786	725040.68	2735.509
D	9672946.333	725154.064	2714.615
R1	9672936.401	725151.272	2715.824
R2	9672954.512	725159.961	2712.606
F	9672792.397	725247.962	2688.444
R1	9672745.912	725253.645	2681.967
R2	9672748.177	725259.303	2681.982
H	9672941.174	725388.402	2680.893
R1	9672986.657	725431.610	2682.872
R2	9672978.420	725418.093	2683.195
K	9673132.592	725254.440	2744.247
R1	9673159.658	725247.347	2745.214
R2	9673156.172	725256.912	2742.431



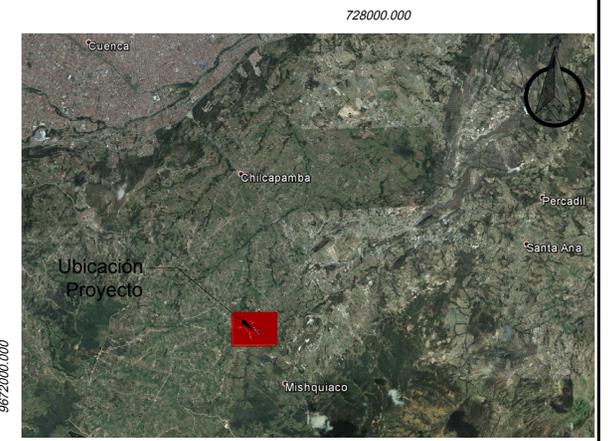
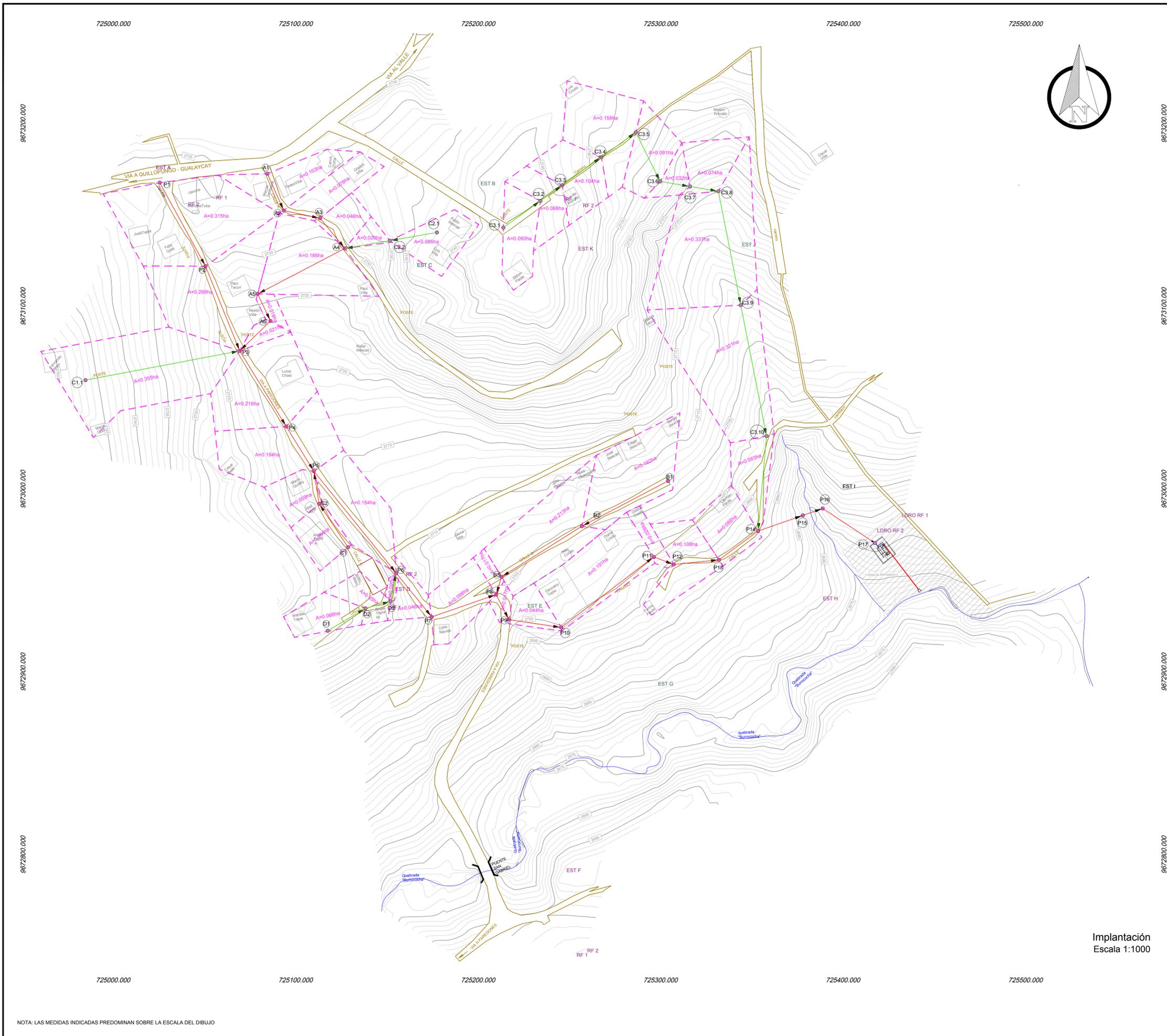
Ubicación
Escala 1:75000

SIMBOLOGÍA	
	Curvas 1m
	Curvas 5m
	Vías
	Casas
	Tubería Ø 200mm
	Tubería Ø 160mm
	Pozos
	Usuario
	Construcción en Planificación
	Pozo 1
	Condominial 1 pozo 1
	Condominial 2 pozo 1
	Condominial 3 pozo 1

Escala: Indicadas	
Diseño:	Daniel Puma
Dib:	Daniel Puma
Rev:	Ing. Edmundo Barrera
Ing. Edmundo Barrera	Daniel Puma
CONTENIDO:	Fecha: Abril - 2016
Topografía	Lámina N.º
Redes de Alcantarillado	HID 1/8

NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

Implantación
Escala 1:1000



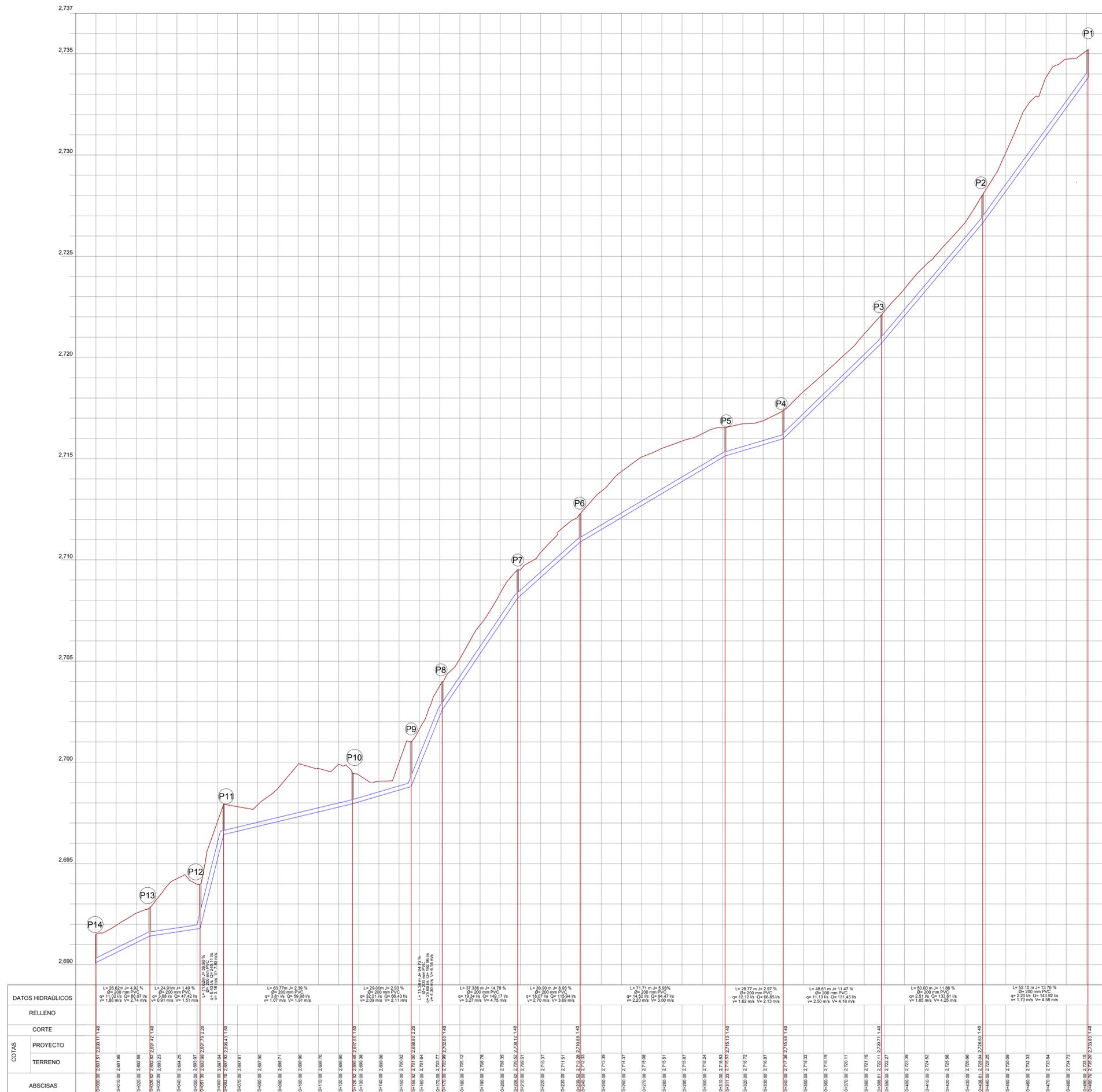
Ubicación
Escala 1:75000

SIMBOLOGÍA	
	Curvas 1m
	Curvas 5m
	Vías
	Áreas de Aporte
	Valor área de aportación
	Casas
	Tubería Ø 200mm
	Tubería Ø 160mm
	Pozos
	Construcción en Planificación
	Pozo 1
	Condominial 1 pozo 1
	Condominial 2 pozo 1
	Condominial 3 pozo 1

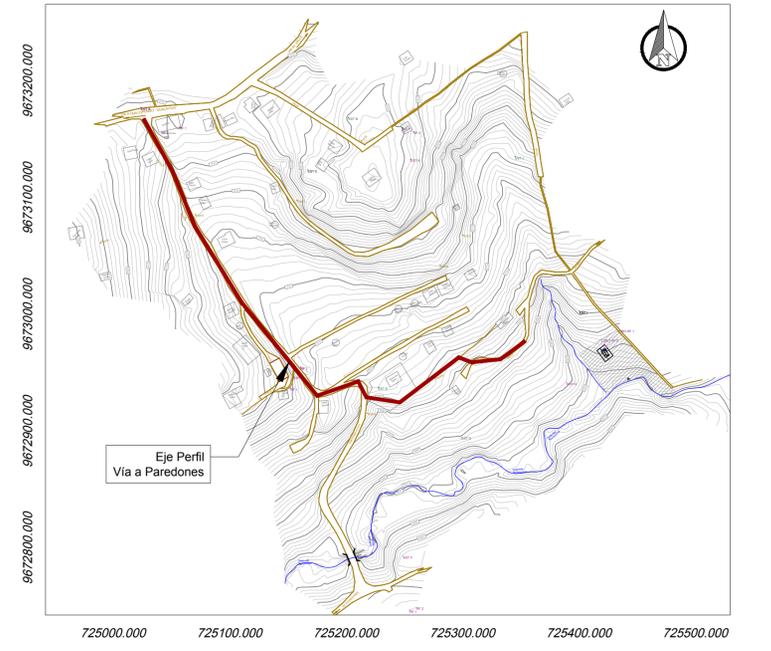
Implantación
Escala 1:1000

Escala: Indicadas	
Diseño: Daniel Puma Dib: Daniel Puma Rev: Ing. Edmundo Barrera	
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma	
CONTENIDO:	Fecha: Abril - 2016
Áreas de Aporte	Lámina N.º HID 2/8

NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO



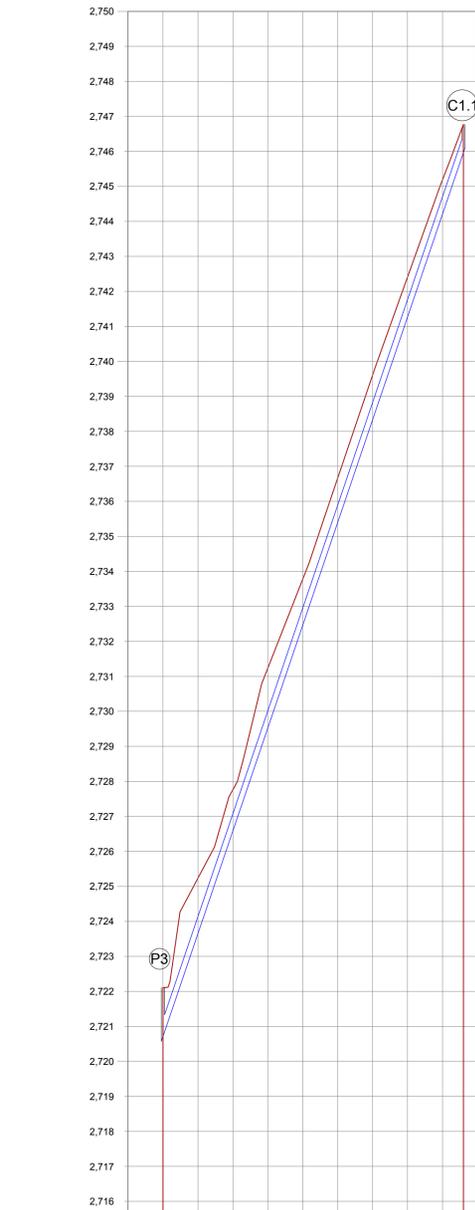
NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO



UBICACIÓN PERFIL
Escala 1:3000

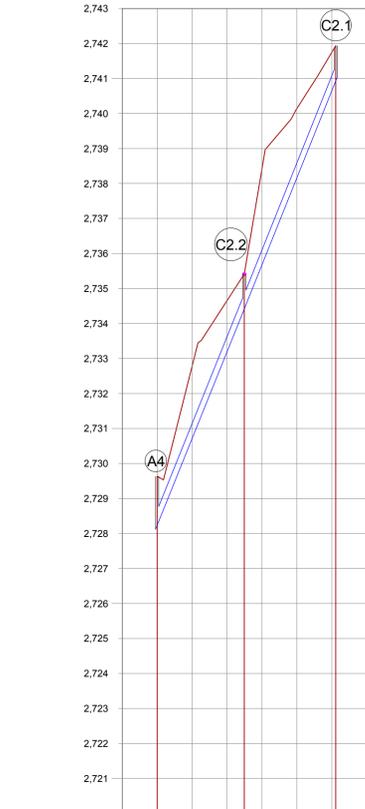
VIA A PAREDONES
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

	
Escala: Indicadas	
Diseño:	Daniel Puma
Dib:	Daniel Puma
Rev:	Ing. Edmundo Barrera
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma	
CONTENIDO:	
PERFIL HIDRAÚLICO VIA A PAREDONES	
Fecha:	Abril - 2016
Lámina N.º	HID 3/8



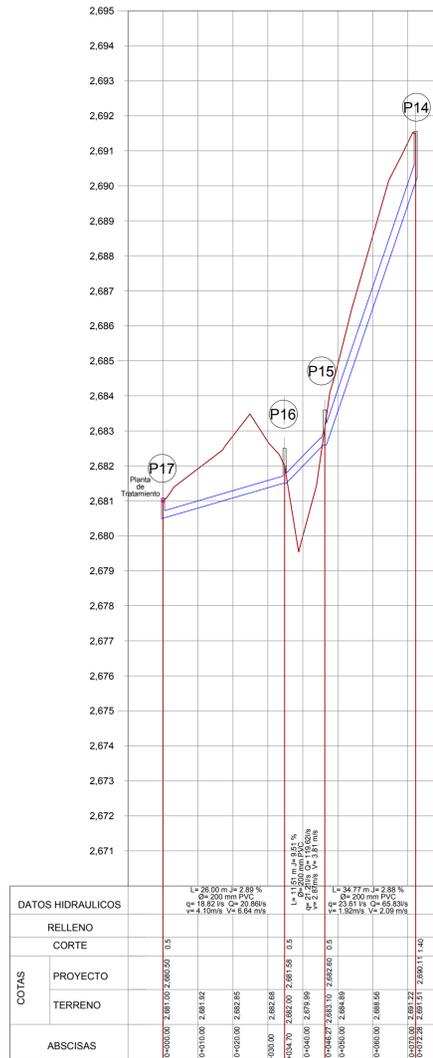
DATOS HIDRAULICOS		L= 86.00m J= 29.38 %
RELLENO		
CORTE		
PROYECTO		
TERRENO		
ABSCISAS	0+000.00 2.72511 2.72671 1.40	
	0+010.00 2.72923	
	0+020.00 2.72776	
	0+030.00 2.73123	
	0+040.00 2.73378	
	0+050.00 2.73686	
	0+060.00 2.73961	
	0+070.00 2.74241	
	0+080.00 2.74519	
	0+088.00 2.74877 2.74877 0.00	

CONDOMINIAL 1
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



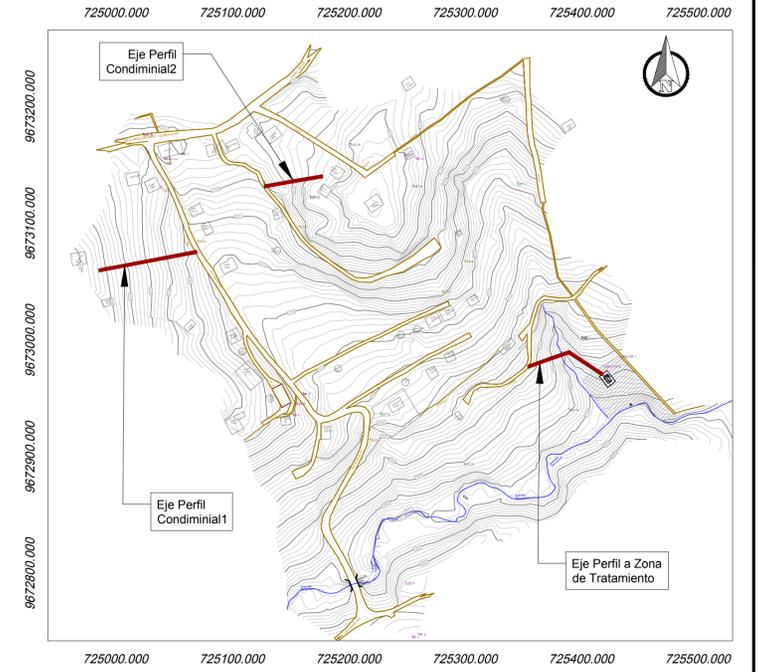
DATOS HIDRAULICOS		L= 24.95 m J= 24.77 %	L= 26.17 m J= 24.92 %
RELLENO			
CORTE			
PROYECTO			
TERRENO			
ABSCISAS	0+000.00 2.72983 2.72923 1.40		
	0+010.00 2.73237		
	0+020.00 2.73465		
	0+024.95 2.73541 2.73441 1.00		
	0+030.00 2.73841		
	0+040.00 2.74015		
	0+050.00 2.74175		
	0+050.00 2.74184 2.74064 1.00		

CONDOMINIAL 2
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



DATOS HIDRAULICOS		L= 28.00 m J= 2.89 %	L= 41.00 m J= 6.54 %	L= 34.77 m J= 2.88 %
RELLENO				
CORTE				
PROYECTO				
TERRENO				
ABSCISAS	0+000.00 2.68100 2.68250 0.5			
	0+010.00 2.68192			
	0+020.00 2.68245			
	0+030.00 2.68265			
	0+034.77 2.68260 2.68260 0.5			
	0+040.00 2.68189			
	0+046.27 2.68310 2.68260 0.5			
	0+050.00 2.68489			
	0+060.00 2.68456			
	0+070.00 2.68122			
	0+072.28 2.68151 2.68111 1.40			

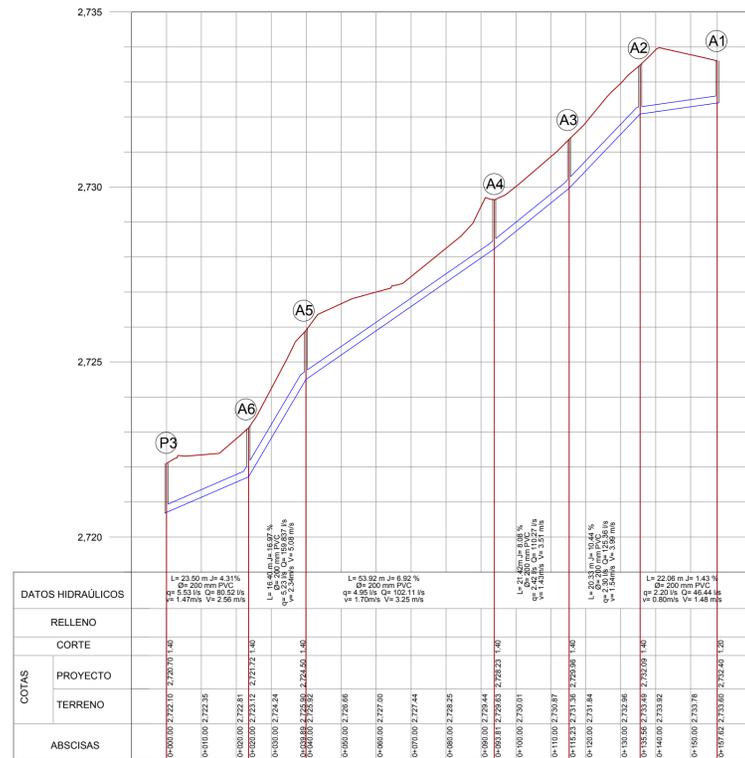
A ZONA DE TRATAMIENTO
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



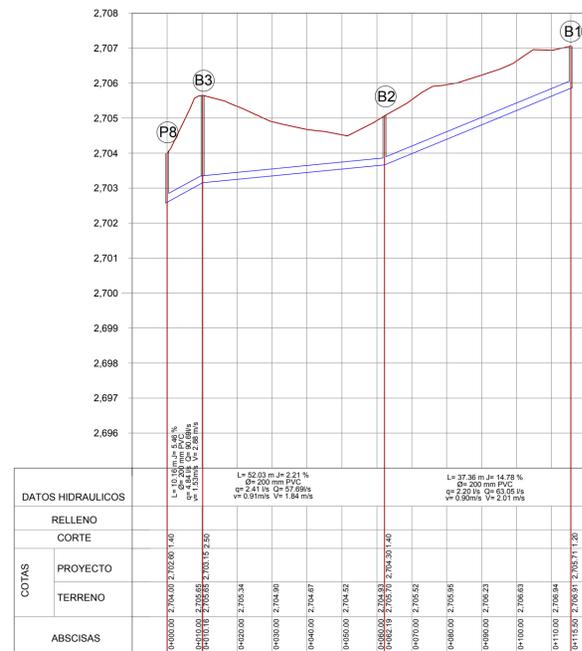
UBICACIÓN PERFILES
Escala 1:3000

NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

Escala: Indicadas	
Diseño:	Daniel Puma
Dib:	Daniel Puma
Rev:	Ing. Edmundo Barrera
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma	
CONTENIDO:	Fecha: Abril - 2016
PERFIL HIDRAULICO CONDOMINIAL 1-2, A ZONA DE TRATAMIENTO	Lámina N° HID 4/8



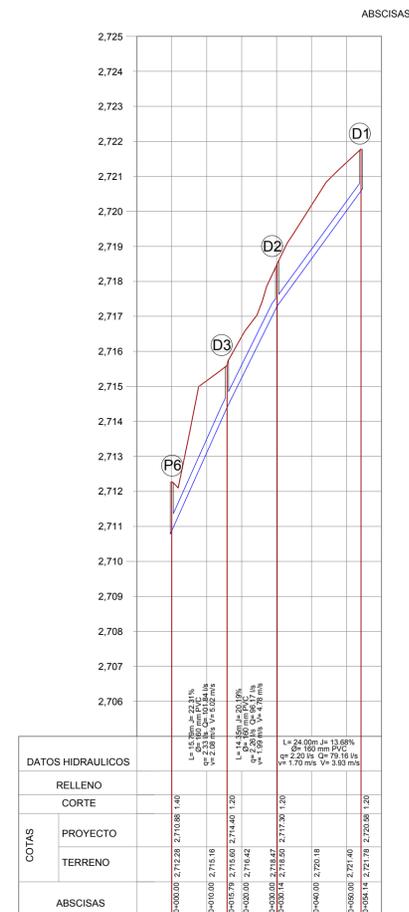
CALLE A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



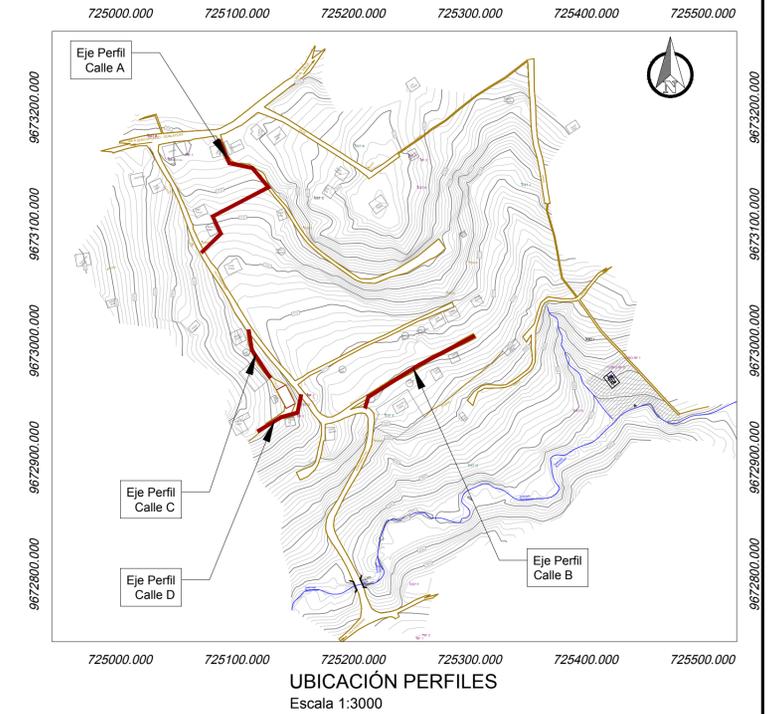
CALLE B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



CALLE C
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



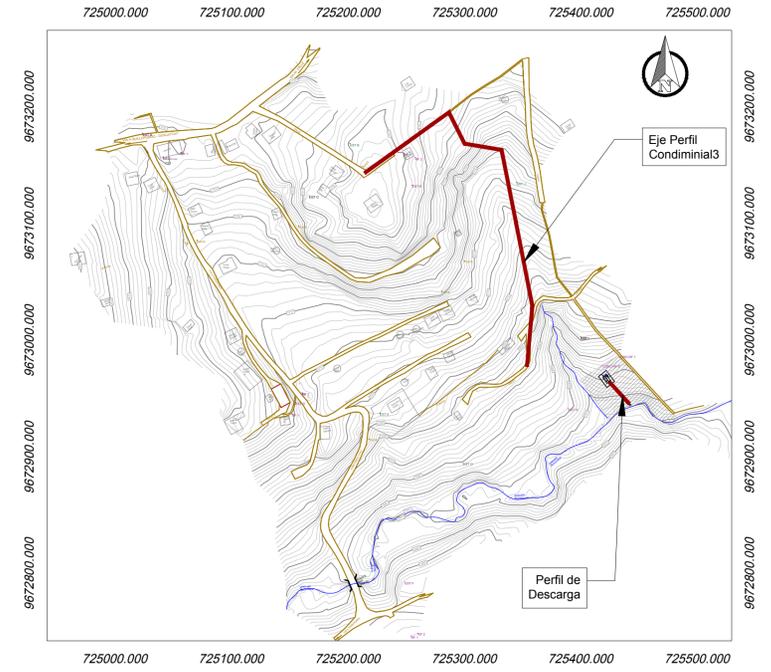
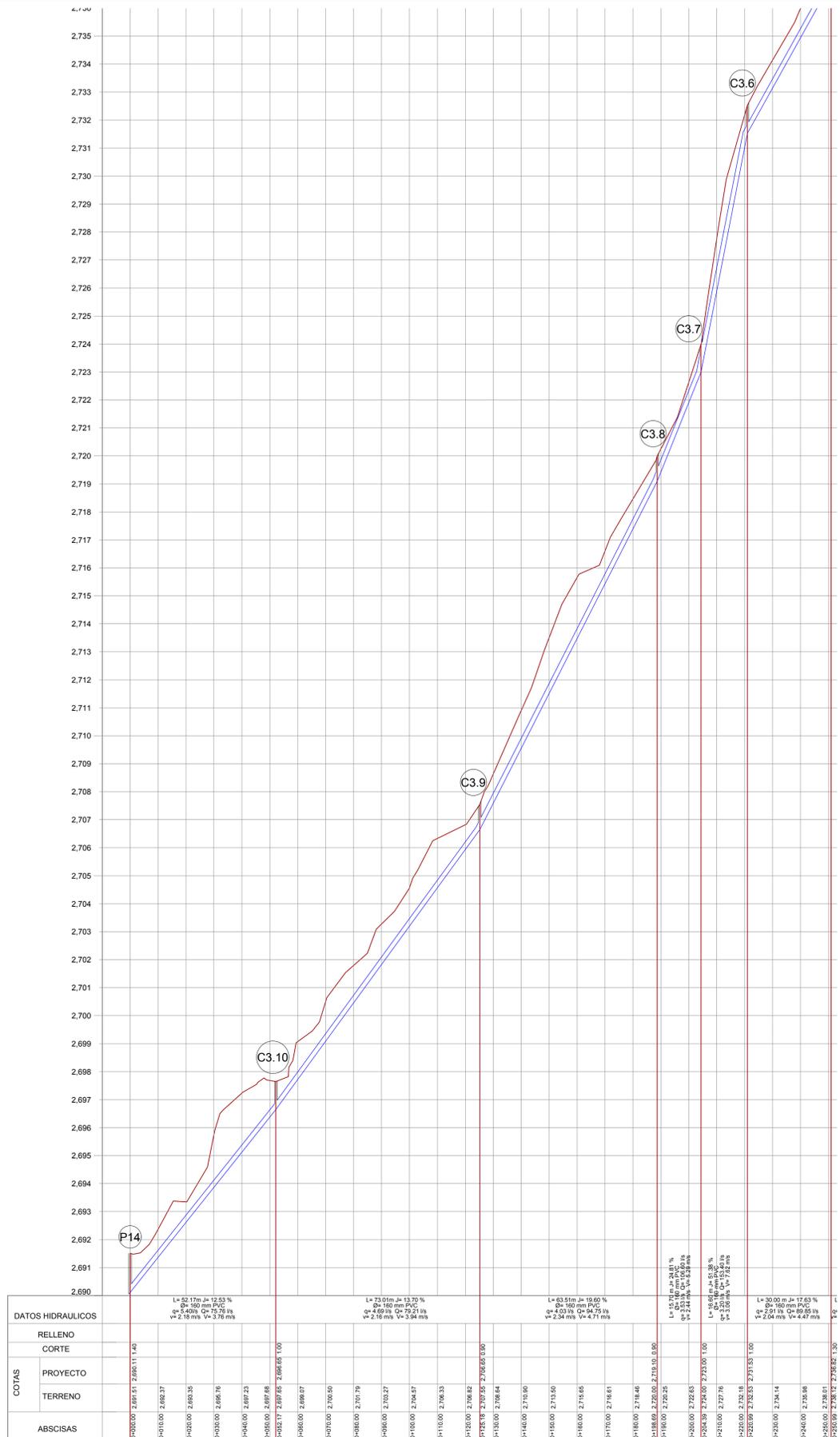
CALLE D
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



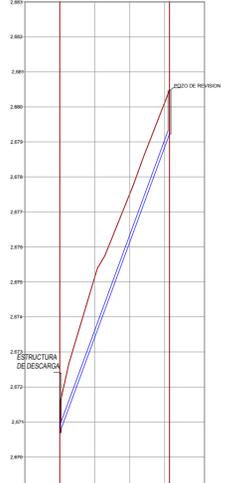
UBICACIÓN PERFILES
Escala 1:3000

NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

Escala: Indicadas	
CONTENIDO: PERFIL HIDRAULICO CALLES A-B-C-D	
Fecha: Abril - 2016 Lámina N° HID 5/8	
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma	



UBICACIÓN PERFILES
Escala 1:3000



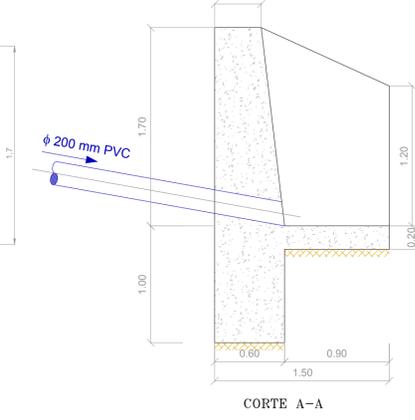
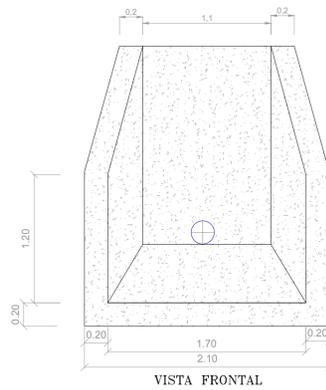
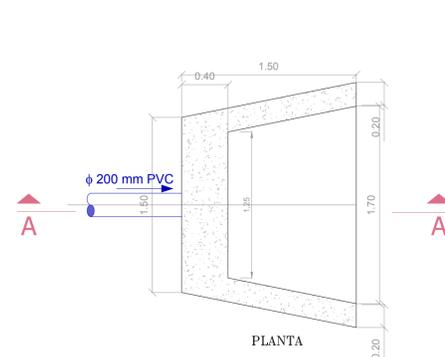
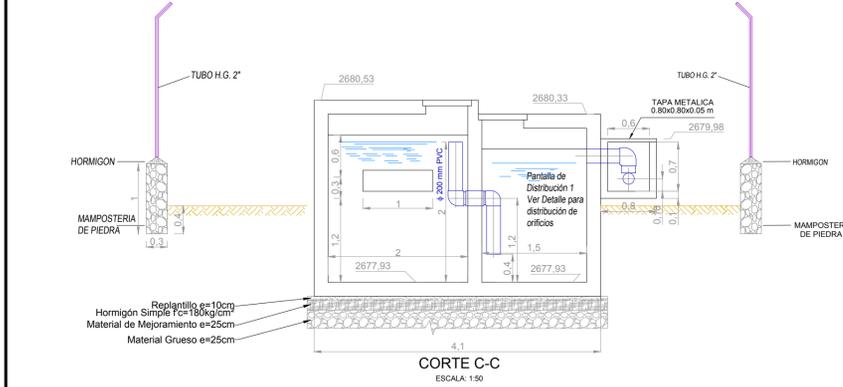
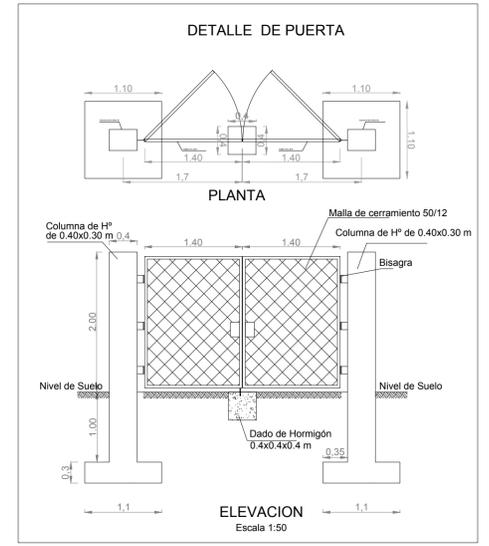
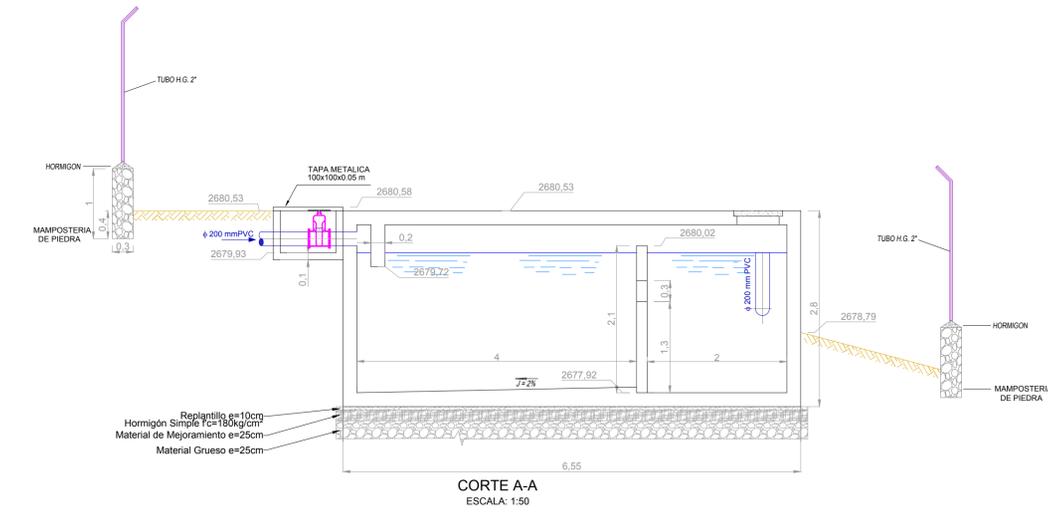
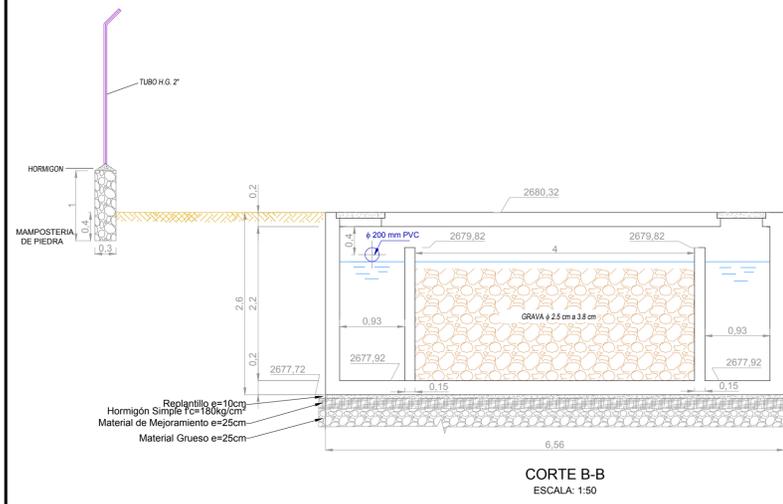
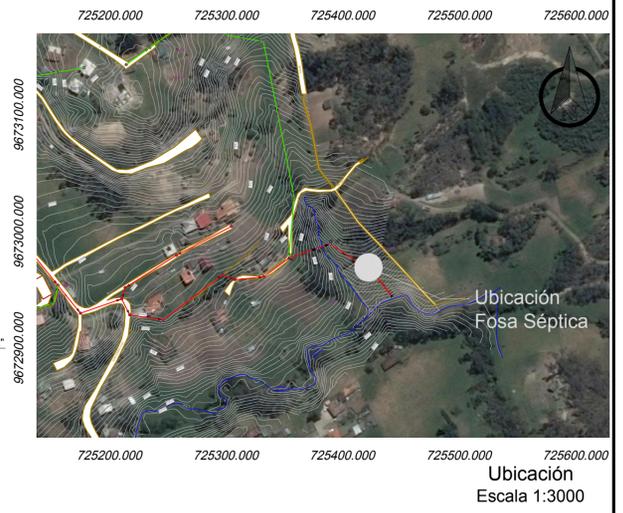
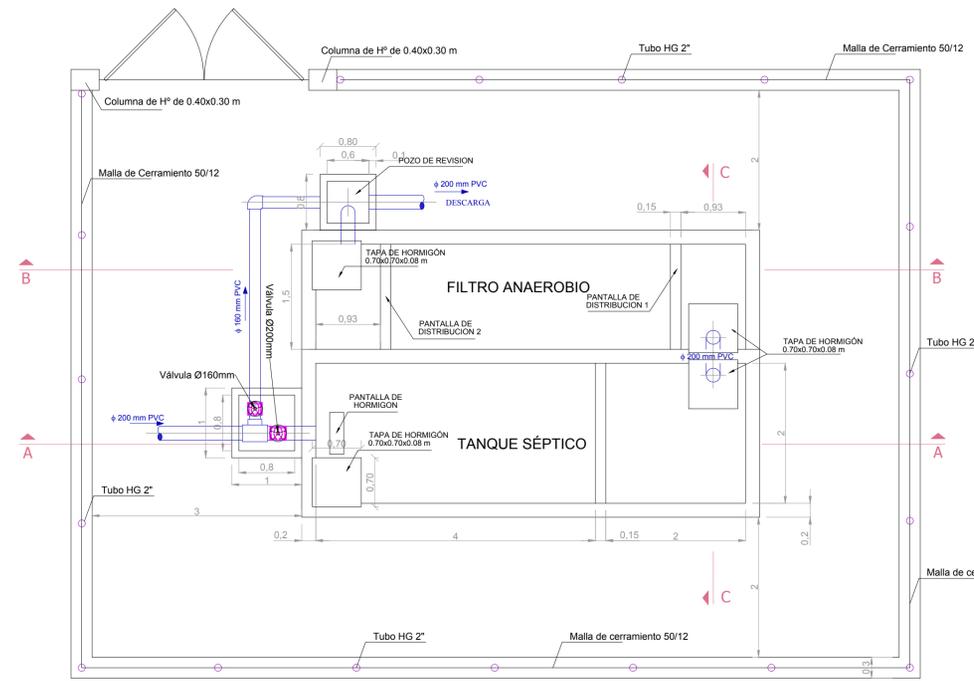
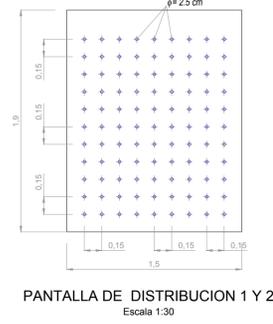
DATOS HIDRAULICOS	
RELLENO	
CORTE	
PROYECTO	
TERRENO	
ABSCISAS	

DESCARGA
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
GAD PARROQUIAL DE "EL VALLE"

Escala: Indicadas	
Diseño:	Daniel Puma
Dib:	Daniel Puma
Rev:	Ing. Edmundo Barrera
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma	
CONTENIDO:	
PERFIL HIDRAÚLICO CONDOMINIAL 3	
Fecha: Abril - 2016	
Lámina N°	HID 6/8



NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
GAD PARROQUIAL DE "EL VALLE"

Escala: Indicadas

Diseño:	Daniel Puma
Dib:	Daniel Puma
Rev:	Ing. Edmundo Barrera

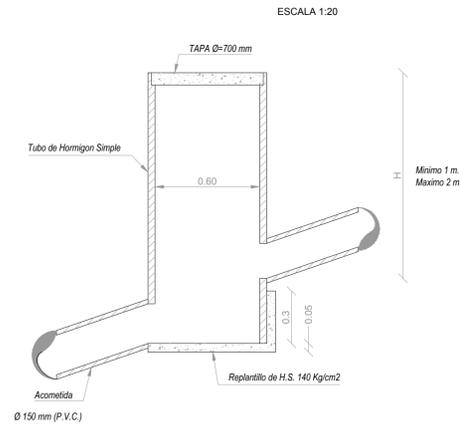
Ing. Edmundo Barrera Daniel Puma

CONTENIDO:
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Cortes y Detalles

Fecha: Abril - 2016

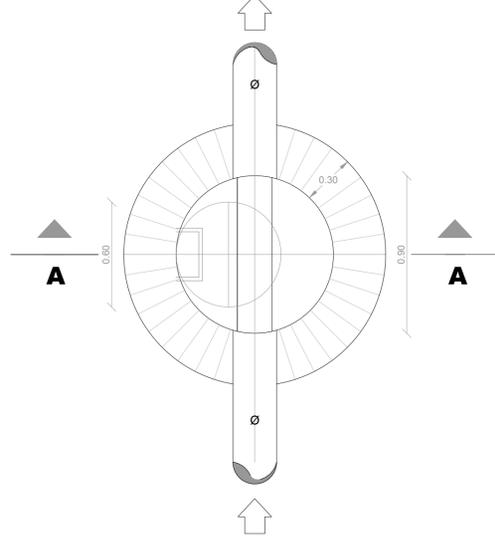
Lámina N° HID 7/8

INSTALACIONES DOMICILIARIAS POCO PROFUNDAS



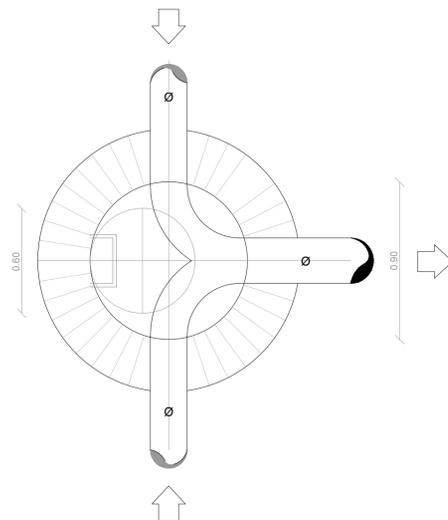
EMPALME DE 2 CANALES

ESCALA 1:20



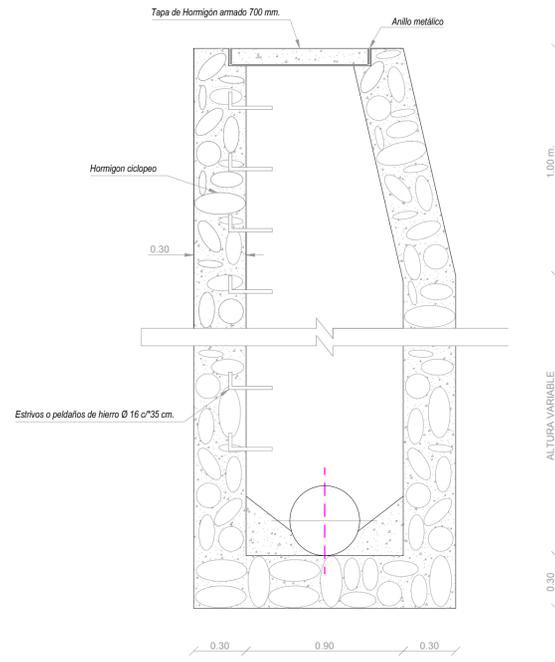
EMPALME DE 3 CANALES

ESCALA 1:20



POZOS DE REVISION

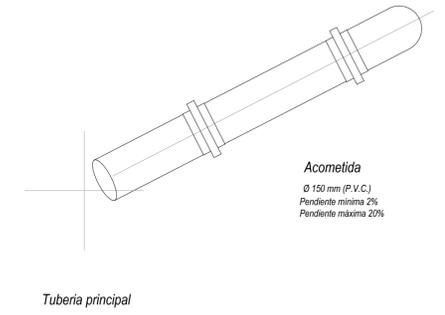
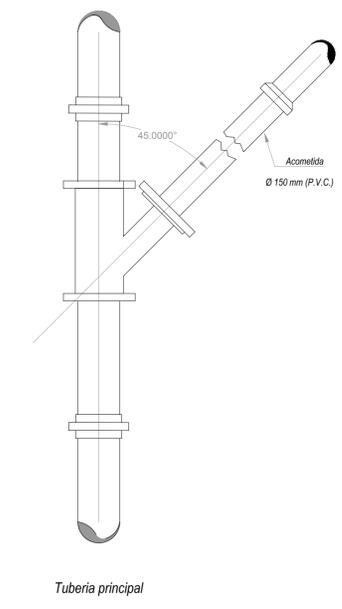
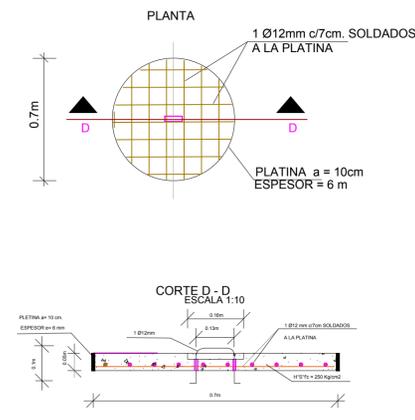
ESCALA 1:20



CORTE A-A

TAPA DE HORMIGÓN ARMADO PARA POZO DE REVISIÓN

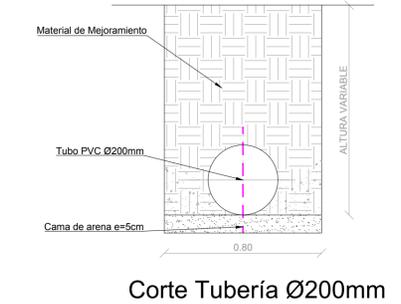
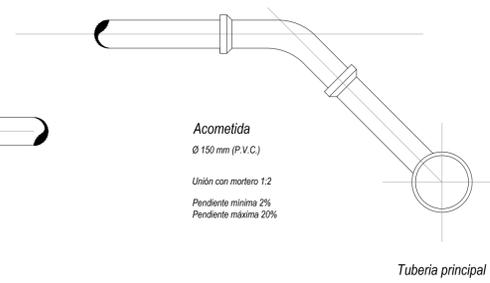
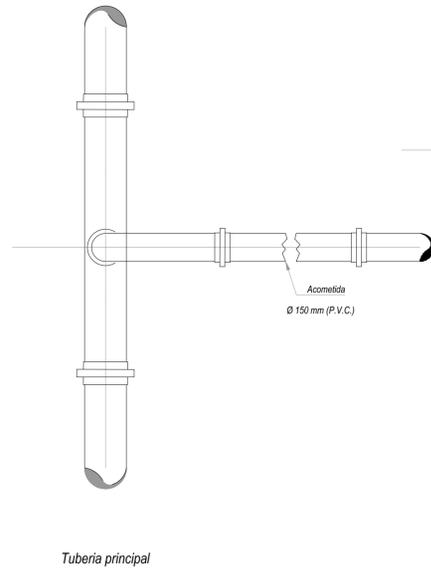
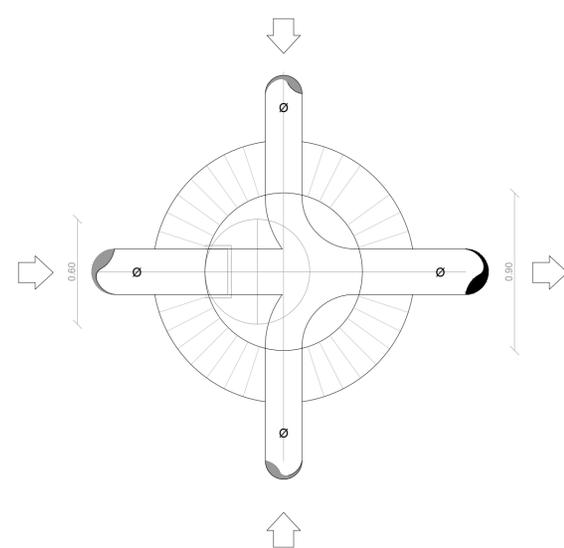
ESCALA 1:20



INSTALACIONES DOMICILIARIAS PROFUNDAS

EMPALME DE 4 CANALES

ESCALA 1:20



NOTA: LAS MEDIDAS INDICADAS PREDOMINAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA GAD PARROQUIAL DE "EL VALLE"		
Escala: Indicadas		
Diseño: Daniel Puma		
Dib: Daniel Puma		
Rev: Ing. Edmundo Barrera		
Ing. Edmundo Barrera		Daniel Puma
CONTENIDO: Detalles de la Red de Alcantarillado		Fecha: Abril - 2016
		Lámina N.º HID 8 / 8