



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
“INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES”**

**Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia
San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autores:

BORIS STEVEN BARRETO MENDIETA

JUAN DIEGO ORELLANA ANDRADE

Director:

Ing. JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA, ECUADOR

2022

DEDICATORIA

Siempre encomendado en Dios, y gracias al apoyo de mis padres, he llegado a concluir esta etapa de mi vida. Dedico este trabajo de titulación a mi padre Iván que ha sido siempre incondicional y me ha motivado a seguir mis sueños, a Ximena mi madre, siendo el pilar fundamental en todos los días de mi vida, a mi abuela Cecilia Silva quien siempre estuvo pendiente de mi bienestar, a mi abuelo Rigoberto Orellana por el apoyo, confianza y cariño. A mis hermanos Iván y Ángeles que son el soporte de mi vida; a mi enamorada Kim Rodríguez por ser la mejor compañera de vida. A mis amigos Diego, Josué y Andy, por su compañerismo, afecto y conocimientos compartidos en la vida universitaria. A mis primos Andrés y Adriana, por los consejos brindados en el campo de la ingeniería que fueron de gran ayuda.

Juan Diego Orellana A.

A mis padres quienes me inculcaron valores como: respeto, honestidad, valor del trabajo y con su apoyo fueron un pilar fundamental para la culminación de mi carrera y tesis, a mis hermanos que aportaron con conocimiento y ayuda en momentos necesarios de mi carrera.

Boris Steven Barreto M.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor de trabajo de titulación, el Ingeniero Josué Bernardo Larriva Vásquez por habernos impulsado a dar un paso más y por el tiempo dedicado.

A las personas pertenecientes al sector La Estancia por darnos la confianza y permitirnos contribuir con un proyecto viable necesario para su vecindario.

A la Universidad del Azuay y sus docentes, de manera especial a los miembros del tribunal por su total colaboración y compromiso con nuestro proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
OBJETIVOS.....	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
JUSTIFICACIÓN	3
ALCANCE	3
CAPÍTULO I.....	4
1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	4
1.1. Ubicación	4
1.2. Área del proyecto.....	5
1.3. Levantamiento de datos del sector.....	5
1.3.1. Topografía de la zona de estudio	7
1.3.2. Encuestas.....	7
1.4. Servicios básicos e infraestructura existente	10
1.4.1. Tipo de vías	10
1.4.2. Sistemas de agua.....	12
CAPÍTULO II.....	15
2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO	15
2.1. Criterios de diseño	15
2.1.1. Periodo de diseño.....	15
2.1.2. Población futura.....	15
2.1.3. Áreas de aporte.....	17
2.1.4. Densidad poblacional.....	17
2.1.5. Dotación de agua potable	18
2.1.6. Pozo de revisión.....	18
2.1.7. Conexiones domiciliarias	19

2.1.8.	Sumideros.....	19
2.1.9.	Tuberías.....	19
2.2.	Determinación de caudal de diseño	20
2.2.1.	Caudal sanitario	20
2.2.2.	Caudal medio diario.....	20
2.2.3.	Caudal máximo horario.....	21
2.2.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	21
2.2.5.	Caudal por infiltración	22
2.2.6.	Caudal pluvial.....	22
2.3.	Criterios generales de diseño.....	25
2.3.1.	Velocidades de diseño.....	25
2.3.2.	Pendientes de diseño	26
2.3.3.	Pendiente mínima	26
2.3.4.	Dímetros de diseño	26
2.3.5.	Diseño hidráulico.....	26
CAPÍTULO III		32
3.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	32
3.1.	Ubicar pozos de revisión	32
3.2.	Diámetro de pozos de revisión (detalles del perfil)	32
3.3.	Cálculos para tuberías de PVC	37
3.4.	Profundidad de pozos de revisión.....	39
3.5.	Comprobación de normas vigentes.....	40
CAPÍTULO IV		41
4.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	41
4.1.	Presupuesto.....	41
4.2.	Análisis de precios unitario	44
4.2.1.	Costos directos.....	44
4.2.2.	Costos indirectos.....	44
4.3.	Especificaciones técnicas	44
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.	BIBLIOGRAFÍA	56
7.	ANEXOS.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del sector La Estancia, Parroquia San Joaquín. Fuente: Autores.	4
Figura 2. Área del proyecto parroquia San Joaquín. Fuente: Autores	5
Figura 3. GPS. Elaboración: Autores	6
Figura 4. Estación total Nikon. Elaboración: Autores	6
Figura 5. Implementación del sistema de alcantarillado combinado. Elaboración: Autores.	8
Figura 6. Integrantes del grupo familiar. Elaboración: Autores.	9
Figura 7. Uso de vivienda. Elaboración: Autores.	9
Figura 8. Tipo de vía Elaboración: Autores.	10
Figura 9. Vía principal sector La Estancia. Elaboración: Autores.	11
Figura 10. Tipo de agua que utiliza el sector La Estancia. Elaboración: Autores	12
Figura 11. Abastecimiento de agua. Elaboración: Autores	12
Figura 12. Disposición de excretas. Elaboración: Autores.	13
Figura 13. Necesidad de alcantarillado pluvial. Elaboración: Autores.	14
Figura 14. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional. Elaboración: (Metcalf & Eddy B. Tchobanoglous G., 1998).....	24
Figura 15. Flujo a sección parcialmente llena Elaboración: (Llena, 2017)	28
Figura 16. Grafica de las relaciones hidráulicas para secciones circulares parcialmente llenas. Elaboración: (Reyes, 2021)	29
Figura 17. Pozo de revisión. Elaboración: ETAPA EP.	33
Figura 18. Pozo de salto. Elaboración: ETAPA EP.	34
Figura 19. Tapa y brocal. Elaboración: ETAPA EP	35
Figura 20. Sumidero vista en planta. Elaboración: ETAPA EP	35
Figura 21. Detalle de conexión de sumidero a pozo. Elaboración: ETAPA EP.	36
Figura 22. Pozo de inspección domiciliaria. Elaboración: ETAPA EP.	36
Figura 23. Distribución de red de alcantarillado calle 5. Elaboración: Autores	37
Figura 24. Distribución de red de alcantarillado vista en perfil calle 5. Elaboración: Autores.	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de cálculo para determinar la población futura del proyecto. Elaboración: Autores.	16
Tabla 2. Parámetros iniciales para determinar la población de diseño. Elaboración: Autores.	16
Tabla 3. Población de diseño periodo de 20 años por el método aritmético, geométrico y exponencial. Elaboración: Autores	17
Tabla 4. Tasa de crecimiento, población actual y futura del proyecto. Elaboración: Autores.	17
Tabla 5. Dotaciones per cápita de las distintas zonas urbanísticas de Cuenca. Elaboración: ETAPA EP.....	18
Tabla 6. Distancia máxima entre pozos. Elaboración: SENAGUA-norma co 10.7 - 602 – revisión 19	
Tabla 7. Constantes para un tiempo menor a 60 minutos. Fuente: Larriva,2020	25
Tabla 8. Relaciones hidráulicas Fuente: (Larriva, 2021).....	30
Tabla 9. Relaciones para coeficientes de rugosidad constante. Elaboración: (Gómez Gavilanes, 2006).	31
Tabla 10. Diámetros recomendados para pozos de revisión. Elaboración: (SENAGUA, 2010).....	32
En la tabla 11 se resumen los cálculos obtenidos para la calle 5 del sector La Estancia. Se adjunta tabla completa en el anexo 4.....	38
Tabla 11. Resultados calle 5, red de alcaantarillado combinado La Estancia. Elaboración: Autores.	38
Tabla 12. Ubicación de pozos red La Estancia. Elaboración: Autores.	39
.....	40
Tabla 13. Presupuesto referencial. Elaboración: Autores.....	43

INDICE DE ANEXOS

7.1.	Anexo 1: Encuesta La Estancia	58
7.2.	Anexo 2: Levantamiento topográfico	61
7.3.	Anexo 3: Cálculos hidráulicos del alcantarillado combinado de La Estancia	62
7.4.	Anexo 4: Diseño de alcantarillado La Estancia	63
7.5.	Anexo 5: Plano ubicación geográfica	64
7.6.	Anexo 6: Plano planta y perfil de alcantarillado 1	65
7.7.	Anexo 7: Plano planta y perfil de alcantarillado 2	66
7.8.	Anexo 8: Plano planta y perfil de alcantarillado 3	67
7.9.	Anexo 9: Plano planta y perfil de alcantarillado 4	68
7.10.	Anexo 10: Plano planta y perfil de alcantarillado 5	69
7.11.	Anexo 11: Plano de detalles constructivos	70
7.12.	Anexo 12: Presupuesto.....	71

Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay.

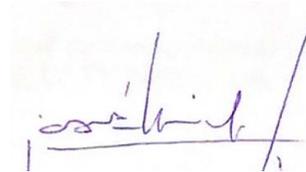
RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se elaboró el diseño de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay. El sector no cuenta con un sistema adecuado de conducción y evacuación de agua lluvia como residuales, en la actualidad, cada casa cuenta con pozos sépticos generando problemas ambientales, por este motivo se realiza un análisis técnico en base a hidrosanitaria enfocándose en un arduo estudio y planificación que contribuirá a la implementación de este diseño eficaz cuya finalidad es mitigar estos inconvenientes y a su vez ayudar a mejorar la salud, bienestar y calidad de vida del sector. El diseño incluye planos, presupuesto, análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas.

Palabras claves: Alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, alcantarillado combinado, aguas residuales, hidrosanitaria, pozo séptico.



Ing. José Fernando Vásquez Calero
DIRECTOR DE ESCUELA



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



Boris Steven Barreto Mendieta
AUTOR



Juan Diego Orellana Andrade
AUTOR

**DESIGN OF A COMBINED SEWER SYSTEM FOR LA ESTANCIA AREA,
SAN JOAQUIN COMMUNITY, CUENCA CANTON, PROVINCE OF AZUAY.**

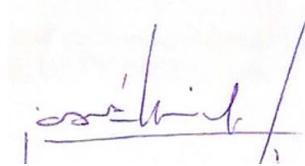
ABSTRACT

In this degree work, the design of a combined sewerage system for La Estancia area, San Joaquin community, Cuenca canton, province of Azuay. The sector does not have an adequate system of conduction and evacuation of rainwater and wastewater, at present, each house has septic tanks generating environmental problems, for this reason a technical analysis is made based on hydrosanitary focusing on an arduous study and planning that will contribute to the implementation of this effective design whose purpose is to mitigate these problems and in turn help to improve the health, welfare and quality of life of the sector. The design includes plans, budget, unit price analysis, technical specifications.

Key words: sanitary sewer, storm sewer, combined sewer, sewage, wastewater, hydrosanitary, septic tank.



Ing. José Fernando Vásquez Calero
FACULTY DIRECTOR



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez
THESIS DIRECTOR



Boris Steven Barreto Mendieta
AUTHOR



Juan Diego Orellana Andrade
AUTHOR



DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR LA ESTANCIA, PARROQUIA SAN JOAQUÍN DEL CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY.

INTRODUCCIÓN

Una población por más pequeña que fuese debería contar tanto con un sistema de suministro de agua como de evacuación llamado alcantarillado. Un sistema de alcantarillado es un conjunto de estructuras y conductos diseñados para recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; las cuales se producen por las actividades humanas y las que provienen de la precipitación pluvial (López, 1995).

Para iniciar un proyecto de sistema de alcantarillado por lo general se comienza con el levantamiento topográfico, investigación demográfica, cálculo y diseño de la red de alcantarillado combinado cumpliendo con la normativa vigente.

Debido a que la zona presenta un crecimiento poblacional notorio, es de gran importancia que el sector La Estancia cuente con este tipo de servicio básico, porque de esta manera se potencia su desarrollo y se disminuye la contaminación de la zona, es por esto que la directiva del sector La Estancia a gestionado con la Universidad del Azuay para que se realice el diseño de un sistema de alcantarillado combinado perteneciente a la parroquia de San Joaquín, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

GENERALIDADES

ANTECEDENTES

El sector La Estancia ubicado en la parroquia de San Joaquín de Cuenca, al ser una zona rural no cuenta con sistema de alcantarillado combinado debido a su asentamiento, habitantes del sector se ven en la necesidad de implementarlo. Este sector en la actualidad cuenta únicamente con el servicio de energía eléctrica y agua potable.

El sector La Estancia está conformado actualmente por 25 familias, con un promedio de 4 habitantes por familia, la mayoría de habitantes del sector cuenta con una instrucción de tercer nivel.

De los datos obtenidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de San Joaquín se observa que la cobertura de redes de alcantarillado alcanza un 41% y a su vez se tiene que el 43% utiliza pozos sépticos como sistema de eliminación de aguas servidas (PDOT, 2013).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar la red de alcantarillado combinado con su respectivo análisis económico para el sector la Estancia que pertenece a la parroquia de San Joaquín, cantón Cuenca, Provincia del Azuay.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar levantar y analizar datos de información topográfica para el diseño del sistema de alcantarillado.
- Elaborar y diseñar en base a la información topográfica los elementos de redes de alcantarillado combinado.
- Realizar presupuesto y cronograma de construcción de las redes de alcantarillado.
- Elaborar planos y especificaciones técnicas del proyecto.

JUSTIFICACIÓN

La ausencia de un alcantarillado combinado en el sector La Estancia ha generado la necesidad de implementar este proyecto, ya que hoy en día la mayoría de viviendas de este sector cuenta únicamente con pozos sépticos, lo que provoca efectos de contaminación ambiental ocasionando malas condiciones de salubridad y a su vez la insatisfacción de los moradores.

Para solucionar esta problemática sanitaria se determinó realizar un diseño para un sistema de alcantarillado combinado.

ALCANCE

La presente aplicación tiene como finalidad, obtener los estudios de alcantarillado combinado para el sector La Estancia. Realizando encuestas virtuales, para corroborar el número de habitantes por vivienda que es un dato importante para poder determinar el nivel de servicio.

Posteriormente, se diseñará los respectivos planos y especificaciones técnicas para la implementación del mismo, así como también su costo. Estos pueden ser hojas de cálculo, planos en planta y perfil.

Una vez concluida la ejecución del sistema de alcantarillado combinado, se espera:

- Mejorar las condiciones de salubridad del sector.
- Dotar de un seguro y adecuado sistema de recolección de aguas servidas y aguas lluvia.

CAPÍTULO I

1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1.Ubicación

El barrio “La Estancia” perteneciente a la parroquia de San Joaquín, ubicada en la zona rural del cantón Cuenca, pertenece a la provincia del Azuay y geográficamente se encuentra en las coordenadas WGS84: 714366.20m E, 9681307.63m S, como se muestra en la figura 1.

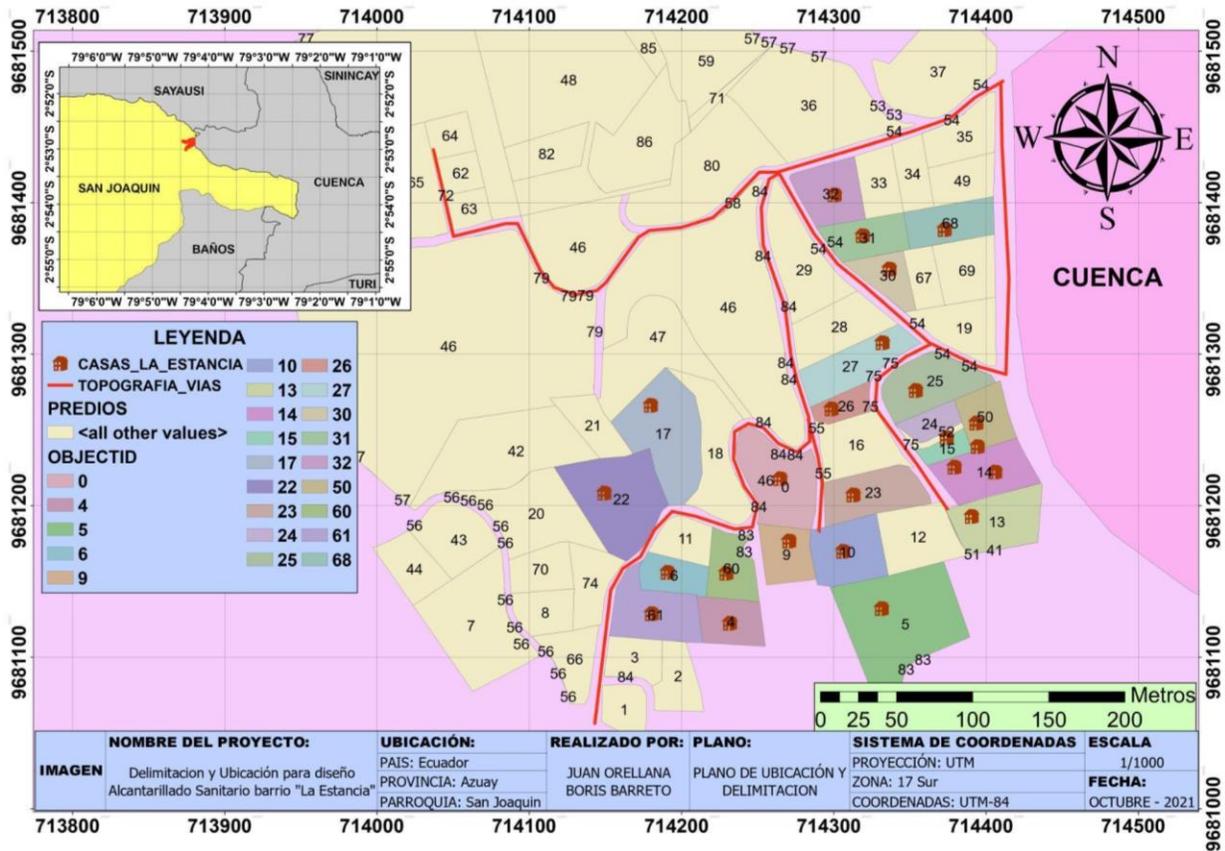


Figura 1. Mapa de ubicación del sector La Estancia, Parroquia San Joaquín. Fuente: Autores.

1.2. Área del proyecto

El área del proyecto considerada como barrio “La Estancia” cubre una extensión de 9.52 hectáreas y la longitud de vía (en donde se va a trazar la tubería) de 1.4 km como se representa en la figura 2.

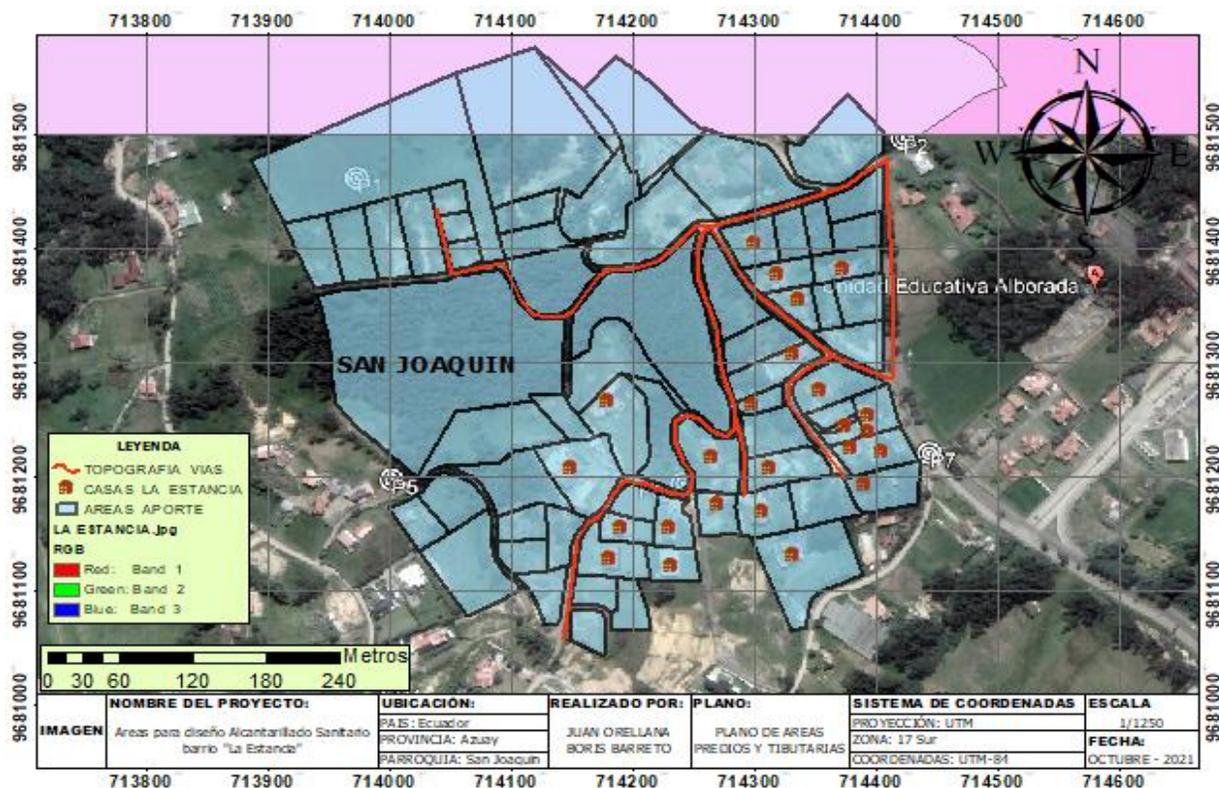


Figura 2. Área del proyecto parroquia San Joaquín. Fuente: Autores

1.3. Levantamiento de datos del sector

Hace referencia a la toma de datos sobre la ubicación de puntos del terreno y de puntos de determinadas obras, que son de interés para el proyecto (INEN, 1997). Se realizó un levantamiento topográfico con estación total como requisito principal para el diseño de un sistema de alcantarillado combinado, a su vez se efectuó una encuesta a los habitantes de la zona que se beneficiará. Es necesario mencionar los siguientes instrumentos empleados en el levantamiento topográfico que se observan en las figuras 3 y 4.



Figura 3. GPS. Elaboración: Autores



Figura 4. Estación total Nikon. Elaboración: Autores

1.3.1. Topografía de la zona de estudio

La topografía de la zona es irregular con pendientes fuertes, al ser una zona rural con un área mínima de 700m² por lote se presta para realizar actividades agro productivas. Cuenca se localiza en la parte meridional de la Cordillera Andina, dentro de la zona geomorfológica catalogada como valle interandino. Esta zona está comprendida entre los 2300 a 2900 msnm. La temperatura promedio anual varía de acuerdo con la altitud, entre 13 y 19 °C (Cuenca, 2012).

1.3.2. Encuestas

Se realizó una encuesta virtual por motivos de resguardo sanitario debido a la presente pandemia, para saber la población existente, uso de vivienda, situación económica, tipo de abastecimiento de agua del sector como también sus necesidades básicas, esta encuesta se planteó a cada familia, por tanto, a su respectivo jefe de hogar.

Encuesta realizada en el sector La Estancia

Fecha: diciembre 2021 – enero 2022

En la consulta se obtuvo que el total de beneficiarios, es decir, el 100% de los habitantes del sector “La Estancia” de la parroquia San Joaquín está de acuerdo con la implementación del sistema de alcantarillado combinado, como se puede visualizar en la figura 5.



Figura 5. Implementación del sistema de alcantarillado combinado. Elaboración: Autores.

El diagrama de barras a continuación (Figura 6) muestra los integrantes de cada grupo familiar existentes en la zona de estudio, obteniendo así una población de 104 habitantes divididos en 3 grupos dependiendo del número de miembros de cada familia. El uso de las edificaciones en el sector La Estancia es para viviendas, cuya tenencia es propia (Figura 7).

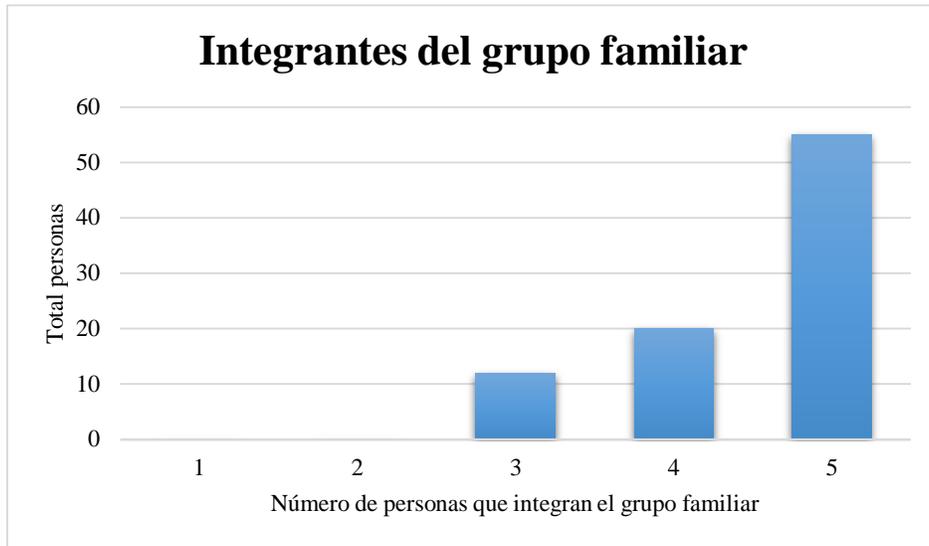


Figura 6. Integrantes del grupo familiar. Elaboración: Autores.



Figura 7. Uso de vivienda. Elaboración: Autores.

1.4. Servicios básicos e infraestructura existente

1.4.1. Tipo de vías

El acceso al sector “La Estancia” es a través de caminos de tierra, como se puede apreciar en la figura 8, además no poseen ningún sistema de evacuación de aguas lluvias por esta razón se produce desestabilización en los taludes. Debido a fuertes lluvias el estado de la superficie de rodadura se ve afectada notablemente como se muestra en la figura 9.

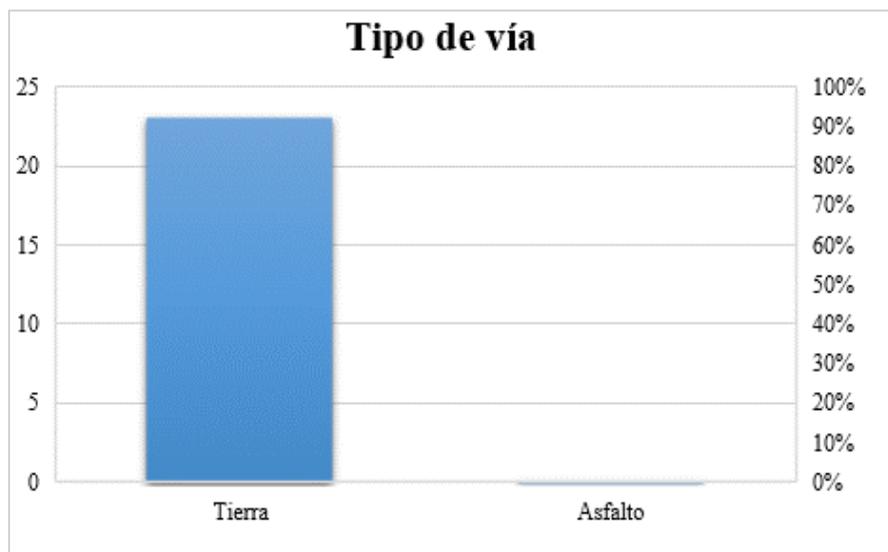


Figura 8. Tipo de vía Elaboración: Autores.



Figura 9. Via principal sector La Estancia. Elaboración: Autores.

1.4.2. Sistemas de agua

El sector “La Estancia” en cuanto al abastecimiento de agua posee el servicio básico de agua potable de Etapa EP como se puede observar en la figura 10, a su vez, no existen problemas con el servicio, con una disponibilidad constante a lo largo del día como se muestra en la figura 11.

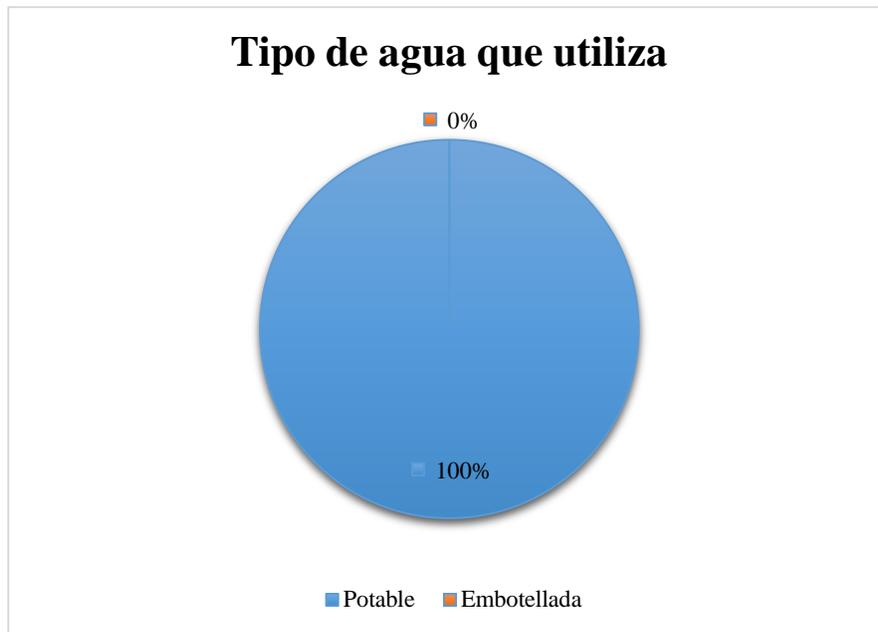


Figura 10. Tipo de agua que utiliza el sector La Estancia. Elaboración: Autores

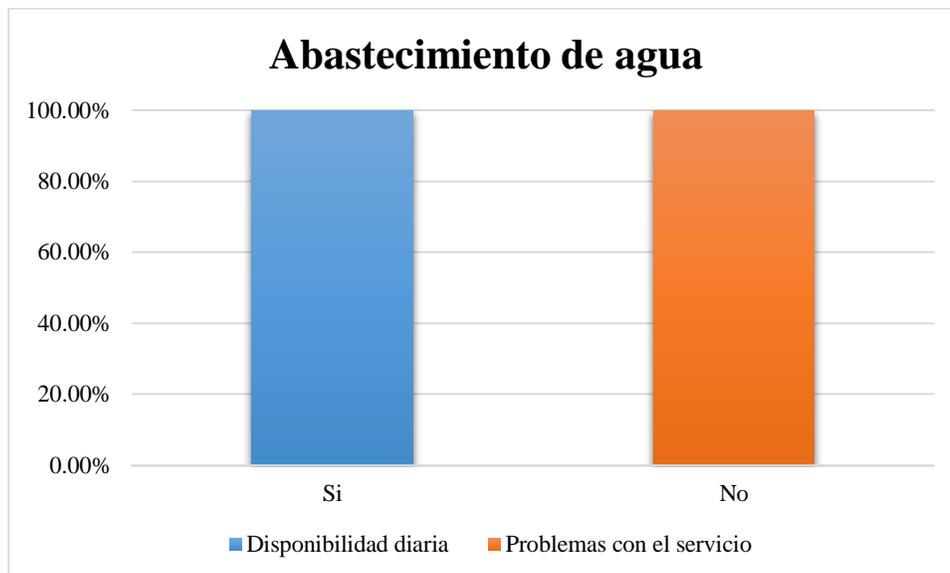


Figura 11. Abastecimiento de agua. Elaboración: Autores

Al no disponer el sector La Estancia de una red de alcantarillado público, es por ello que se ha desarrollado el presente proyecto para poder brindar condiciones óptimas del servicio sanitario a los habitantes. Se pudo corroborar, que la mayoría de las viviendas en la zona posee fosas sépticas, pero que ocurren inconvenientes como la presencia de malos olores, a menudo son necesarias las mingas de limpieza de las cunetas de la calle de tierra por parte de los moradores del sector como se observa en la figura 12.

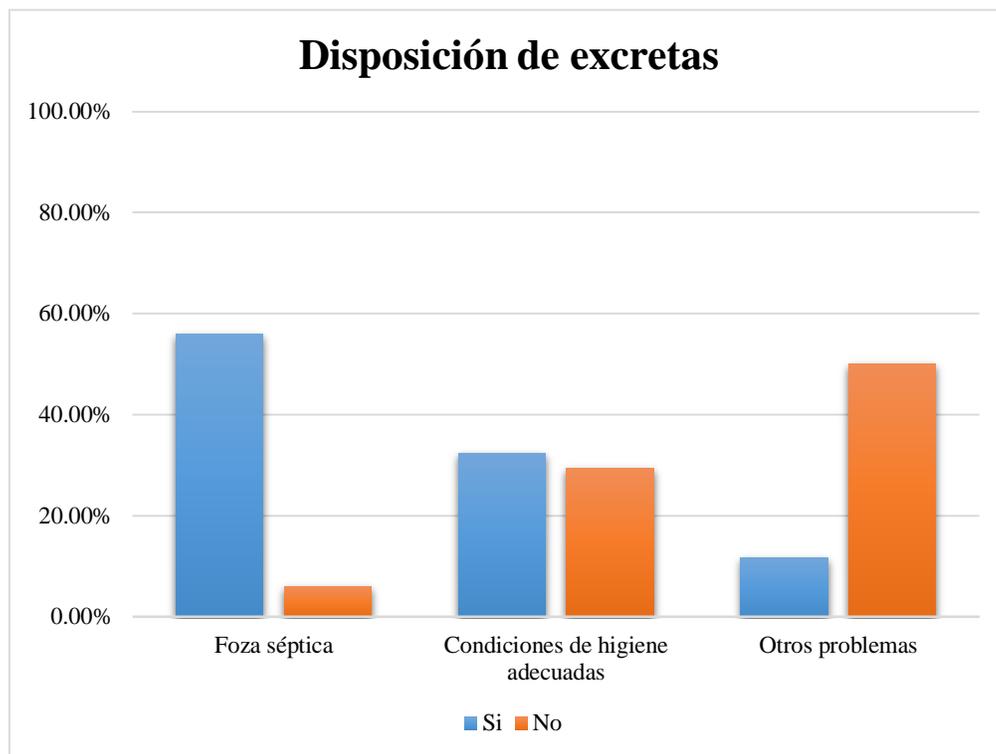


Figura 12. Disposición de excretas. Elaboración: Autores.

La evacuación de aguas lluvias es un problema en el sector La Estancia ya que no cuenta con un sistema íntegro por el momento, esto ocasiona diversas complicaciones como el ingreso de aguas lluvias a las respectivas viviendas, acumulación de agua en distintas zonas, daños en la infraestructura vial, deslizamientos de taludes, lo que indica constante molestia en los habitantes de la zona como se visualiza en la figura 13.

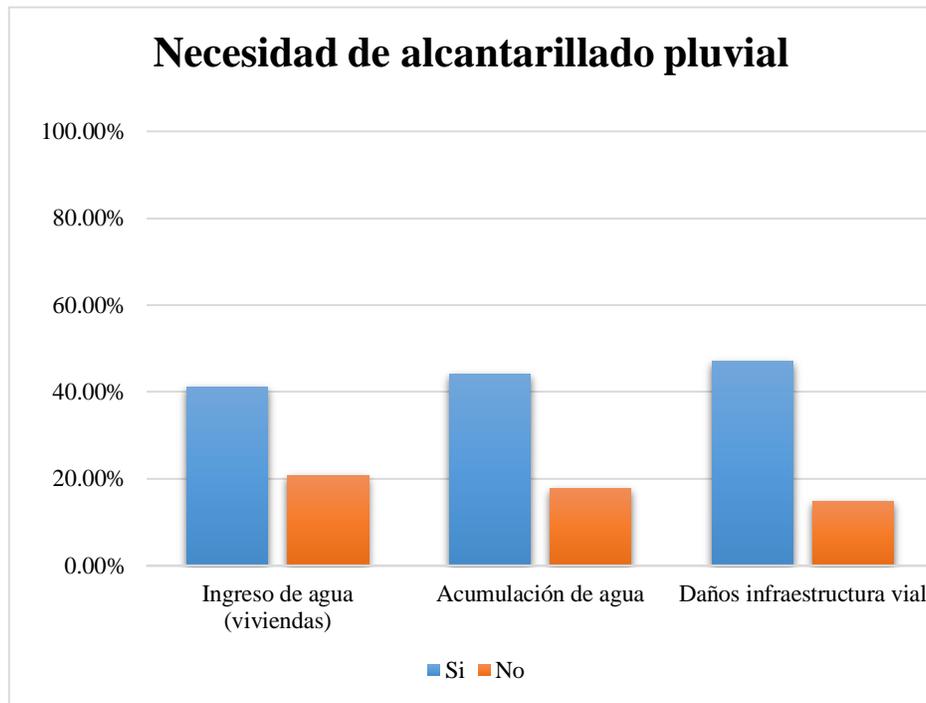


Figura 13. Necesidad de alcantarillado pluvial. Elaboración: Autores.

CAPÍTULO II

2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.1. Criterios de diseño

2.1.1. Periodo de diseño

Es el número de años durante los cuales una obra o estructura determinada funcionará de manera satisfactoria para la cual fue diseñada (Aldás, 2011).

El diseño de un alcantarillado combinado se realiza con una proyección para funcionar de manera óptima dependiendo del crecimiento de la población. El periodo de diseño es el tiempo durante el cual una estructura opera de forma adecuada durante el lapso para el cual fue diseñada sin necesidad de ampliaciones.

Los factores que influyen en el periodo de diseño son: topografía del área de estudio, vida útil de las estructuras, limitaciones para planeación de nuevas etapas de construcción, crecimiento poblacional, cambios socioeconómicos del sector, tipo de financiamiento (público o privado).

Según los parámetros de la Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, quinta parte numeral 4.1 para sistemas de agua potable o disposición de excretas, se recomienda un periodo de 20 años (SENAGUA, 2010).

2.1.2. Población futura

La determinación del número de habitantes beneficiados se calculará en base a la población actual, obtenida mediante encuestas realizadas para la implementación de este proyecto y a su vez se usó datos estadísticos Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para obtener los índices de crecimiento poblacional respectivos.

Para el cálculo de la población futura se debe considerar tres métodos de proyecciones de crecimiento poblacional: proyección aritmética, geométrica, exponencial, esto permitirá realizar comparaciones para tener un mejor criterio en el diseño. A continuación, se muestra la tabla 1 que corresponde a los métodos mencionados con su respectiva formulación. El método recomendado por la SENAGUA para proyectar es el método geométrico.

Método	Fórmula
Aritmético	$Pf = Po \left(1 + \frac{i * t}{100}\right)$
Geométrico	$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$
Exponencial	$Pf = Po * e^{\frac{it}{100}}$

Tabla 1. Métodos de cálculo para determinar la población futura del proyecto. Elaboración: Autores.

Dónde:

- Pf: Población futura en Hab.
- Po: Población inicial en Hab.
- i: Tasa de crecimiento poblacional
- t: Periodo de diseño en años

Aplicando lo anterior nuestra población directa del proyecto es de 104 habitantes, como se muestra en la tabla 2.

DESCRIPCION	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población actual	Pa	hab	104
Tasa crecimiento geométrico	r	%	1,96%
Periodo de proyección	n		20
Año inicial		año	2021

Tabla 2. Parámetros iniciales para determinar la población de diseño. Elaboración: Autores.

En la tabla 3 se muestra el incremento poblacional con un periodo de 20 años cuyo año de inicio es 2021, aplicando los 3 métodos de población futura mencionados anteriormente.

No.	AÑO	MÉTODO GEOMÉTRICO hab.	MÉTODO ARITMÉTICO hab.	MÉTODO EXPONENCIAL hab.
	2021	104	104	104
5	2026	115	114	115
10	2031	126	124	127
15	2036	139	135	140
20	2041	153	145	154

Tabla 3. Población de diseño periodo de 20 años por el método aritmético, geométrico y exponencial. Elaboración: Autores

De los datos obtenidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de San Joaquín se recomienda utilizar una tasa de crecimiento de 1,96% para proyectar la población servida en futuro como indica la tabla 4.

BENEFICIARIOS DIRECTOS			
PROYECTO	Tasa de crecimiento	Pobl. Total 2021	Pobl. Total 2041
ALCNT. LA ESTANCIA-SAN JOAQUIN	1,96%	104	153

Tabla 4. Tasa de crecimiento, población actual y futura del proyecto. Elaboración: Autores.

2.1.3. Áreas de aporte

También llamadas áreas tributarias son importantes para delimitar la zona de aporte que tiende a admitir asentamientos humanos, dependiendo de la topografía. Se toma a consideración el uso de suelo el cual a futuro será importante para el desarrollo del sector. El área de aporte ayuda a estimar la contribución de caudal a la red de alcantarillado, con esto se puede distribuir y estimar la densidad poblacional, calcular población actual y futura.

2.1.4. Densidad poblacional

Es la cantidad determinada de personas que en promedio se puede encontrar por área en una zona determinada. Se la puede calcular dividiendo el número total de población entre la cantidad total de superficie.

$$Densidad = \frac{Población}{Superficie}$$

2.1.5. Dotación de agua potable

La dotación es la cantidad de agua potable que consume cada habitante por día. Es necesario determinar este parámetro de diseño para llegar a satisfacer las necesidades de un grupo de individuos beneficiarios de dicho servicio, por lo tanto, debe ser analizado correctamente.

Se tomó en consideración las dotaciones establecidas por el documento “Criterios y Parámetros de Diseño de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, en el cual establece los valores de dotaciones netas y brutas de varios sectores urbanísticos como se muestra en la tabla 5.

Dotaciones Netas y Brutas para las zonas Urbana Consolidada, Centros Parroquiales y Rural

ZONA DE SERVICIO	DOTACIÓN NETA l/had-día	% DE PÉRDIDAS	DOTACIÓN BRUTA l/had-día
URBANO CONSOLIDADO Y ZONAS ESPECIALES	247.5	25	330
CENTROS PARROQUIALES	150	25	200
RURAL	113	25	150

Tabla 5. Dotaciones per cápita de las distintas zonas urbanísticas de Cuenca. Elaboración: ETAPA EP.

Al ser “La Estancia” un sector rural, se consideró para el diseño una dotación bruta de 150 l/habitante/día.

2.1.6. Pozo de revisión

Todas las estructuras de conexión de caída y cambios de dirección, se deben proyectar conectadas a la superficie mediante un cilindro de 1,20 m de diámetro para permitir el acceso y asegurar la ventilación (Pérez, 2013). Los tramos de colector tendrán alineación recta y pendiente uniforme.

Un pozo de revisión es necesario cuando existe un cambio de pendiente o dirección del colector y en sus respectivos puntos de intersección. El diámetro mínimo de las tuberías de la red de alcantarillado combinado será de 300 mm.

La distancia máxima entre dos pozos de revisión depende del diámetro de la tubería que los conecta (Moya, 2019). La tabla 6 muestra la distancia máxima entre pozos según el diámetro de la tubería.

DÍAMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 – 800	150

Tabla 6. Distancia máxima entre pozos. Elaboración: SENAGUA-norma co 10.7 - 602 – revisión

2.1.7. Conexiones domiciliarias

Se refiere a la conexión sanitaria de las descargas de aguas residuales de cada vivienda a los conductos denominados colectores. El diámetro mínimo de sistemas sanitarios es de 100 mm y 150 mm para los sistemas pluviales, garantizando siempre una pendiente mínima del 1% hacia la tubería de alcantarillado (SENAGUA, 2010). ETAPA ha considerado el diámetro mínimo para las instalaciones domiciliarias con tubería de 200 mm de HS y PVC. Además, los empalmes de las conexiones domiciliarias con los colectores de alcantarillado se harán mediante ramales a 45° en el mismo sentido del flujo.

2.1.8. Sumideros

Son estructuras que recogen el agua lluvia que se genera en la calzada de una carretera para transportarla hacia la red de alcantarillado, por lo general, se ubican en puntos bajos, intersecciones viales, acceso a puentes, pasos peatonales, etc., con la finalidad de evitar la acumulación de agua.

Para un correcto mantenimiento en la caja de recolección se instalará una rejilla con bisagra, con el fin de permitir el ingreso de herramientas para una adecuada limpieza. La conexión está formada por los siguientes componentes: caja de recolección, pozo de revisión y tubería hacia el sistema de alcantarillado.

2.1.9. Tuberías

Existe una extensa tipología en tuberías, se toma en cuenta principalmente el diámetro y material que se esté fabricando, en el caso del proyecto puede ser de policloruro de vinilo (PVC) o de hormigón, los cuales son más utilizados en el ámbito de conexiones

sanitarias, para el sistema de alcantarillado combinado para el sector La Estancia de la parroquia San Joaquín, provincia del Azuay, se utilizará PVC, tomando en consideración los resultados obtenidos en los cálculos para poder utilizar un diámetro óptimo y a su vez haciendo énfasis que se debe utilizar los respectivos diámetros comerciales.

2.2. Determinación de caudal de diseño

2.2.1. Caudal sanitario

El caudal sanitario o de diseño, se refiere al caudal requerido para atender la demanda de agua, estimada para satisfacer las necesidades de una determinada comunidad, al final del periodo de diseño del proyecto (SENAGUA, 2010).

Para el cálculo del caudal de diseño se considerará el caudal de aguas residuales, aguas ilícitas y aguas de infiltración hacia los colectores. Por lo tanto, para determinar el caudal sanitario se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q_d = Q_{maxh} + Q_{inf} + Q_{ilic}$$

Donde:

- Q_d : Caudal de diseño (l/s)
- Q_{maxh} : Caudal máximo horario (l/s)
- Q_{inf} : Caudal de infiltración (l/s)
- Q_{ilic} : Caudal por conexiones ilícitas (l/s)

2.2.2. Caudal medio diario

Este caudal será el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable correspondiente al inicio y final del periodo de diseño, afectado por el coeficiente de retorno (SENAGUA, 2010).

El caudal medio diario se lo define por la siguiente ecuación.

$$Q_m = \frac{P * d}{86400} * f$$

Donde:

- Q_m : Caudal medio (l/s)
- P : Población futura (hab)

- d: Dotación (l/hab*día)
- f: Coeficiente de retorno (%)

2.2.3. Caudal máximo horario

Se refiere al caudal de agua consumido por el grupo de habitantes durante la hora de máximo consumo en un día, con la ayuda de un factor de mayoración se obtiene lo siguiente.

$$Q_{\max h} = K * Q_m$$

Donde:

- $Q_{\max h}$: Caudal máximo horario (l/s)
- K: Factor de mayoración máximo
- Q_m : Caudal medio (l/s)

2.2.4. Caudal por conexiones ilícitas

Se describe como el caudal que aporta a la red, agua que no debería fluir por el sistema, es decir, el agua de escorrentía que se filtra por la tapa de los pozos al igual que en canaletas pertenecientes a la red de alcantarillado.

Se debe justificar los criterios adoptados para el cálculo de los caudales de diseño, razón por la que se debe hacer énfasis al valor obtenido este tipo de caudal, agua lluvia que ingresa al sistema de alcantarillado sanitario, tomando en cuenta las condiciones pluviométricas de la zona, posición de nivel freático, etc.

$$Q_{ilic} = \frac{Pf * fi}{86400}$$

Donde:

- Pf: Población futura (hab)
- fi: Factor de conexiones ilícitas (l/hab/día)

El valor del factor de conexiones ilícitas será constante e igual a 80 l/hab/día, por recomendación de Etapa.

2.2.5. Caudal por infiltración

Se refiere al caudal de aguas subterráneas, encause accidental de las aguas pluviales, es por esto que se las debe considerar ya que por fisuras en tuberías, pozos o juntas en estado defectuoso puede ocasionar filtración de agua al sistema. Por otra parte, el factor es mínimo en redes nuevas, debido a que no se considera fisuras y además las juntas se encuentran en buen estado.

Para el cálculo del caudal por infiltración, se aplicó los parámetros recomendados por la bibliografía técnica de Etapa, cuyo factor de infiltración es de 1 l/s/km.

$$Q_{inf} = \frac{\text{Longitud tramo (m)} * 1 \frac{\text{l}}{\text{s km}}}{1000}$$

2.2.6. Caudal pluvial

Este caudal será producido por fenómenos atmosféricos, como es el caso de las precipitaciones generadas en la zona del proyecto, se mide por altura en milímetros de agua caída durante una lluvia, durante un periodo de tiempo determinado o bien por la intensidad en milímetros por hora durante un aguacero, procurando diseñar con el fin de recibir, conducir y disponer las aguas lluvias en cualquier forma: líquida o granizo (Pérez, 2013).

Se debe tener en consideración los siguientes factores para el cálculo del caudal de aguas lluvia.

$$Q_p = \frac{C * i * A}{0,36}$$

Donde:

- Q_p : Caudal pluvial (l/s)
- C: Coeficiente de escorrentía
- i: Intensidad de la lluvia (mm/h)
- A: Área de la cuenca de aporte (ha)

2.2.6.1. Tiempo de concentración

Hace referencia al tiempo que demora el agua lluvia en recorrer desde el punto más alejado de la zona de drenaje hasta el área que se está analizando, es decir, el punto del colector que se está diseñando. Pérez (2013), plantea: “El tiempo de concentración, es la suma de los tiempos de recorrido sobre terreno, arroyos, zanjas, cunetas y colectores”.

Para el presente proyecto se utilizó un tiempo de concentración inicial es de 10 minutos para la ecuación de la intensidad de lluvia y el mismo se incrementará en función de la longitud del tramo y la velocidad de flujo.

$$t_c = \frac{I}{60 * v}$$

Donde:

- t_c : Tiempo de flujo (min)
- l : Longitud del tramo (m)
- v : Velocidad del tramo (m/s)

2.2.6.2. Coeficiente de escorrentía

Llamado también coeficiente de impermeabilidad, está definido como la relación que existe entre la precipitación que circula entre la superficie y la precipitación total.

Mientras más se acerque este coeficiente a 1 significa que la superficie tiene un elevado grado de impermeabilidad, es decir, el coeficiente de escorrentía será mayor en zonas urbanas que rurales (Naula, 2018).

El valor del coeficiente de escorrentía puede ser obtenido en base a la figura 14.

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.							
Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 14. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional. Elaboración: (Metcalf & Eddy B. Tchobanoglous G., 1998).

Se debe considerar los distintos tipos de superficie que se encuentran en la zona de estudio, por lo tanto, es necesario calcular un coeficiente de escorrentía ponderado, utilizando la siguiente ecuación.

$$C_{ponderado} = \frac{\sum(C_i * A_i)}{\sum A_i}$$

Donde:

- $C_{ponderado}$: Coeficiente de escorrentía ponderado
- Σ : Sumatoria
- C_i : Valor del coeficiente de escorrentía para cada tipo de superficie a drenar.
- A_i : Área en donde actúa cierto coeficiente de escorrentía

2.2.6.3. Intensidad

Al usar el método racional, la intensidad corresponde a un hietograma de una intensidad (I) uniforme con una duración igual al tiempo de concentración (T) de la cuenca, obteniendo una altura de agua lluvia uniforme en toda la superficie (Naula, 2018), es decir, la intensidad es la tasa temporal de precipitación, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h) (Chow, 1994).

Para obtener la intensidad de lluvia, se debe aplicar la siguiente ecuación.

$$I = \frac{A}{(t_c + C)^B}$$

Donde:

- I: Intensidad de precipitación (mm/h)
- t_c : Tiempo de concentración (minutos)
- A, B, C: Constantes para un tiempo menor a 60 minutos

Los valores de las constantes en función del periodo de retorno son los siguientes.

T	A	B	C
3	537,9	0,704	4,72
5	525,7	0,671	3,56
10	551,7	0,651	2,98

Tabla 7. Constantes para un tiempo menor a 60 minutos. Fuente: Larriva, 2020

Para el presente proyecto se utilizó los valores correspondientes a la tabla 7.

T=3 A=537,9 B=0,704 C=4,72 respectivamente.

2.3. Criterios generales de diseño

2.3.1. Velocidades de diseño

Según su topografía, la velocidad del flujo puede variar en la red, a su vez interviene un factor importante que es la rugosidad del material a emplearse. Se debe tener en cuenta los criterios que presenta la normativa vigente en cuanto a velocidades máximas y mínimas, para un correcto funcionamiento.

El escurrimiento hidráulico en los colectores de la red no debe permitir la sedimentación de materia orgánica en el interior de dichos colectores ni tampoco su

erosión. Por consiguiente, la velocidad mínima de diseño será de 0.45 m/s y la velocidad máxima dependerá del material de la tubería y en todo caso se deberá verificar con las especificaciones del fabricante (SENAGUA, 2010).

2.3.2. Pendientes de diseño

En obras civiles que comprenden el movimiento de tierras, hacer que coincidan las pendientes del proyecto y del terreno conlleva a un ahorro importante del presupuesto, por ese motivo se procura alcanzar ese resultado cuidando siempre que se cumplan las velocidades permisibles (Montero, 2016).

Las pendientes de colectores deben ser establecidas en función del flujo de la primera etapa del proyecto, caudal de diseño y la velocidad mínima.

2.3.3. Pendiente mínima

Para redes de alcantarillado la pendiente mínima para una limpieza correcta es del 1% o las condiciones que permitan una auto limpieza (SENAGUA, 2010). Es importante conocer que la pendiente máxima está en función de la velocidad del flujo.

2.3.4. Dímetros de diseño

Según la Norma CO 10.7-602-REVISION (Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural), el diámetro mínimo de las tuberías de la red de alcantarillado será de 200 mm y para el alcantarillado pluvial no será menor a 250 mm. Y es importante considerar que el calado (superficie mojada) máximo de agua en las tuberías no debe sobrepasar el 75% del diámetro. Es importante acotar, los diámetros de las tuberías optimas serán de 100 mm para alcantarillado sanitario y 150 mm parra alcantarillado pluvial.

2.3.5. Diseño hidráulico

Los conductos se diseñarán a flujo libre y para casos especiales a presión. Se supone flujo uniforme en los conductos, para ello se utiliza la expresión de Manning. El flujo libre y uniforme en los colectores debe ser estable (Pérez, 2013).

Un sistema de alcantarillado y sus estructuras complementarias tienen la finalidad de asegurar un adecuado diseño de red y mantener buenas condiciones de funcionamiento teniendo en cuenta cada parámetro de diseño como: material, sección, pendientes, etc.

Y entre las estructuras complementarias en las redes de alcantarillado tenemos: Sumideros, conexiones domiciliarias, pozos de revisión, disipadores de energía. Se debe tener en consideración las velocidades máximas y mínimas en la tubería para que la sección llegue hasta un punto máximo del 80% de su capacidad caso contrario es necesario reemplazar y aumentar el diámetro de la tubería.

2.3.5.1. Flujo a sección llena

Se denomina flujo a sección llena debido a que se encuentra en su máxima capacidad, es decir, la tubería va a trabajar a presión. Gracias a la formulación de Manning, el radio hidráulico depende del diámetro de la tubería, por ende, podemos obtener la velocidad y el caudal de cada tramo que se analice en la red.

Todas las ecuaciones y parámetros necesarios para el diseño se plantean a continuación.

2.3.5.1.1. Pendiente

$$S = \frac{CF_i - CF_f}{L_T} * 100$$

Donde:

- S: Pendiente Natural (%)
- CF_i : Cota de fondo inicial (m)
- CF_f : Cota de fondo final (m)
- L_T : Longitud del tramo (m)

2.3.5.1.2. Ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q: Caudal a sección llena (m^3/s)
- V: Velocidad a sección llena (m/s)
- A: Área a sección llena (m^2)

2.3.5.1.3. Ecuación de Manning

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

Donde:

- V: Velocidad de flujo (m/s)
- n: Coeficiente de rugosidad
- R: Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente de gradiente hidráulico

2.3.5.1.4. Radio hidráulico

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

- R: Radio hidráulico (m)
- D: diámetro interno de tubería (m)

2.3.5.2. Flujo a sección parcialmente llena

Cuando un conducto transporta un caudal inferior al que es capaz de conducir a tubo lleno o condiciones forzadas, es necesario determinar la profundidad de la lámina de agua y la velocidad real de esa lamina (Pérez Carmona, 2013). En conductos circulares normalmente la tubería trabajaba a una fracción de su capacidad total y se produce un flujo cuya sección se encuentra parcialmente llena, quiere decir, existe un área de agua en contacto con el aire como se indica en la figura 15.

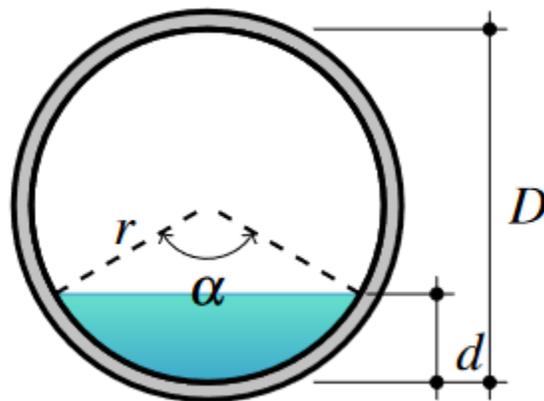


Figura 15. Flujo a sección parcialmente llena Elaboración: (Llena, 2017)

Las relaciones hidráulicas fueron calculadas para n/N variable con la altura de lámina. Lo deseable sería que el coeficiente de Manning fuera constante, que dependiera solamente de la rugosidad de la tubería. Sin embargo, estudios realizados por Camp. Demostraron que el coeficiente varía con la altura de la lámina para el caso de los colectores parcialmente llenos, la variación del coeficiente de Manning (N/n) con altura de lámina (y/D_0) (Pérez Carmona, 2013).

La relación que existe entre la lámina de agua con el diámetro de tubería (d/D) será del 80%, procurando ser la máxima sección a utilizar en el diseño con fines de precautelar la seguridad.

Para conseguir (d/D) y (v/V) se relaciona el caudal de diseño junto con el de sección llena (q/Q) y por medio de tablas o gráficos establecidos se encuentra relación interpretando el esquema llamado curva de banana como se observa en la figura 16.

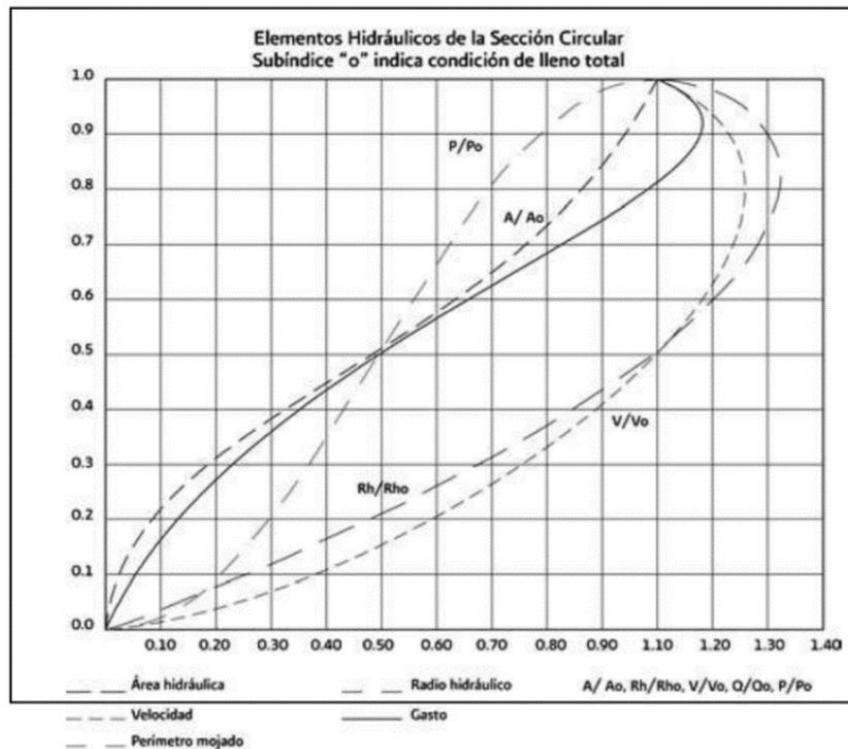


Figura 16. Gráfica de las relaciones hidráulicas para secciones circulares parcialmente llenas.
Elaboración: (Reyes, 2021)

El valor de d/D está en función de q/Q expresada en la tabla 8. Es necesario conocer las ecuaciones y relaciones hidráulicas que intervienen en flujos cuyas secciones se encuentran parcialmente llenas, plasmadas a continuación.

q/Q	v/V	d/D	t/T												
0.00	0.000	0.000	0.000	0.27	0.716	0.403	0.862	0.53	0.877	0.582	1.093	0.79	0.981	0.751	1.207
0.01	0.290	0.076	0.195	0.28	0.724	0.411	0.874	0.54	0.882	0.589	1.100	0.80	0.984	0.758	1.209
0.02	0.344	0.108	0.273	0.29	0.732	0.418	0.885	0.55	0.887	0.595	1.106	0.81	0.988	0.764	1.211
0.03	0.386	0.131	0.328	0.30	0.739	0.426	0.897	0.56	0.891	0.602	1.112	0.82	0.991	0.771	1.213
0.04	0.419	0.152	0.375	0.31	0.747	0.433	0.908	0.57	0.896	0.608	1.118	0.83	0.994	0.778	1.214
0.05	0.445	0.169	0.415	0.32	0.754	0.440	0.918	0.58	0.900	0.614	1.124	0.84	0.997	0.785	1.215
0.06	0.468	0.186	0.452	0.33	0.761	0.448	0.929	0.59	0.904	0.621	1.129	0.85	1.000	0.792	1.216
0.08	0.506	0.215	0.515	0.34	0.768	0.455	0.939	0.60	0.909	0.627	1.135	0.86	1.003	0.800	1.217
0.09	0.523	0.228	0.542	0.35	0.775	0.462	0.949	0.61	0.913	0.634	1.140	0.87	1.007	0.806	1.217
0.10	0.539	0.241	0.568	0.36	0.782	0.469	0.959	0.62	0.917	0.640	1.145	0.88	1.012	0.812	1.217
0.11	0.553	0.253	0.592	0.37	0.788	0.476	0.968	0.63	0.921	0.646	1.150	0.89	1.016	0.818	1.217
0.12	0.567	0.265	0.615	0.38	0.795	0.483	0.978	0.64	0.925	0.653	1.155	0.90	1.020	0.825	1.217
0.13	0.579	0.276	0.637	0.39	0.801	0.490	0.987	0.65	0.929	0.659	1.159	0.91	1.024	0.831	1.216
0.14	0.591	0.287	0.658	0.40	0.807	0.497	0.996	0.66	0.933	0.666	1.164	0.92	1.028	0.838	1.215
0.15	0.602	0.297	0.678	0.41	0.813	0.503	1.004	0.67	0.937	0.672	1.168	0.93	1.032	0.845	1.214
0.16	0.614	0.307	0.697	0.42	0.819	0.510	1.013	0.68	0.941	0.679	1.173	0.94	1.036	0.852	1.213
0.17	0.625	0.317	0.715	0.43	0.825	0.517	1.021	0.69	0.944	0.689	1.177	0.95	1.040	0.859	1.211
0.18	0.636	0.326	0.732	0.44	0.830	0.523	1.029	0.70	0.948	0.692	1.181	0.96	1.043	0.866	1.209
0.19	0.646	0.335	0.748	0.45	0.836	0.530	1.037	0.71	0.951	0.699	1.184	0.97	1.047	0.874	1.206
0.20	0.656	0.344	0.764	0.46	0.841	0.537	1.045	0.72	0.955	0.705	1.188	0.98	1.050	0.881	1.202
0.21	0.665	0.353	0.779	0.47	0.847	0.543	1.052	0.73	0.959	0.712	1.191	0.99	1.053	0.890	1.198
0.22	0.674	0.362	0.794	0.48	0.852	0.550	1.059	0.74	0.963	0.718	1.194	1.00	1.056	0.898	1.193
0.23	0.683	0.370	0.809	0.49	0.857	0.556	1.067	0.75	0.967	0.724	1.197	1.01	1.059	0.908	1.187
0.24	0.692	0.379	0.822	0.50	0.862	0.563	1.074	0.76	0.970	0.731	1.200	1.02	1.061	0.918	1.179
0.25	0.700	0.387	0.836	0.51	0.857	0.569	1.080	0.77	0.974	0.738	1.202	1.03	1.063	0.930	1.168
0.26	0.708	0.395	0.849	0.52	0.872	0.576	1.087	0.78	0.977	0.744	1.205				

Tabla 8. Relaciones hidráulicas Fuente: (Larriva, 2021).

2.3.5.2.1. Ángulo central

$$\alpha = 2 \arccos \left(1 - \frac{2d}{D} \right)$$

2.3.5.2.2. Radio hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{360 \sin \alpha}{2\pi\alpha} \right)$$

2.3.5.2.3. Velocidad

$$V = \frac{0.397 * D^{2/3}}{n} * \left(1 - \frac{360 \sin \alpha}{2\pi\alpha} \right)^{5/3} * S^{1/2}$$

2.3.5.2.4. Caudal

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257,15 * n * (2\pi\alpha^{2/3})} * (2\pi\alpha - 360 \sin \alpha)^{5/3} * S^{1/2}$$

2.3.5.2.5. Relación de profundidad

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{2} * \left(1 - \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right)$$

2.3.5.2.6. Relación de velocidades

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 \sin \alpha}{2\pi\alpha}\right)^{2/3}$$

2.3.5.2.7. Relación de caudales

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\alpha}{360} - \frac{\sin \alpha}{2\pi}\right) * \left(1 - \frac{360 \sin \alpha}{2\pi\alpha}\right)^{2/3}$$

La tabla 9 indica que se debe tomar en consideración las relaciones correspondientes para el coeficiente de Manning en función del radio hidráulico, se ha demostrado experimentalmente que el coeficiente de fricción varía con la profundidad de flujo, es mayor para una sección parcialmente llena respecto de una llena.

d/D	N/n
1.0	1.00
0.9	0.94
0.8	0.88
0.7	0.85
0.6	0.83
0.5	0.81
0.4	0.79
0.3	0.78
0.2	0.79
0.1	0.82

Tabla 9. Relaciones para coeficientes de rugosidad constante. Elaboración: (Gómez Gavilanes, 2006).

Mediante un gráfico de dispersión y una línea de tendencia polinómica se obtiene una ecuación de variación N/n en función de d/D, con estos valores se obtiene la relación de v/V y q/Q, se muestran a continuación.

$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} * \frac{rh^{\frac{2}{3}}}{Rh}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{a}{A} * \frac{rh^{\frac{2}{3}}}{Rh}$$

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1. Ubicar pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras de hormigón que permiten el ingreso al interior del sistema de alcantarillado con la finalidad de controlar su mantenimiento, posibles obstrucciones, daños del sistema, descargas directas de los sumideros como es el caso en un alcantarillado combinado.

En sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se ubicarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, a excepción de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores.

Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

Los pozos de alcantarillado sanitario deberán ubicarse de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos. Si esto es inevitable, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial (SENAGUA, 2010).

3.2. Diámetro de pozos de revisión (detalles del perfil)

El orificio superior del pozo será mínimo 0,6m, además, el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se usará en lo preferible un cono excéntrico, para facilitar el acceso al interior del pozo. El diámetro del cuerpo del pozo se encuentra en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo como se muestra en la tabla 10.

DIÁMETRO DE LA TUBERIA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

Tabla 10. Diámetros recomendados para pozos de revisión. Elaboración: (SENAGUA, 2010).

Etapa sugiere que el brocal y la tapa sean estructuras elaboradas de hormigón armado $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ que se coloca sobre el cono del pozo, a su vez los pozos se construirán con una resistencia a la compresión de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ encofrados y fundidos en obra.

- La figura 17 muestra el esquema de los pozos de revisión.

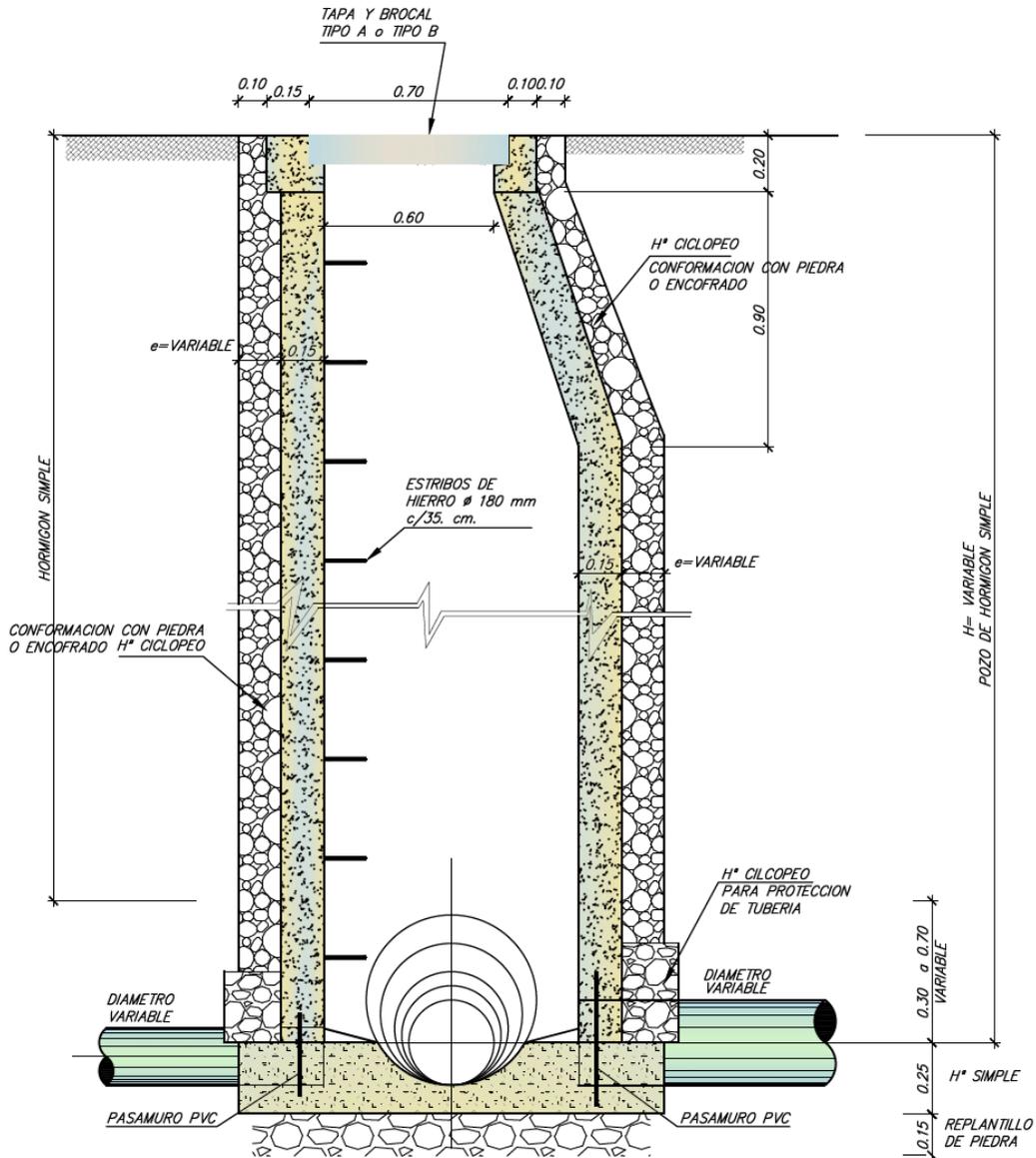


Figura 17. Pozo de revisión. Elaboración: ETAPA EP.

- La figura 18 presenta el esquema para pozos de saltos.

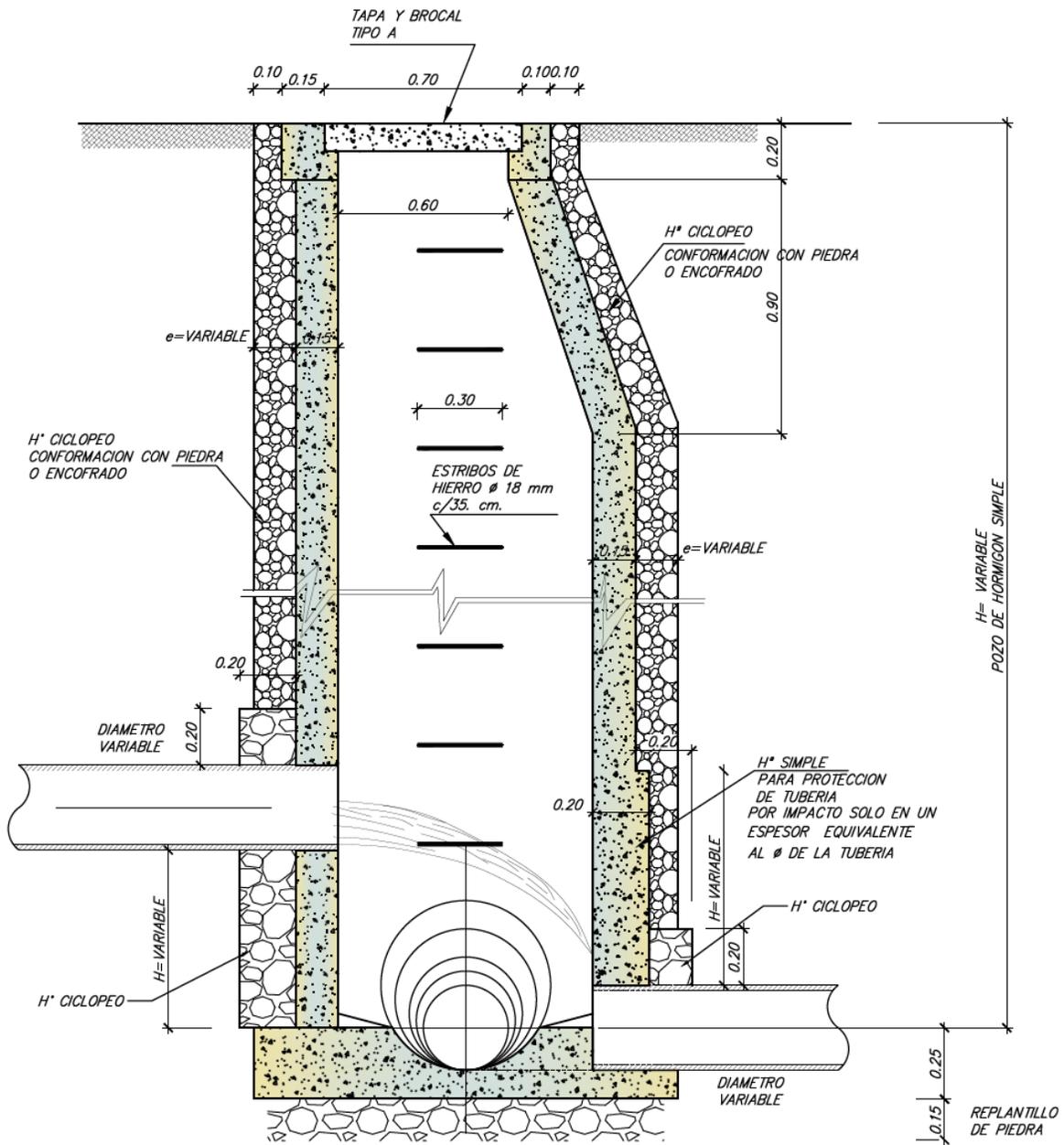


Figura 18. Pozo de salto. Elaboración: ETAPA EP.

- La figura 19 muestra el esquema para la tapa y brocal.

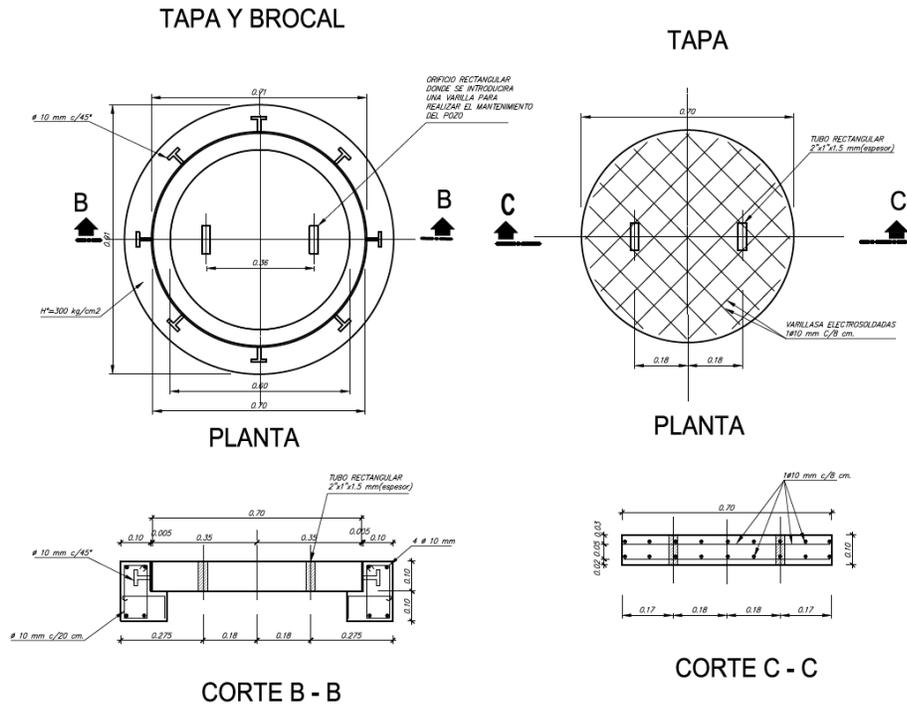


Figura 19. Tapa y brocal. Elaboración: ETAPA EP

- La figura 20 muestra el esquema para pozo de sumidero.

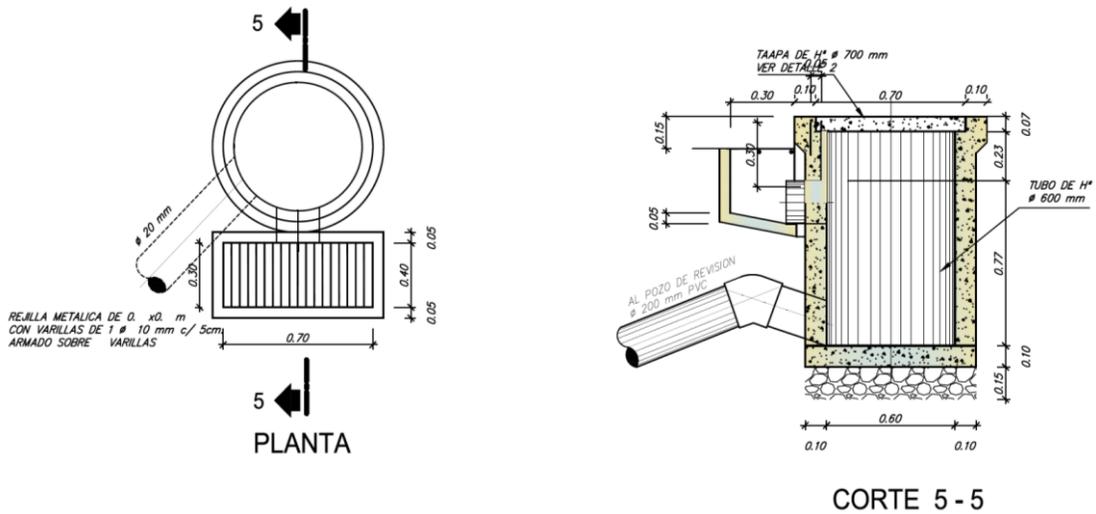


Figura 20. Sumidero vista en planta. Elaboración: ETAPA EP

- La figura 21 presenta el detalle visto en corte de conexión de sumidero a pozo.

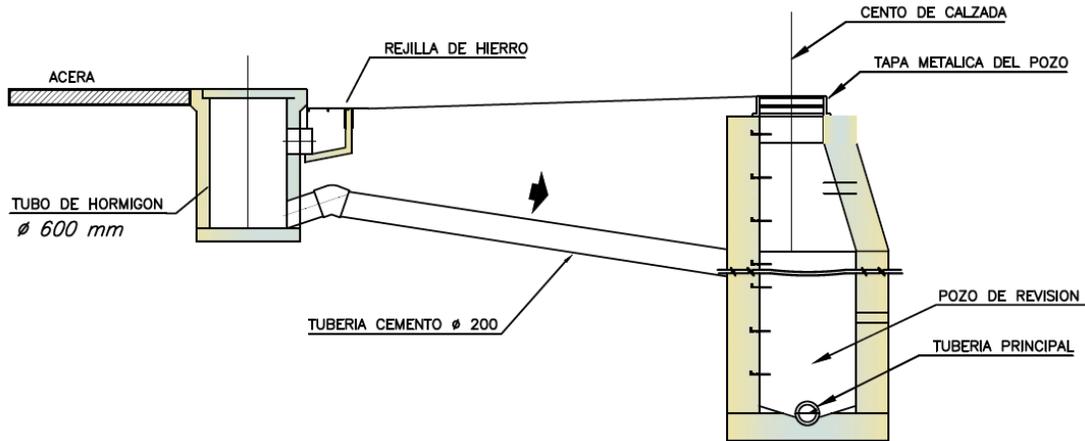


Figura 21. Detalle de conexión de sumidero a pozo. Elaboración: ETAPA EP.

- En la figura 22 se observa el esquema de pozo de inspección domiciliaria.

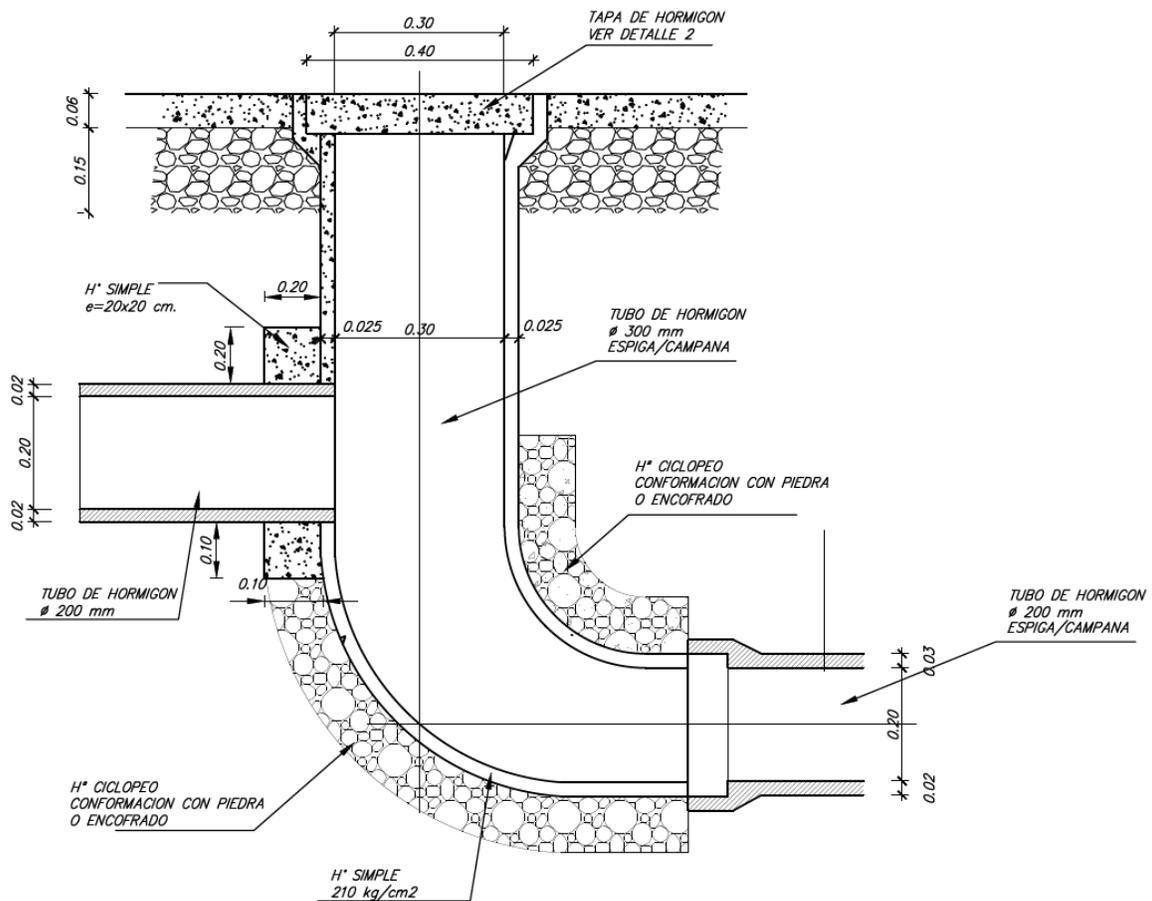


Figura 22. Pozo de inspección domiciliaria. Elaboración: ETAPA EP.

3.3.Cálculos para tuberías de PVC

De los cálculos realizados, se obtuvieron diámetros de 300 mm para toda la distribución de alcantarillado, a su vez, la distancia máxima entre pozos de cabeza de todo el proyecto es de 59.75 m y el caudal de diseño va desde 2.23 l/s hasta 382.12 l/s. La figura 23 muestra la distribución de alcantarillado de un tramo del proyecto. Se adjunta plano en anexo 10.

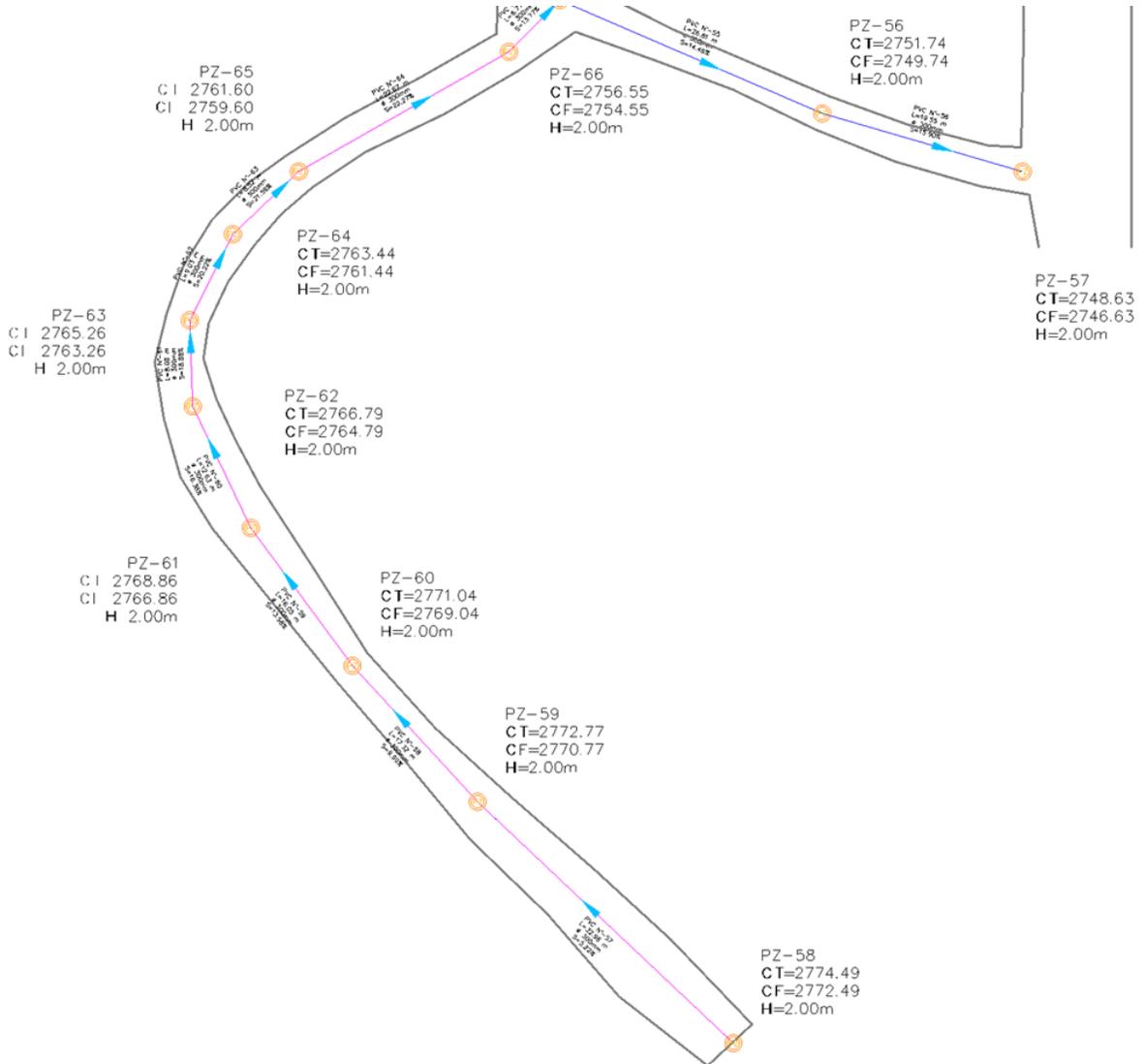


Figura 23. Distribución de red de alcantarillado calle 5. Elaboración: Autores

En la tabla 11 se resumen los cálculos obtenidos para la calle 5 del sector La Estancia. Se adjunta tabla completa en el anexo 4.

CALLE	POZO N°		LONGITUD	AGUAS SERVIDAS	DISEÑO DE LA TUBERIA			
				q TOTAL			LLENA	
				DE DISEÑO	DIAMETRO	S	V	Q
Inicial	Final	(m)	$q=\Sigma Q$	mm	o/oo	m/s	l/s	
N°5	58	59	32,96	30,60	300	5	4,52	319,40
	59	60	17,32	33,45	300	10	6,25	441,89
	60	61	16,05	33,33	300	14	7,29	515,30
	61	62	12,63	33,23	300	16	8,00	566,05
	62	63	8,08	33,15	300	19	8,60	608,43
	63	64	9,03	33,11	300	20	8,87	627,71
	64	65	8,52	33,07	300	22	9,19	649,77
	65	66	22,67	57,45	300	22	9,33	659,92
	66	55	6,77	57,26	300	14	7,33	518,22

Tabla 11. Resultados calle 5, red de alcaantarillado combinado La Estancia. Elaboración: Autores.

3.4. Profundidad de pozos de revisión

La profundidad de pozo varía en función de la pendiente natural del terreno, con una altura mínima de 2m y una altura máxima de 3,6m. En la tabla 12 se observa los resultados obtenidos para los pozos pertenecientes a la calle 5. Se adjunta tabla completa en anexo 4.

DATOS								
CALLE	POZO N°		ALTURA POZOS					
	Inicial	Final	h in	PROYECTO	CF in	CF fin	CT in	h fin
			[m]	CT in	CF in	CF fin	CT in	[m]
N°5	58	59	2	2774,49	2772,49	2770,77	2772,77	2
	59	60	2	2772,77	2770,77	2769,04	2771,04	2
	60	61	2	2771,04	2769,04	2766,86	2768,86	2
	61	62	2	2768,86	2766,86	2764,79	2766,79	2
	62	63	2	2766,79	2764,79	2763,26	2765,26	2
	63	64	2	2765,26	2763,26	2761,44	2763,44	2
	64	65	2	2763,44	2761,44	2759,6	2761,6	2
	65	66	2	2761,6	2759,6	2754,55	2756,55	2
66	55	2	2756,55	2754,55	2753,62	2755,62	2	

Tabla 12. Ubicación de pozos red La Estancia. Elaboración: Autores.

La figura 24 muestra la distribución de pozos y tuberías en perfil pertenecientes a la calle 5 del sector La Estancia. Se adjunta plano en anexo 10.

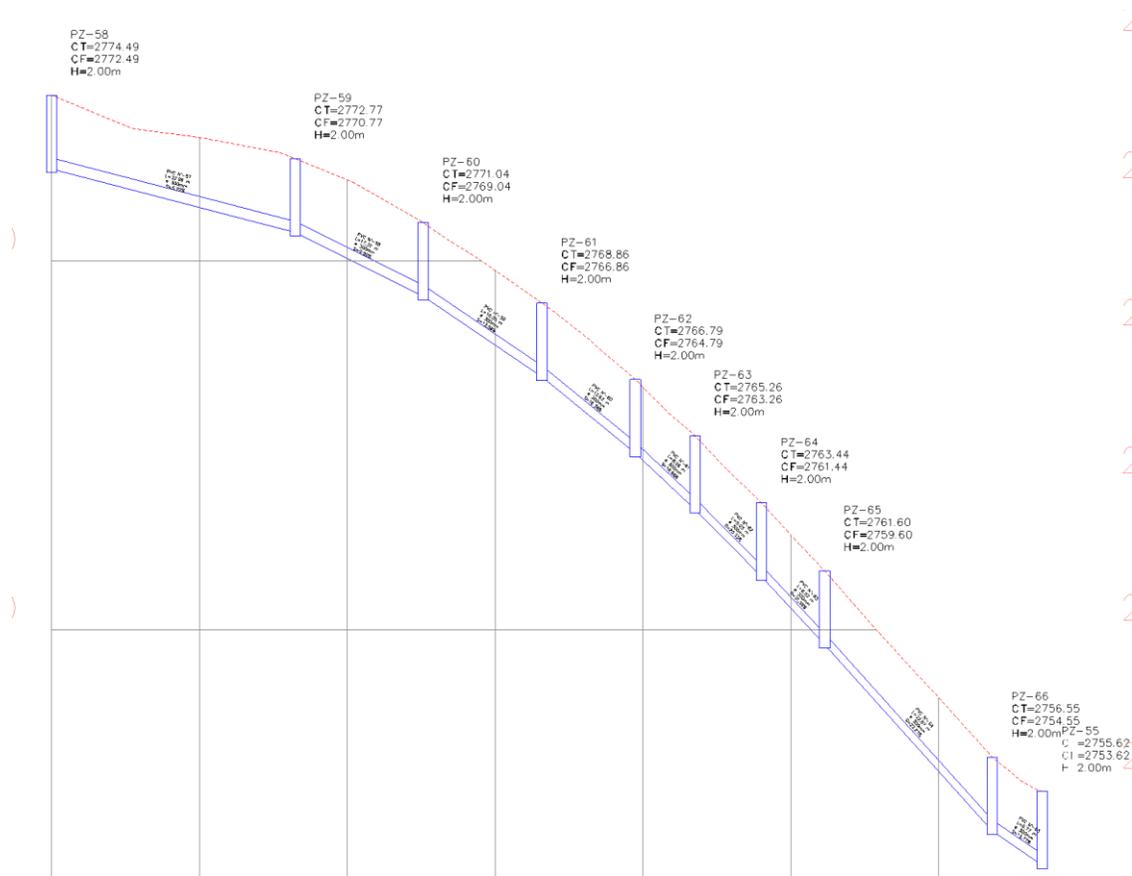


Figura 24. Distribución de red de alcantarillado vista en perfil calle 5. Elaboración: Autores.

3.5. Comprobación de normas vigentes

Para alcanzar el fin del proyecto es importante que los estudios desarrollados se enmarquen en la concepción y parámetros generales definidos por Etapa, Norma CO 10.07 – 601 (Área Urbana), Norma CO 10.07 – 602 (Área Rural), etc., dentro de este contexto, el presente documento está enfocado a justificar la implementación de este proyecto, el mismo que corresponde al sector La Estancia de la parroquia San Joaquín.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO ECONÓMICO

Como objetivo de este estudio se tiene: evaluación del proyecto desde el punto de vista económico de los habitantes del sector para determinar si su implementación mejorará el bienestar social y económico de la zona. La evaluación económica se realizó por el método de Costo-Beneficio. El análisis costo-beneficio cuantifica los flujos de costos y beneficios económicos con el objeto de contrastarlos y definir indicadores de viabilidad económica tasa interna de retorno económica (TIRE) y el valor actual neto económico (VANE). Si estos resultados muestran que los beneficios que se generan son mayores a los costos incurridos para su ejecución, el proyecto es viable considerando este método.

4.1.Presupuesto

El presupuesto abarca la totalidad del proceso de planeación de los gastos cuyos rendimientos se espera que se extienda posteriormente, de ahí que también al presupuesto se lo defina como un instrumento administrativo (Mineria, 2005).

El objetivo de realizar un presupuesto es de Previsión, Planeación, Organización, Coordinación o Integración, Dirección y Control (Ramirez, 2018).

		UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PROYECTO:		Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay.				
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		RUBROS PARA OBRAS HIDROSANITARIAS				96.159,21
1.1		PRELIMINARES				568,79
1.1.1	522039	Replanteo mayor a 1 km	Km	1,37	165,19	226,30
1.1.2	580006	Nivelación de 1000 m a 5000 m	m	1.369,96	0,25	342,49
1.2		EXCAVACIONES MECANICAS				5.672,06
1.2.1	504019	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	1.366,49	3,29	4.495,74
1.2.2	504020	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	214,22	3,50	749,76
1.2.3	504022	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	33,00	4,63	152,79
1.2.4	504023	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	50,33	5,44	273,77
1.3		EXCAVACIONES MANUALES				1.186,86
1.3.1	504006	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	68,32	12,73	869,77
1.3.2	504007	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	7,02	15,10	106,05
1.3.3	504009	Excavación manual, zanja 0-2 m, material conglomerado	m3	5,50	15,74	86,57
1.3.4	504010	Excavación manual, zanja 2-4 m, material conglomerado	m3	5,50	22,63	124,47
1.4		RELLENO DE ZANJAS				29.833,08
1.4.1	505008	Relleno compactado con material de sitio	m3	204,97	7,78	1.594,69
1.4.2	505009	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	1.073,70	26,30	28.238,39
1.5		REDES DE ALCANTARILLADO				58.898,43
1.5.6	515003	Tubería PVC para alcantarillado U/E D=200mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	58,80	12,32	724,42
1.5.7	515001	Tubería PVC para alcantarillado U/E D=300 mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	1.369,96	17,27	23.659,21
1.5.8	520003	Pozo de revision de h=0 a 2 m, Tapa y Brocal tipo B	u	46,00	328,99	15.133,54

1.5.9	520004	Pozo de revision de h=0 a 3 m, Tapa y Brocal tipo B	u	8,00	442,64	3.541,12
1.5.10	515016	Caballote de PVC para alcantarillado, varias dimensiones	u	28,00	31,58	884,24
1.5.11	520013	Pozo till d=300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	28,00	44,32	1.240,96
1.5.12	523001	Entibado discontinuo	m2	347,24	10,34	3.590,49
1.5.13	506001	Cargado de material manual, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	43,17	7,18	309,99
1.5.14	506003	Cargado de material con cargadora, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	1.540,80	2,60	4.006,08
1.5.15	506002	Cargado de material con minicargadora, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	166,40	2,77	460,94
1.5.16	500016	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	962,71	2,46	2.368,26
1.5.17	506004	Transporte de materiales (Distancia > 6 Km, medido en banco)	m3-km	787,67	0,26	204,79
1.5.18	522010	Catastro de alcantarillado aprobadas por ETAPA	m	1.369,96	2,00	2.739,92
1.5.19	503008	Demolición de estructuras de hormigón simple	m3	3,09	11,16	34,48
2		RUBROS PARA IMPACTOS AMBIENTALES				1.600,27
2.1.1	532002	Valla de advertencia de obras y desvío	u	2,00	22,66	45,32
2.1.2	532003	Señalización con cinta	m	1.506,96	0,23	346,60
2.1.3	532004	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	24,00	5,75	138,00
2.1.4	532005	Pasos peatonales de tabla	u	20,00	10,06	201,20
2.1.5	532006	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	547,98	0,29	158,92
2.1.7	532013	Suministro e instalación Letrero Vía Cerrada / señal vertical 0.75 x 1.20 x 1.8m	u	1,00	116,64	116,64
2.1.8	532009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	m	342,49	1,01	345,91
2.1.9	532016	Suministro e instalación Letrero Preventivo/señal vertical 0.75 x 0.75 x 1.80 m	u	1,00	101,04	101,04
2.1.10	532014	Suministro e instalación Letrero Preventivo/señal vertical 0.9 x 1.50 x 1.80 m	u	1,00	146,64	146,64
SUBTOTAL						97.759,48
IVA					12 %	11.731,14
TOTAL						109.490,62
Son:	<u>CIENTO NUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA CON 62/100 DÓLARES</u>					

Tabla 13. Presupuesto referencial. Elaboración: Autores.

4.2. Análisis de precios unitario

Un análisis de precio unitario “APU” es la técnica de estimación vinculada a los paquetes de trabajo más pequeños que también se suele llamar rubro o partida, la misma integra el análisis de la estimación de las áreas del alcance, tiempo y costo, sin dejar de lado la estimación considerando riesgo, recursos y calidad (*Análisis de Precios Unitarios - InterPro, 2022*).

Examen detallado que se debe realizar a una obra con la finalidad de conocer sus características constructivas y los elementos de costos que lo componen de tal manera que, conociendo el volumen o cantidad de obra, y multiplicando por su precio unitario se puede conocer su costo real o total.

Los análisis de precios unitarios se muestran en un formato, donde se indica la formulación de los componentes del costo de la construcción, incluyendo sus respectivos rendimientos, cálculos y precios vigentes. Para su elaboración se debe tomar en cuenta algunos conceptos de costos directos e indirectos.

4.2.1. Costos directos

Son todos los gastos que tienen relación directa con la obra de construcción como: tubos de hormigón, PVC, brocales, sumideros, pozos de revisión, etc.

4.2.2. Costos indirectos

El costo indirecto hace referencia a los gastos no incluidos en los costos directos, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, etc.

4.3. Especificaciones técnicas

El contratista está sujeto a cumplir normas, métodos, requisitos, formas de pago y mediciones para describir los diferentes rubros de trabajo para la ejecución de una obra, con el fin de que el contratista reciba un precio justo por los trabajos realizados, Las especificaciones técnicas se rigen a un objetivo fundamental de empleo de materiales y equipos de calidad, así como, una adecuada ejecución del proyecto a un costo razonable.

Rubro: Replanteo y Nivelación

Unidad: Km y Metros lineales

Equipo & Herramienta: Estación total

Materiales: Estacas, spray rojo

Transporte: No aplica

Mano de obra: Topógrafo y cadenero

Rubro que tiene como objetivo ubicar de forma precisa las especificaciones del plano en campo. Antes de iniciar la construcción, el constructor y si es el caso el fiscalizador definirán el trazado de los ejes de acuerdo a los planos del proyecto y se “pasarán” los niveles de la construcción a realizarse.

Medición y forma de pago

Para el sistema de alcantarillado el replanteo se medirá en Km con dos decimales y la nivelación se medirá en metros lineales. Para la elaboración de las planillas se tomarán en cuenta únicamente las cantidades previamente fijadas en los planos de diseño y autorizadas por fiscalización.

Nivelación de 1000 a 5000 m

Replanteo mayor a 1.0 km

Rubro: Excavaciones

Unidad: m³

Equipo & Herramienta: Retroexcavadora

Materiales: No aplica

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Operador de retroexcavadora, Técnico obras civiles

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos. Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo a las alineaciones, pendientes, rasantes y dimensiones que se indican en los planos o que ordene la Fiscalización.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. El ancho de la zanja a nivel de rasante será de mínimo 60 cm. para instalar tubería hasta de 200 mm; para tuberías de diámetros mayores, el ancho total de la base de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 50 cm sin entibado; con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m.

Medición y forma de pago

Se medirá y pagará por metro cúbico (m³) excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista. El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. La excavación final, realizada para instalación de las tuberías o para los pozos de revisión, en los 10 últimos cm, se pagará como excavación a mano en terreno sin clasificar o conglomerado, y de acuerdo a la profundidad.

Las actividades que realice el Contratista, le serán estimados y pagados por el concepto siguiente:

Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m y zanja 2-4 m material sin clasificar, cuchara 40 cm.

Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m y zanja 2-4 m material conglomerado, cuchara 40 cm.

Excavación manual, zanja 0-2 m y zanja 2-4 m material sin clasificar.

Excavación manual, zanja 0-2 m y zanja 2-4 m material conglomerado.

Rubro: Relleno compactado con material de sitio

Unidad: m³

Equipo & Herramienta: Plancha vibratoria, herramientas varias

Materiales: Agua

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Técnico obras civiles

Se entiende por relleno la colocación, preparación y suministro de material de mejoramiento y/o aquel que ha sido extraído de la excavación hasta alcanzar el nivel de suelo indicado en los planos del proyecto. Por tanto, es el conjunto de actividades necesarias para el relleno y compactación de zanjas utilizando material de sitio previa autorización de fiscalización.

En general, todas las zanjas serán rellenadas utilizando un compactador mecánico tal como una plancha vibratoria, un rodillo compactador o un compactador de talón. Fiscalización ordenará el espesor de las capas de relleno para la compactación y constatará que este procedimiento se cumpla. Se tendrá cuidado de realizar un relleno de protección, con material libre de piedras y objetos duros agudos, hasta por lo menos 0.15 m. sobre la matriz superior de los tubos, inmediatamente después de colocada la tubería, para impedir daños a los tubos.

Cuando se vaya a utilizar material de reposición en los rellenos de las zanjas, se deberá limpiar la capa vegetal para luego proceder al relleno correspondiente con material autorizado por Fiscalización (propio de la obra). El relleno deberá ser compactado y la densidad de compactación deberá ser no menor al 95% de la densidad máxima estándar.

Medición y forma de pago

La medición se realizará, tomando las dimensiones de las zanjas, actividad que se realizará en forma conjunta, entre el constructor y fiscalizador previo a la colocación del relleno compactado, el precio y pago constituirán la compensación total por el relleno, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, acarreo, selección, y operaciones conexas para la ejecución de esta actividad.

Rubro: Relleno compactado con material de mejoramiento

Unidad: m³

Equipo & Herramienta: Plancha vibratoria, herramientas varias

Materiales: Material de mejoramiento puesto en obra, Agua

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Técnico obras civiles

El material de mejoramiento que se utilizará deberá colocarse sobre la subrasante y este será construido en capas de espesor designado por fiscalización y compactados de la mejor manera. El material deberá ser tendido y conformado sin producir segregación en el mismo y compactado hasta que se obtengan los pesos volumétricos secos requeridos y una superficie uniforme de conformidad a lo especificado. Las densidades de la capa compactada deberán ser como mínimo el 95%, de la densidad máxima obtenida, según ensayo AASHTO T - 180, método D.

Si se obtienen valores inferiores a la densidad mínima establecida o la superficie no cumple con lo especificado, el Contratista deberá seguir con la compactación y operaciones conexas, hasta obtener la densidad y superficie señalada.

Medición y forma de pago

La cantidad a pagarse por la construcción de la capa de mejoramiento será el número de metros cúbicos medidos (m³) en el lugar de la obra, después de la compactación y de acuerdo a los precios establecidos para éste fin.

Rubro: Suministro e instalación de tuberías de hormigón simple d= 200, 300, 400, 500, 600 mm

Unidad: m

Equipo & Herramienta: Herramientas varias

Materiales: Tubería de cemento campana, mortero 1:3

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Albañil, Técnico obras civiles

Entendemos por tubos de hormigón sin refuerzo de acero para alcantarillado, como conductos construidos de hormigón simple, y provistos de un sistema de embate adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua. La tubería suministrada, deberá cumplir todos los requisitos establecidos en la Norma INEN 1590 para Clase no menor a 2.

El sistema de junta de los tubos será de tipo espiga-campana, su diseño preverá que la estanqueidad de las juntas se consiga mediante un sello elastomérico y un anillo de mortero perimetral para diámetros de hasta 600 mm.

Instalación: Cada tubo o pieza deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud, para lo cual el cuadrante inferior descansará en toda su superficie sobre la cama de arena colocada en el fondo de la zanja. Las tuberías de hormigón con juntas de espiga-campana, se recubrirá exteriormente la junta con un anillo de mortero achaflanado a 45°. El mortero será de cemento - arena en proporción 1:3; se limpiarán cuidadosamente los extremos de los tubos a unirse quitándole la tierra o cualquier material extraño con cepillo de alambre, luego se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta. Las superficies interiores de los tubos en contacto deberán quedar rasantes. Se prohíbe la instalación de tubería en presencia de agua, y de existir por lluvia, nivel freático, o roturas de tuberías existentes, el contratista está obligado a su evacuación.

Medición y forma de pago

El suministro y la instalación de las tuberías de hormigón simple para alcantarillado, se medirá en obra, en metros lineales de tubería según su diámetro, medidos entre las paredes interiores de los pozos de revisión, una vez que la tubería se encuentre debidamente instalada por tramos completos (entre pozos de revisión) y haya cumplido con los ensayos y pruebas a entera satisfacción de la Fiscalización. El pago incluye también los costos de transporte hasta la obra y los ensayos y pruebas establecidos en estas especificaciones.

Rubro: Instalación de tuberías PVC para alcantarillado d= 160, 200, 300, 400, 500, 600 mm serie 5 tipo B.

Unidad: m

Equipo & Herramienta: Equipo menor

Materiales: Tubería PVC para alcantarillado U/E serie 5, tipo B, Lubricante vegetal.

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Albañil, Plomero, Técnico obras civiles

Contempla los tubos de Policloruro de vinilo, PVC, con interior liso, para instalaciones en sistemas de alcantarillado, su suministro y colocación. La tubería PVC para alcantarillado, deberá cumplir lo establecido en la norma INEN 2059: 2004

vigente; y será Tipo B: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil de extrusión continua, con pared interior lisa y exterior corrugada.

Los tubos deberán servir para la evacuación de aguas servidas y/o lluvias y soportarán rellenos con densidades no menor a 1800 Kg/m³ y compactación mayor al 90% de la máxima densidad según el ensayo Proctor Standard. Los tubos y accesorios deben ser rectos, tener una sección transversal circular perpendicular a su eje longitudinal. Estarán libres de hundimientos, grietas, fisuras, perforaciones, protuberancias o incrustaciones de material extraño. Los tubos se suministrarán con un extremo liso y el otro con campana y deben ser unidos entre sí mediante sellos de caucho o elastómero, que garanticen la hermeticidad de la unión. La longitud de los tubos podrá ser variable a efecto de que éstos se puedan ajustar a las condiciones del terreno y a lo establecido por ETAPA EP. Esta longitud estará entre 3 y 12 metros con las tolerancias estipuladas en la Norma INEN 2059: 2004.

Instalación: La colocación de la tubería comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja, quede situada hacia la parte más alta del tubo. La tubería deberá seguir una alineación recta entre pozo y pozo, tanto en el sentido vertical-manteniendo la pendiente fijada en el diseño-, como en el horizontal. En lo posible las cotas definidas en el proyecto se colocarán mediante nivel cada 20 m de longitud.

Medición y forma de pago

El suministro e instalación de la tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con el rubro contractual de las tuberías de PVC para Alcantarillado, según el tipo exigido y diámetro una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra a entera satisfacción de la Fiscalización. El suministro, instalación y prueba de los accesorios de plástico se cuantificará en unidades directamente en obra.

Rubro: Pozo de revisión de h=0 a 3,5 m, Tapa y Brocal tipo B

Unidad: u

Equipo & Herramienta: Herramientas varias, Cofre metálico pozos de revisión.

Materiales: Varilla de 5/8", Replanteo de piedra e= 15 cm, Hormigón Ciclópeo (50% H.S. 50 % Piedra) $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Albañil, Técnico obras civiles

Los pozos de revisión son estructuras de la red de alcantarillado ubicados en sitios específicos que hacen posible su inspección y mantenimiento. Los pozos de revisión se clasifican de acuerdo al mayor diámetro de las tuberías que a ellos convergen. Son estructuras construidas en sitio o prefabricados de hormigón de 210 kg/cm^2 . Dentro de estos pozos se incluyen los pozos de revisión de salto.

Los pozos se asentarán sobre un replanteo de piedra de 0,15 m de espesor, sobre el cual se fundirá una losa de hormigón simple de 210 kg/cm^2 de 0.15 m de espesor y en el piso del pozo se fundirá una media caña de Hormigón Simple $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para conducir el flujo de agua, tal como se indica en los planos. Las dimensiones en la base se establecen de la siguiente manera: $A = B + 0,90 \text{ m}$ en pozos construidos en sitio, siendo A el diámetro de excavación en el fondo del pozo, B el diámetro interior en el fondo del pozo; y $A = B + 0,40 \text{ m}$ en pozos prefabricados. Sobre la losa se conformará en los pozos de hormigón un zócalo de hormigón ciclópeo (60% de H.S. y 40% de piedra de un tamaño no mayor a 0.10 m) de una altura tal que cubra a la tubería de mayor diámetro más 10 cm.

En el caso de ser prefabricados, los anillos deben tener un alto mínimo de 0.30 m, un espesor de pared de 0.10 m, y armados con malla metálica electro soldada de 10 por 10 cm y 5 mm; se colocarán a partir del zócalo, cuya altura se encuentra definido por la posición de la descarga más alta. Todos los pozos de revisión del sistema de alcantarillado, dispondrán para el acceso, de una escalerilla conformada por escalones de varillas de acero, cuyas características se indican más adelante.

Medición y forma de pago

Los pozos de revisión de hormigón construido en sitio o prefabricados de hormigón, se medirán por unidad, según la altura del pozo. Para efectos de medición, por altura

se entiende la distancia que existe entre el fondo del pozo terminado (por donde corre el agua) y el nivel en donde se asentará el brocal, según:

Pozo de revisión de alcantarillado de altura entre $0 \leq 3,00$ m. El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para la correcta ejecución del rubro, el mismo que incluye: el replantillo de piedra de 20 cm, la losa de Hormigón simple de 15 cm $f'c = 210$ kg/cm², el hormigón ciclópeo para el zócalo, el pozo propiamente dicho; los escalones de acero; el brocal; y, la tapa.

Rubro: Entibados

Unidad: m²

Equipo & Herramienta: Herramientas varias.

Materiales: Tablones, tiras de madera.

Transporte: No aplica

Mano de obra: Peón, Albañil, Técnico obras civiles

Son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes e impedir o retardar la penetración del agua subterránea en las zanjas. Dependiendo de las condiciones particulares del terreno en cada sector, Fiscalización a solicitud del Contratista determinará el tipo de entibado a ejecutarse, siendo los principales los siguientes: Entibado continuo y entibado discontinuo.

Entibado Discontinuo: Se colocarán tablones (espesor $> 2,5$ cm.) en posición vertical contra las paredes de la excavación, las cuales serán sostenidas en esta posición mediante puntales transversales (normalmente de madera, que son ajustados en el propio lugar), su espaciamiento máximo será de 2m.

Entibado Continuo: Esta protección está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales. La separación entre tablas horizontales no será mayor a 10 cm.

Medición y forma de pago

Los entibados se medirán en metros cuadrados de pared efectivamente entibada, considerando como tal el área de la pared en contacto con los tablones y se cancelarán a los precios unitarios contractuales según el tipo de entibado. El pago incluye la

mano de obra, equipos, herramientas, materiales, instalaciones; y todos los servicios conexos para la correcta ejecución del trabajo a entera satisfacción del Fiscalizador, incluye el uso, montaje, desmontaje y el retiro de los materiales.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Por medio de levantamiento topográfico y encuesta realizada se determinó que hay un inadecuado sistema de evacuación de excretas, presencia de malos olores, daño de infraestructura vial, ingreso de humedad a los domicilios y en algunos casos filtración de aguas negras de pozos sépticos. De la encuesta realizada a los 104 habitantes del sector La Estancia se determina que: en disposición de excretas el 55.8% lo hacen mediante pozo séptico, el 32.35% consideran que están en condiciones de higiene poco adecuadas, el 41.18% afirma que sufre de ingreso de aguas lluvias a sus domicilios, el 47% advierte de daños en la infraestructura vial y el 100% de los habitantes está de acuerdo con la implementación de un sistema de alcantarillado combinado. Se concluyó que, es necesario el diseño e implementación de un sistema de alcantarillado combinado para mitigar los impactos ambientales y posible propagación de vectores sanitarios en el sector La Estancia.
- Los cálculos y diseños del alcantarillado combinado se basaron en normas y publicaciones varias como: Norma 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)
- Como base para el emplazamiento de la red de alcantarillado combinado se determina que, en la vía principal se usará tubería de PVC de diámetro igual a 300 mm con una longitud de 1.4 km y las conexiones domiciliarias se harán a pozos till los cuales estarán ubicados únicamente en donde existan edificaciones con tubería PVC de diámetro igual a 200 mm. Este diseño se ha realizado cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos por Normas de construcción en zonas rurales.
- La elaboración de un presupuesto referencial permite deducir que la implementación de un sistema de alcantarillado combinado en el sector La Estancia (San Joaquín) tendrá un costo relativamente mayor debido a su accidentada topografía, tipo de suelo y condiciones climáticas. Factores que demandan mayor seguridad en la parte constructiva a comparación con otros proyectos en zona urbana.

Recomendaciones

- En base a los cálculos realizados se recomienda acogerse a las normativas y criterios técnicos expuestos para asegurar el funcionamiento del sistema de alcantarillado combinado.
- Se sugiere contar con personal calificado para garantizar una correcta ejecución del proyecto y disminuir errores constructivos.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo para evitar daños como taponamientos, roturas de accesorios, juntas con fugas, entre otros, para alargar la vida útil del sistema de alcantarillado combinado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aldás, J. C. (2011). Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 22(3), 256–278.
- Análisis de Precios Unitarios - InterPro*. (2022). <https://www.interpro.ec/analisis-de-precios-unitarios/>
- Chow, V. T. M. (1994). Índice 9. In *Hidrología Aplicada* (Issue (13°; McGrawHill, Ed.). Santafé de Bogotá.).
- Cuenca, G. M. de. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Balzar (Año 2012-2021)* (p. 222). <http://sni.gob.ec/planes-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial>
- Gómez Gavilanes, J. P. (2006). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario De La Comunidad De “Huaycopungo*. 1–80.
- INEN. (1997). Código De Practica Para El Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable, Disposición De Excretas Y Residuos Líquidos En El Área Rural. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 2, 50. https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997/page/n1/mode/2up%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf
- Larriva, J. (2021). *Hidrosanitaria II; 1.02 Secciones circulares parcialmente llenas*.
- Llena, D. E. S. P. (2017). *Comportamiento Hidráulico de sección parcialmente llena*.
- López, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2*.
- Metcalf & Eddy B. Tchobanoglous G., B. F. L. (1998). Metcalf & Eddy Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Minería, P. D. E. (2005). *Ca-623 análisis de precios unitarios*. 5.

- Montero, V. francisco galindo. (2016). Facultad de ciencia y tecnología. *Google Academico*, 111 pag. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6858>
- Moya, J. (2019). Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado. *Αγαη*, 8(5), 55.
- Naula, J. (2018). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Combinado Para El Sector Virgenpamba, Perteneciente A La Ciudad De Azogues, Provincia Del Cañar*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8116/1/13839.pdf>
- Pérez Carmona, R. (2013). Diseño y Construcciones de Alcantarillados Sanitario, Pluvial y Drenaje en Carreteras - Rafael Pérez Carmona. In *Eco Ediciones*. Ecoe Ediciones. https://www.academia.edu/44942566/Diseño_y_Construcciones_de_Alcantarillados_Sanitario_Pluvial_y_Drenaje_en_Carreteras_Rafael_Pérez_Carmona
- Pérez, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras* (1a. ed). Ecoe Ediciones.
- Prefectura de los Rios. (2013). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Ramirez, M. C. V. (2018). Los presupuestos: sus objetivos e importancia. *Revista Cultural Unilibre*, 1–12.
- Reyes, D. (2021). *Facultad de Ciencia y Tecnología para los sectores Nueva Esperanza , Pueblo Viejo y Santa Elena- La Asunción-Girón- Azuay ,.*
- SENAGUA. (2010). *Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para*. 6, 420.

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1: Encuesta La Estancia



ENCUESTA PREVIA AL DISEÑO DE ALCANTARILLADO

Se realiza esta encuesta para obtener información certera de la zona de estudio, que será de gran ayuda para realizar los respectivos cálculos dando como resultado el diseño óptimo del cual se beneficiará la población estudiada.

¿Está de acuerdo con el proyecto de implementación del sistema de alcantarillado? *

Sí

No

En base a la imagen escriba el ítem que corresponde a su casa (C#)



Texto de respuesta corta

Nombre del grupo familiar *



Texto de respuesta corta

Número de integrantes del grupo familiar *

Texto de respuesta corta

¿Actividad Económica jefe de familia? *

Texto de respuesta corta

Área del lote de terreno en m2: *

Texto de respuesta corta

Uso de vivienda: *

- Propia
- Arriendo
- Comercial
- Mixta

Tipo de vía: *

- Tierra
- Asfalto

Tipo de agua que utiliza el sector: *

- Entubada (servicio público)
- Etapa EP

Abastecimiento de agua

	Si	No
Dispone todo el día?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemas con el servicio?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conexión domiciliaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Disposición de excretas

	Si	No
Foza séptica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condiciones de higiene adecuadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si su opción en la pregunta anterior fue otros problemas, detalle a continuación:

Texto de respuesta larga

Necesidad de alcantarillado pluvial

	Si	No
Entra agua a la casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empozamiento de agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daños en la infraestructura vial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si su opción en la pregunta anterior fue otros problemas, detalle a continuación:

Texto de respuesta larga

7.2. Anexo 2: Levantamiento topográfico



7.3.Anexo 3: Cálculos hidráulicos del alcantarillado combinado de La Estancia

PERIODO DE DISEÑO	20	años
AREA DE COBERTURA	9,5	Ha
POBLACION ACTUAL	108	Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	1,96	%
POBLACION FUTURA	153	Hab.

DOTACION	150	l/hab/día
n	0,009	
DENSIDAD	11	Hab/Ha

T	10
A	537,9
B	0,704
C	4,72

	Areas (Ha)	C	A*C
Techos	0,75	0,8	0,60
Pavimentos	0,68	0,77	0,53
A. Verde	8,09	0,23	1,86
A. Total	9,52	C*Atotal	2,99

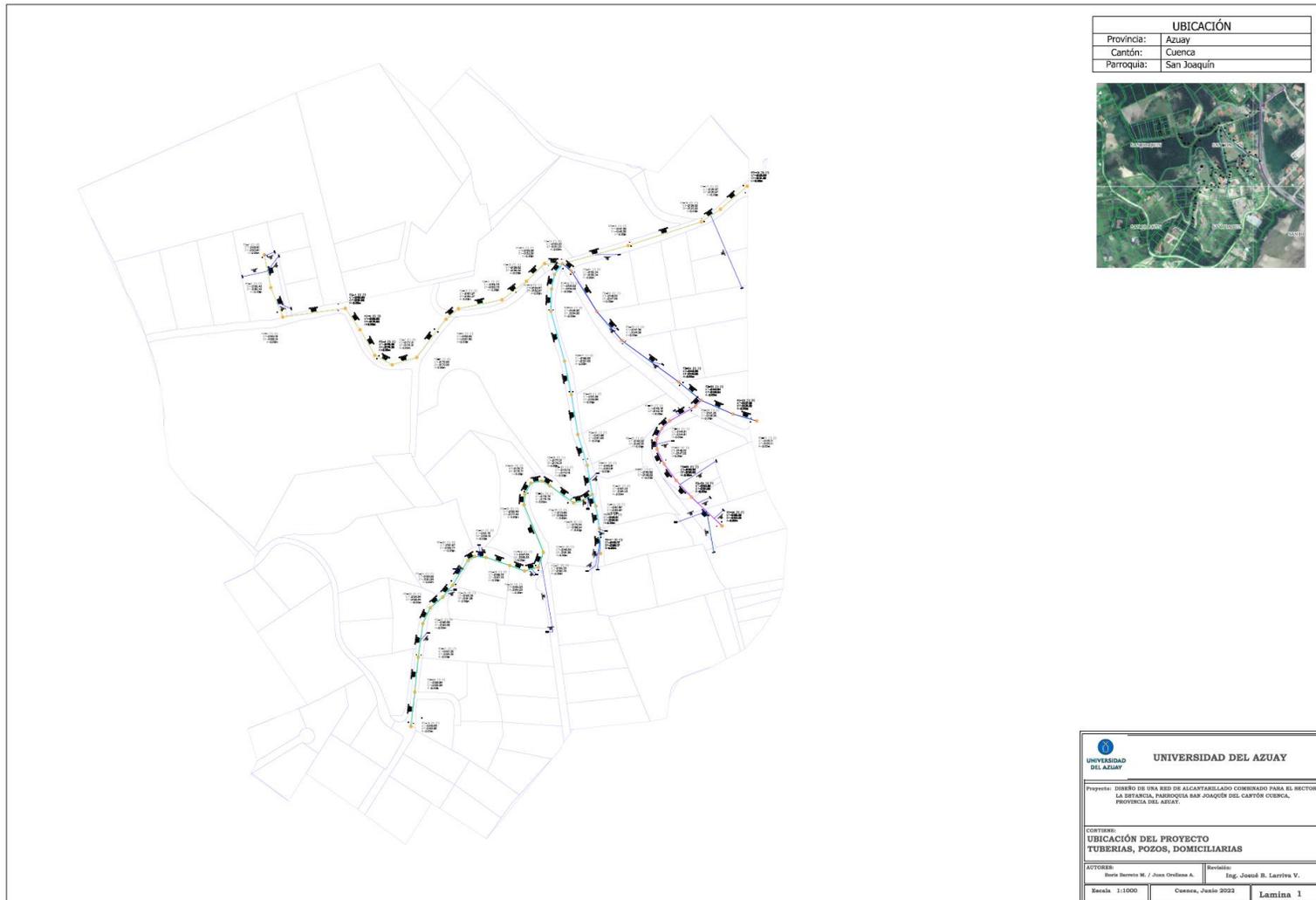
C Ponderado	0,3136635
--------------------	-----------

POZO Nº	Final	TUBERIA Nº	LONGITUD (m)	CASAS		POBLACION		DENSIDAD had/viv	AGUAS SERVIDAS				INFILTRACION		AGUAS LICITAS		CAUDAL DISEÑO Q.AS+Qinf+Qilic	
				Parcial (Ha)	Acumul. (Ha)	Parcial	Acumul.		Qmd (l/s)	Factor	Q.AS M	Q.Asmin 2,2 l/s	Parcial	Acumul.	Qilic*Poblacion	Acumul.		
				Parcial (Ha)	Acumul. (Ha)	Parcial	Acumul.		Parcial	Acumul.	M	M	M	M	Qilic	Qilic		
1	2	1	25,99	0,1478	0,1478	8	8	54,00	0,0111	0,0111	5,14	0,06	2,2	0,03	0,03	0,01	0,01	2,23
2	3	2	24,75	0,27	0,4178	9	17	33,00	0,0125	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,05	0,008	0,016	2,27
3	4	3	49,16	0	0,4178	0	17	0,00	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,06	0,10	0,000	0,016	2,32
4	5	4	20,24	0	0,4178	0	17	0,00	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,12	0,000	0,016	2,34
5	6	5	23,07	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,14	0,000	0,016	2,36
6	7	6	15,29	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,16	0,000	0,016	2,37
7	8	7	19,98	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,18	0,000	0,016	2,39
8	9	8	37,49	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,04	0,22	0,000	0,016	2,43
9	10	9	12,79	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,01	0,23	0,000	0,016	2,44
10	11	10	34,61	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,03	0,26	0,000	0,016	2,48
11	12	11	24,05	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,29	0,000	0,016	2,50
12	13	12	19,41	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,02	0,31	0,000	0,016	2,52
13	14	13	13,92	0	0,4178	0	17	0	0,0000	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,01	0,32	0,000	0,016	2,54
14	15	14	53,25	0,17	0,5878	5	22	29,00	0,0069	0,0306	4,77	0,15	2,2	0,05	0,37	0,005	0,020	2,59
15	16	15	59,75	0	0,5878	0	22	0,00	0,0079	0,0384	4,70	0,14	2,2	0,06	0,43	0,005	0,025	2,66
16	17	16	17,99	0	0,5878	0	22	0	0,0079	0,0463	4,63	0,14	2,2	0,01799	0,45	0,005	0,030	2,68
17	18	17	27,42	0,1438	0,7316	4	26	0	0,0079	0,0542	4,58	0,17	2,2	0,02742	0,48	0,005	0,034	2,71
19	20	18	27,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0,02704	0,02704	0	0	2,23
20	21	19	27,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0,02728	0,05452	0	0	2,25
21	22	20	26,42	0,2023	0,2023	5	5	25,00	0,0069	0,0069	5,32	0,04	2,2	0,00642	0,08074	0,005	0,00462963	2,29
22	23	21	13,48	0	0,2023	0	5	0	0	0,0069	5,32	0,04	2,2	0,01348	0,09422	0	0,00462963	2,30
23	24	22	12,89	0	0,2023	0	5	0	0	0,0069	5,32	0,04	2,2	0,01289	0,10711	0	0,00462963	2,31
24	25	23	11,67	0	0,2023	0	5	0	0	0,0069	5,32	0,04	2,2	0,01167	0,11878	0	0,00462963	2,32
25	26	24	22,97	0,0989	0,3012	4	9	40,00	0,0056	0,0125	5,10	0,06	2,2	0,02297	0,14175	0,004	0,00833333	2,35
26	27	25	6,06	0,3215	0,6227	4	13	12,00	0,0056	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,00606	0,14781	0	0,00833333	2,36
27	28	26	8,83	0,3131	0,9358	4	17	13,00	0,0056	0,0236	4,87	0,11	2,2	0,00883	0,15664	0	0,00833333	2,36
28	29	27	19,53	0	0,9358	0	17	0	0	0,236	4,87	0,11	2,2	0,01953	0,17617	0	0,00833333	2,38
29	30	28	12,34	0,126	1,0618	5	22	40,00	0,0069	0,0306	4,77	0,15	2,2	0,01234	0,18851	0,005	0,01296296	2,40
30	31	29	11,06	0	1,0618	0	22	0	0	0,306	4,77	0,15	2,2	0,01106	0,19957	0	0,01296296	2,41
31	32	30	12,17	0,1226	1,1844	5	27	41,00	0,0069	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,01217	0,21174	0,005	0,01759259	2,43
32	33	31	39,98	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,00998	0,25172	0	0,01759259	2,47
33	34	32	8,4	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,0084	0,26012	0	0,01759259	2,48
34	35	33	9,78	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,00978	0,2699	0	0,01759259	2,49
35	36	34	8,59	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,00859	0,27849	0	0,01759259	2,50
36	37	35	7,26	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,00726	0,28575	0	0,01759259	2,50
37	38	36	22,72	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,02272	0,30847	0	0,01759259	2,53
38	39	37	8,72	0	1,1844	0	27	0	0	0,0375	4,70	0,18	2,2	0,00726	0,31647	0	0,01759259	2,53
39	40	38	8,2	0,2451	1,4295	3	30	12,00	0,0042	0,0417	4,67	0,19	2,2	0,00682	0,32467	0,003	0,02037037	2,55
41	42	39	19,62	0,4897	0,4897	11	11	22,00	0,0153	0,0153	5,02	0,08	2,2	0,01962	0,01962	0,010	0,010	2,23
42	43	40	17,4	0	0,4897	0	11	0	0	0,0153	5,02	0,08	2,2	0,0174	0,03702	0	0,010	2,25
43	44	41	9,59	0	0,4897	0	11	0	0	0,0153	5,02	0,08	2,2	0,00959	0,04661	0	0,010	2,26
44	44	42	23,07	0,08	1,9992	4	45	50,00	0,0056	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,02307	0,39435	0,004	0,034	2,63
44	45	43	25,01	0	1,9992	0	45	0,00	0,0000	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,02501	0,41936	0,000	0,034	2,65
45	46	44	31,35	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,03135	0,45071	0	0,034	2,68
46	47	45	26,7	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,0267	0,47741	0	0,034	2,71
47	48	46	40,24	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,04024	0,51765	0	0,034	2,75
48	49	47	17,32	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,01732	0,53497	0	0,034	2,77
49	50	48	11,5	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,015	0,54667	0	0,034	2,78
50	14	49	10,44	0	1,9992	0	45	0	0	0,0625	4,53	0,28	2,2	0,01044	0,55691	0	0,034	2,79
51	51	50	9,2	0	2,587	0	67	0,00	0	0,0625	4,53	0,42	2,2	0,0092	0,56611	0	0,034	2,80
51	52	51	37,18	0	3,1748	0	67	0	0	0,0625	4,53	0,42	2,2	0,03718	0,60329	0	0,034	2,84
52	53	52	29,77	0,1307	3,8933	4	71	31,00	0,0056	0,0681	4,50	0,44	2,2	0,02977	0,63306	0,004	0,038	2,87
53	54	53	54,81	0,992	5,6169	5	74	3,00	0,0042	0,072	4,48	0,46	2,2	0,05481	0,66787	0,003	0,041	2,93
54	55	54	22,54	0	5,6169	0	74	0	0	0,072	4,48	0,46	2,2	0,02254	0,71041	0	0,041	2,95
58	59	57	32,96	0,4018	0,4018	9	9	22,00	0,0125	0,0125	5,10	0,06	2,2	0,03296	0,03296	0,008	0,008	2,24
59	60	58	17,32	0,0448	0,4466	4	13	89,00	0,0056	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,01732	0,05028	0,004	0,012	2,26
60	61	59	16,05	0	0,4466	0	13	0,00	0,0000	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,01605	0,06633	0,000	0,012	2,28
61	62	60	12,63	0	0,4466	0	13	0	0	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,01263	0,07896	0	0,012	2,29
63	63	61	8,08	0	0,4466	0	13	0	0	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,00808	0,08704	0	0,012	2,30
63	64	62	9,03	0	0,4466	0	13	0	0	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,00903	0,09607	0	0,012	2,31
64	65	63	8,52	0	0,4466	0	13	0	0	0,0181	4,96	0,09	2,2	0,00852	0,10459	0	0,012	2,32
65	66	64	22,67	0,3549	0,8015	11	23	0,00	0,0111	0,0292	4,79	0,14	2,2	0,02267	0,12726	0,007	0,019	2,35
66	55	65	6,77	0	0,8015	0	21	0	0	0,0292	4,79	0,14	2,2	0,00677	0,13403	0	0,019	2,35
55	56	55	26,81	0	0,8015	0	95	0	0	0,0181	4,37	0,58	2,2	0,01681	0,87125	0	0,065	3,13
56	57	56	19,55	0,05	6,4684	5	100	100,00	0,0069	0,1083								

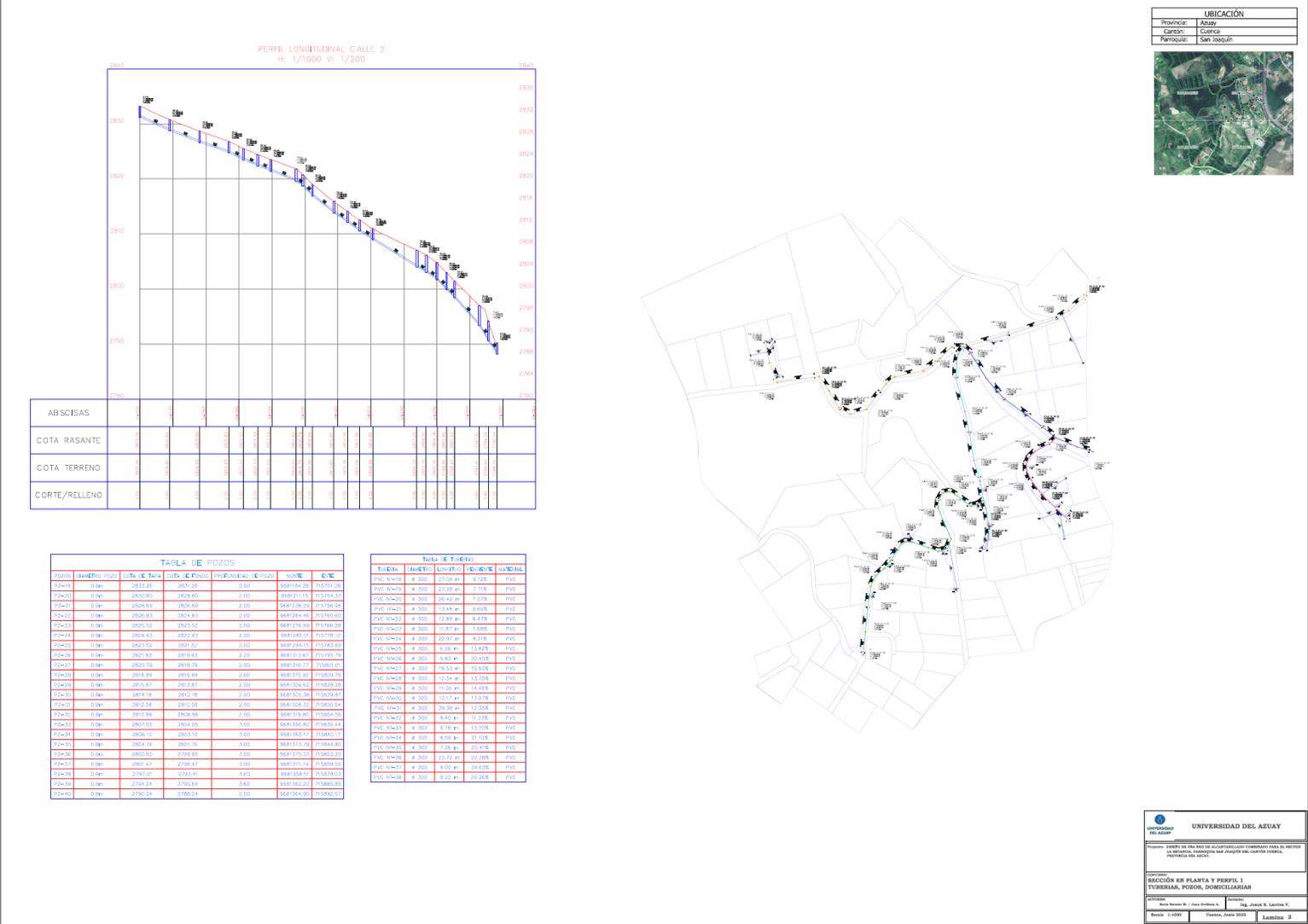
7.4.Anexo 4: Diseño de alcantarillado La Estancia

CALLE	POZO N°		LONGITUD (m)	AREA PARCIAL (m²)	AGUAS LUVIA				POBLACION		AGUAS SERVIDAS				DISEÑO DE LA TUBERIA																					
	Inicio	Final			TIEMPO DE CONCENT.	COEFICIENTE DE ESCORR.	AREA PARCIAL	ACUMUL.	Q	Q ₁₀	Q _{AS}	Q _{ASmin}	INFILTRACION	AGUAS LUCIDAS	q TOTAL	DE DISEÑO	DIAMETRO	SECCION	DATOS HIDRAULICOS				TIEMPO DE	ALTURA POZOS												
			(min)				(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(mm)	mm	m/s	V	Q	q/C	g/D	v/V	V	CONC.2	h in	PROYECTO	h in	PROYECTO	h in	PROYECTO	h in	PROYECTO				
			(min)				(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(mm)	mm	m/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			
N°1	1	2	25.99	0	10.01	0.31	0.05	81.00	10.43	0.48	8	5.14	0.06	2.2	0.03	0.03	0.007	0.007	12.66	300	16	7.84	554.66	0.02	0.108	0.344	2.70	0.16	2	2822.42	2822.42	2822.42	2			
	2	3	24.75	0.27	10.16	0.31	0.08	0.13	80.39	29.26	3.83	9	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.05	0.008	0.016	31.53	300	12	6.79	480.26	0.07	0.21	0.488	3.31	0.12	2	2822.42	2820.42	2817.5	2815.0	2
	3	4	49.16	0	10.29	0.31	0.00	0.13	79.92	29.09	3.81	0	17	4.87	0.11	2.2	0.05	0.10	0.000	0.016	31.41	300	17	8.20	579.68	0.05	0.169	0.445	3.65	0.22	2	2819.5	2817.5	2809.05	2811.05	2
	4	5	20.24	0	10.51	0.31	0.00	0.13	79.08	28.79	3.77	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.12	0.000	0.016	31.12	300	17	8.16	577.26	0.05	0.169	0.445	3.63	0.09	2	2811.05	2809.05	2805.6	2807.6	2
	5	6	23.07	0	10.60	0.31	0.00	0.13	78.75	28.67	3.76	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.14	0.000	0.016	31.02	300	14	7.42	528.79	0.06	0.186	0.468	3.47	0.11	2	2807.6	2805.6	2802.35	2804.35	2
	6	7	15.29	0	10.71	0.31	0.00	0.13	78.35	28.52	3.74	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.16	0.000	0.016	30.89	300	9	5.98	423.09	0.07	0.21	0.488	2.92	0.09	2	2804.35	2802.35	2800.95	2802.95	2
	7	8	19.98	0	10.80	0.31	0.00	0.13	78.04	28.41	3.72	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.18	0.000	0.016	30.80	300	9	5.83	412.62	0.07	0.21	0.488	2.85	0.12	2	2802.95	2800.95	2799.21	2801.21	2
	8	9	37.49	0	10.92	0.31	0.00	0.13	77.63	28.26	3.70	0	17	4.87	0.11	2.2	0.04	0.22	0.000	0.016	30.69	300	22	9.22	651.91	0.05	0.169	0.445	4.10	0.15	2	2801.21	2799.21	2791.06	2793.06	2
	9	10	12.79	0	11.07	0.31	0.00	0.13	77.10	28.07	3.68	0	17	4.87	0.11	2.2	0.01	0.23	0.000	0.016	30.51	300	23	9.41	665.78	0.05	0.169	0.445	4.19	0.05	2	2793.06	2791.06	2788.16	2790.16	2
	10	11	34.61	0	11.12	0.31	0.00	0.13	76.92	28.00	3.67	0	17	4.87	0.11	2.2	0.03	0.26	0.000	0.016	30.48	300	17	8.21	580.70	0.05	0.169	0.445	3.65	0.16	2	2790.16	2788.16	2782.19	2784.19	2
	11	12	24.05	0	11.28	0.31	0.00	0.13	76.39	27.81	3.64	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.29	0.000	0.016	30.31	300	22	9.27	655.75	0.05	0.169	0.445	4.13	0.10	2	2784.19	2782.19	2778.9	2778.9	2
	12	13	19.41	0	11.38	0.31	0.00	0.13	76.06	27.69	3.63	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.31	0.000	0.016	30.21	300	22	9.34	660.39	0.05	0.169	0.445	4.15	0.08	2	2778.9	2776.9	2772.57	2774.57	2
	13	14	13.92	0	11.45	0.31	0.00	0.13	75.81	27.59	3.62	0	17	4.87	0.11	2.2	0.01	0.32	0.000	0.016	30.13	300	19	8.64	611.21	0.05	0.169	0.445	3.85	0.06	2	2774.57	2772.57	2767.91	2771.91	2
	14	15	53.25	0.17	11.51	0.31	0.05	0.18	75.61	36.72	7.14	5	22	4.77	0.15	2.2	0.05	0.37	0.005	0.020	41.32	300	14	7.33	518.75	0.08	0.215	0.506	3.71	0.24	2	2771.91	2769.91	2762.58	2764.58	2
	15	16	59.75	0	11.75	0.31	0.00	0.18	74.83	36.32	7.07	0	22	4.70	0.14	2.2	0.06	0.43	0.005	0.025	40.98	300	17	8.04	568.85	0.07	0.21	0.488	3.32	0.25	2	2764.58	2762.58	2752.69	2754.69	2
	16	17	17.99	0	12.01	0.31	0.00	0.18	74.03	37.91	6.99	0	22	4.63	0.14	2.2	0.02	0.45	0.005	0.030	40.60	300	20	8.92	630.66	0.06	0.186	0.468	4.17	0.07	2	2754.69	2752.69	2749.03	2751.03	2
	17	18	27.42	0.14	12.08	0.31	0.05	0.23	73.81	47.05	10.80	4	26	4.58	0.17	2.2	0.03	0.48	0.005	0.034	49.76	300	14	7.51	531.35	0.09	0.228	0.523	3.93	0.12	2	2751.03	2749.03	2745.07	2747.07	2
	19	20	27.04	0	10	0.31	0.00	0.00	81.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0	2.2	0.03	0.03	0.000	0.000	2.23	300	20	5.96	421.73	0.01	0.076	0.29	1.73	0.26	2	2833.26	2832.26	2828.8	2830.8	2
	20	21	27.28	0	10.26	0.31	0.00	0.00	80.01	0.00	0.00	0	0	0.00	0	2.2	0.03	0.05	0.000	0.000	2.25	300	8	5.50	388.86	0.01	0.076	0.29	1.59	0.29	2	2830.8	2828.8	2826.69	2828.69	2
	21	22	26.42	0.20	10.56	0.31	0.06	0.06	78.95	13.92	0.88	5	5	5.32	0.04	2.2	0.03	0.08	0.005	0.005	16.20	300	7	5.25	370.99	0.04	0.152	0.419	2.20	0.20	2	2828.69	2826.69	2824.83	2826.83	2
22	23	13.48	0	10.75	0.31	0.00	0.06	78.23	13.79	0.87	0	5	5.32	0.04	2.2	0.01	0.09	0.000	0.005	16.09	300	10	6.16	435.87	0.04	0.152	0.419	2.58	0.09	2	2826.83	2824.83	2823.52	2825.52	2	
23	24	12.89	0	10.83	0.31	0.00	0.06	77.92	13.73	0.87	0	5	5.32	0.04	2.2	0.01	0.11	0.000	0.005	16.05	300	8	5.75	406.59	0.04	0.152	0.419	2.41	0.09	2	2825.52	2823.52	2822.43	2824.43	2	
24	25	11.67	0	10.92	0.31	0.00	0.06	77.61	13.68	0.87	0	5	5.32	0.04	2.2	0.01	0.12	0.000	0.005	16.00	300	8	5.52	390.44	0.04	0.152	0.419	2.31	0.08	2	2824.43	2822.43	2821.52	2823.52	2	
25	26	22.97	0.10	11.01	0.31	0.03	0.09	77.32	20.29	1.92	4	9	5.10	0.06	2.2	0.02	0.14	0.004	0.008	22.64	300	8	5.67	401.07	0.06	0.186	0.468	2.65	0.14	2	2823.52	2821.52	2819.63	2821.63	2	
26	27	6.06	0.32	11.15	0.31	0.10	0.20	76.82	41.68	8.14	4	13	4.96	0.09	2.2	0.01	0.15	0.000	0.008	44.94	300	14	7.89	520.56	0.08	0.215	0.506	3.72	0.03	2	2821.63	2819.63	2818.79	2820.79	2	
27	28	8.83	0.31	11.18	0.31	0.10	0.29	76.73	62.56	18.36	4	17	4.87	0.11	2.2	0.01	0.16	0.000	0.008	64.93	300	20	8.93	631.26	0.1	0.241	0.539	4.81	0.03	2	2820.79	2818.79	2816.99	2818.99	2	
28	29	19.53	0	11.21	0.31	0.00	0.29	76.63	62.48	18.34	0	17	4.87	0.11	2.2	0.02	0.18	0.000	0.008	64.86	300	16	7.90	558.85	0.12	0.265	0.567	4.48	0.07	2	2818.99	2816.99	2813.87	2815.87	2	
29	30	12.34	0.13	11.28	0.31	0.04	0.33	76.38	70.66	23.53	5	22	4.77	0.15	2.2	0.01	0.19	0.005	0.013	73.06	300	14	7.32	517.43	0.14	0.287	0.591	4.32	0.05	2	2815.87	2813.87	2811.92	2813.92	2	
30	31	11.06	0	11.33	0.31	0.00	0.33	76.22	70.51	23.48	0	22	4.77	0.15	2.2	0.01	0.20	0.000	0.013	72.93	300	14	7.52	531.80	0.14	0.287	0.591	4.44	0.04	2	2814.92	2812.92	2810.58	2812.58	2	
31	32	12.17	0.12	11.37	0.31	0.04	0.37	76.08	78.51	29.17	5	27	4.70	0.18	2.2	0.01	0.21	0.005	0.018	80.94	300	13	7.15	505.38	0.16	0.307	0.614	4.39	0.05	2	2812.58	2810.58	2808.99	2810.99	2	
32	33	39.98	0	11.42	0.31	0.00	0.37	75.93	78.35	29.11	0	27	4.70	0.18	2.2	0.04	0.25	0.000	0.018	80.82	300	12	6.95	491.49	0.16	0.307	0.614	4.27	0.16	2	2810.99	2808.99	2808.05	2810.05	3	
33	34	8.4	0	11.57	0.31	0.0																														

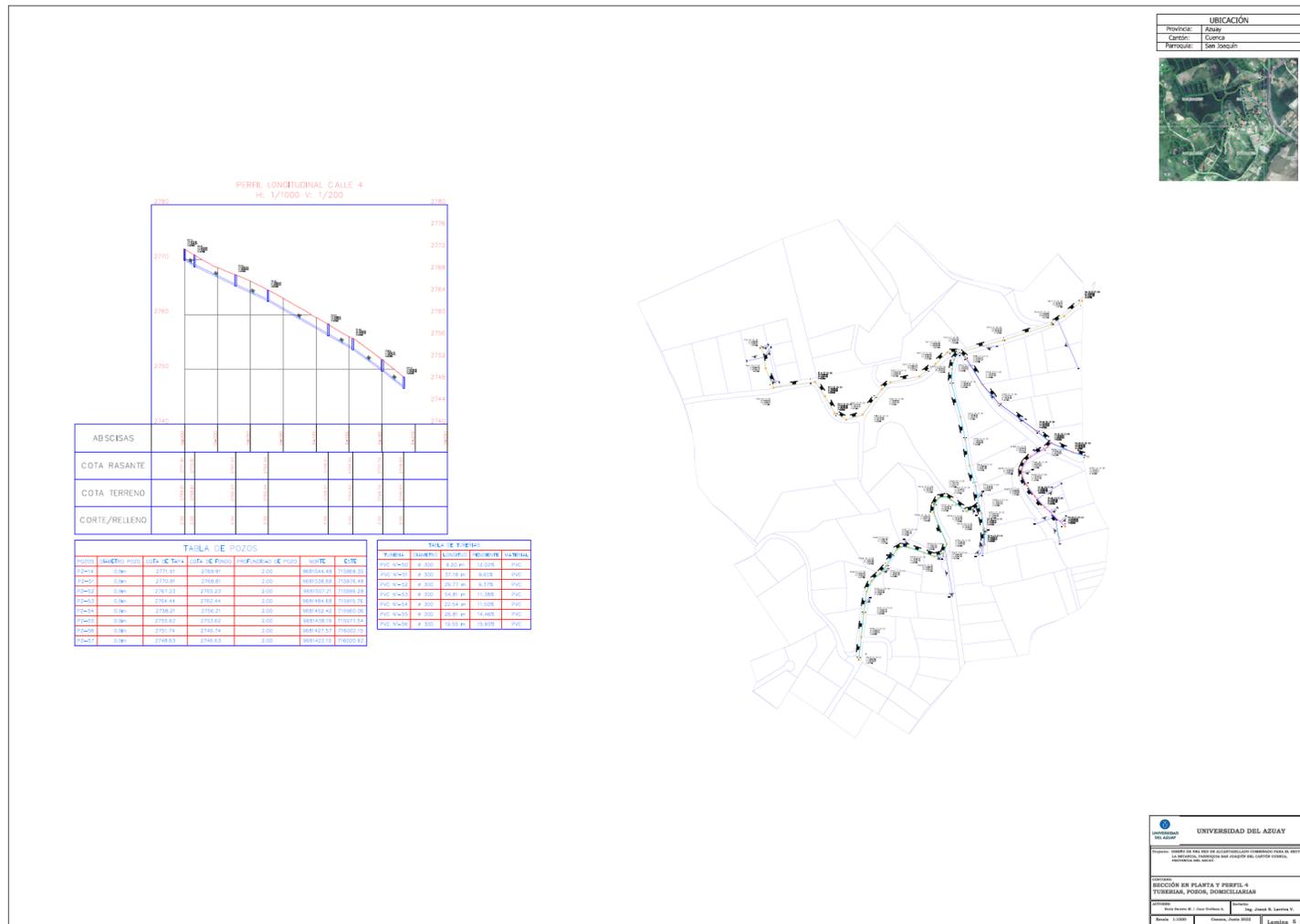
7.5. Anexo 5: Plano ubicación geográfica



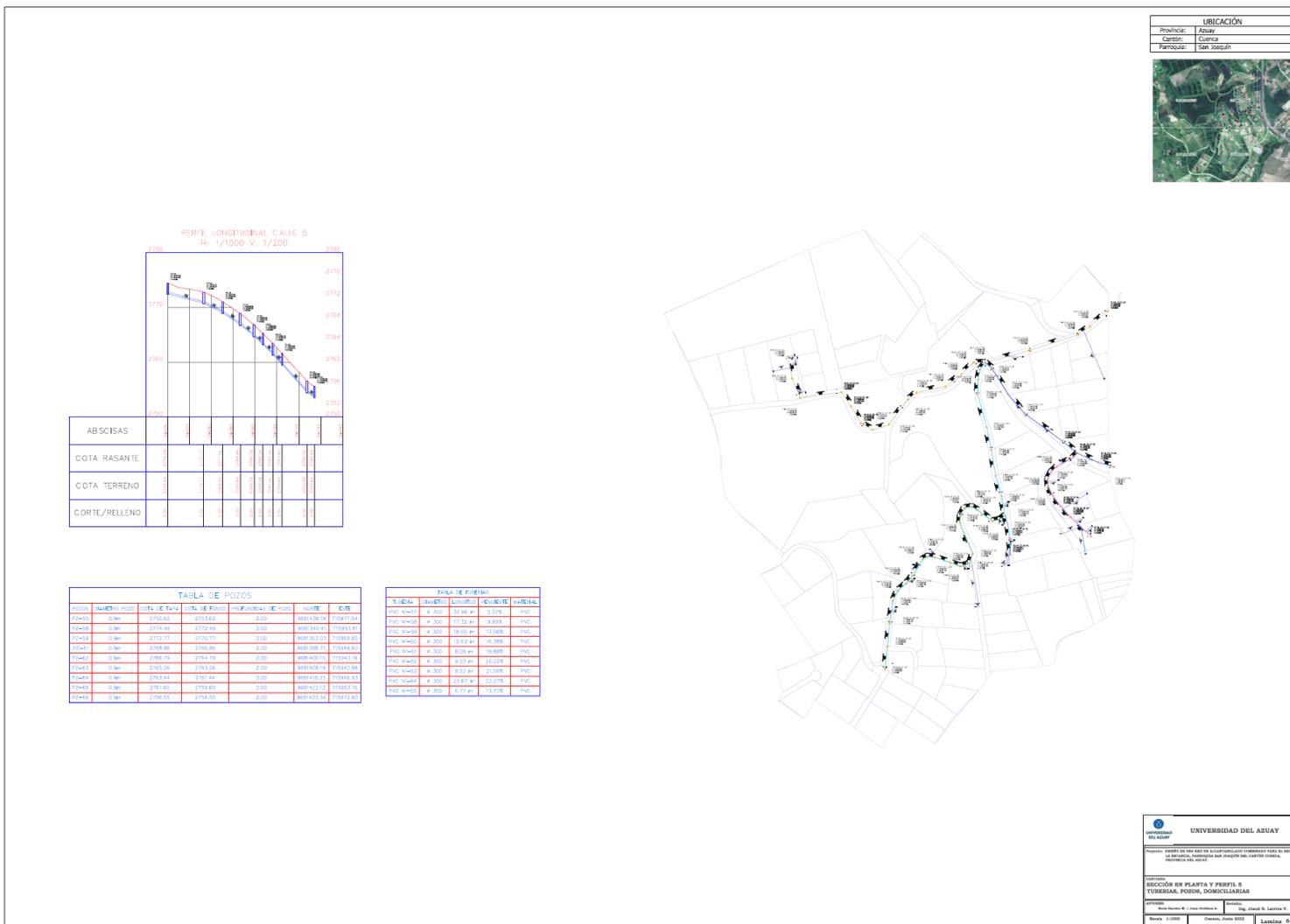
7.7. Anexo 7: Plano planta y perfil de alcantarillado 2



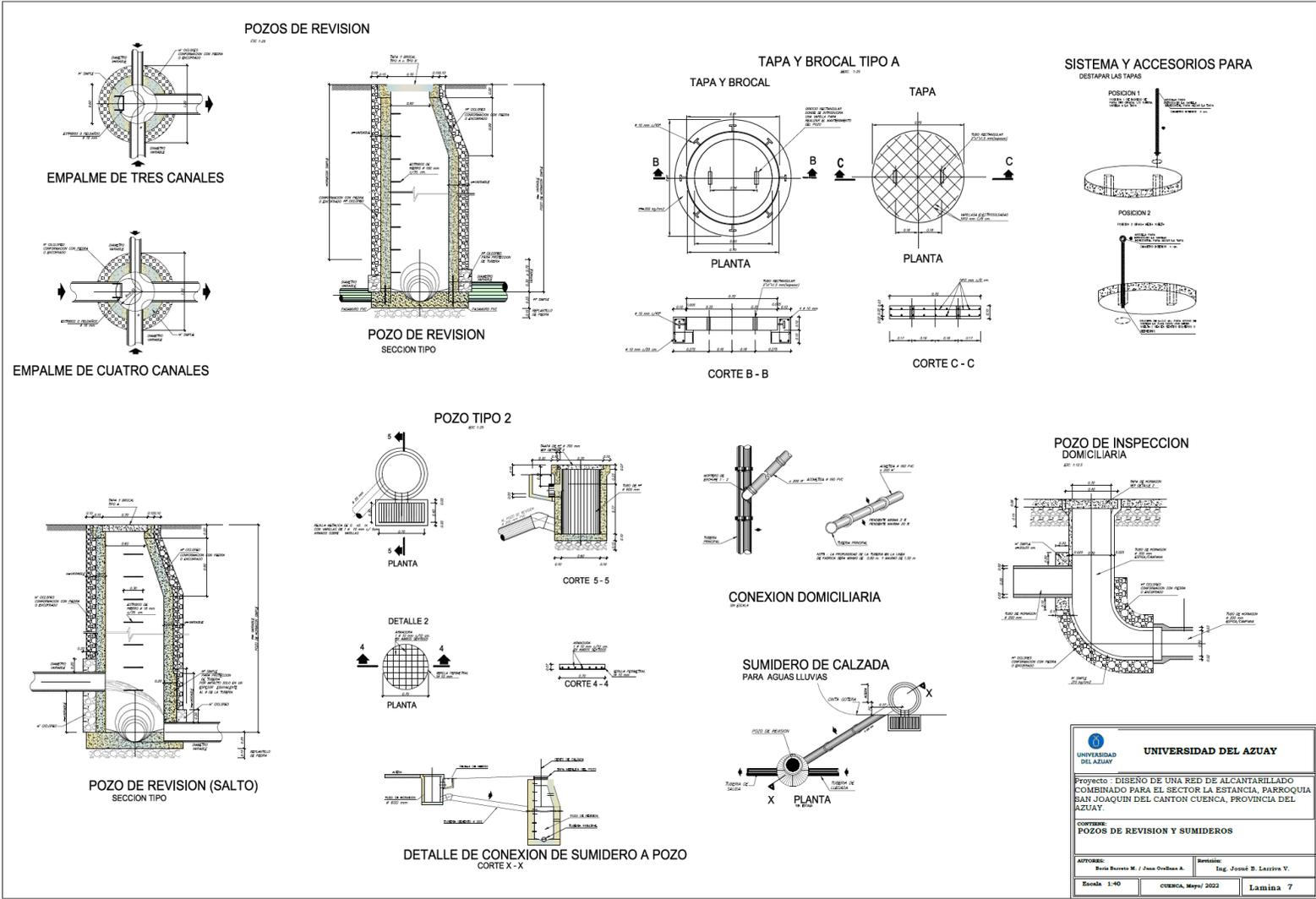
7.9.Anexo 9: Plano planta y perfil de alcantarillado 4



7.10. Anexo 10: Plano planta y perfil de alcantarillado 5



7.11. Anexo 11: Plano de detalles constructivos



 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
Proyecto : DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR LA ESTANCIA, PARROQUIA SAN JOAQUIN DEL CANTON CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY.	
CONTIENE: POZOS DE REVISION Y SUMIDEROS	
AUTORES: Boris Barreto M. / Juan Orellana R.	Revisión: Ing. Josué B. Latorre V.
Escala: 1:40	CUENCA, Mayo/ 2022
	Lamina 7

7.12. Anexo 12: Presupuesto

		UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PROYECTO:		Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay.				
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		RUBROS PARA OBRAS HIDROSANITARIAS				96.159,21
1.1		PRELIMINARES				568,79
1.1.1	522039	Replanteo mayor a 1 km	Km	1,37	165,19	226,30
1.1.2	580006	Nivelación de 1000 m a 5000 m	m	1.369,96	0,25	342,49
1,2		EXCAVACIONES MECANICAS				5.672,06
1.2.1	504019	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	1.366,49	3,29	4.495,74
1.2.2	504020	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	214,22	3,50	749,76
1.2.3	504022	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	33,00	4,63	152,79
1.2.4	504023	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material conglomerado, cuchara 40 cm	m3	50,33	5,44	273,77
1,3		EXCAVACIONES MANUALES				1.186,86
1.3.1	504006	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	68,32	12,73	869,77
1.3.2	504007	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	7,02	15,10	106,05
1.3.3	504009	Excavación manual, zanja 0-2 m, material conglomerado	m3	5,50	15,74	86,57
1.3.4	504010	Excavación manual, zanja 2-4 m, material conglomerado	m3	5,50	22,63	124,47
1,4		RELLENO DE ZANJAS				29.833,08
1.4.1	505008	Relleno compactado con material de sitio	m3	204,97	7,78	1.594,69
1.4.2	505009	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	1.073,70	26,30	28.238,39
1,5		REDES DE ALCANTARILLADO				58.898,43
1.5.6	515003	Tubería PVC para alcantarillado U/E D=200mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	58,80	12,32	724,42
1.5.7	515001	Tubería PVC para alcantarillado U/E D=300 mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	1.369,96	17,27	23.659,21
1.5.8	520003	Pozo de revision de h=0 a 2 m, Tapa y Brocal tipo B	u	46,00	328,99	15.133,54
1.5.9	520004	Pozo de revision de h=0 a 3 m, Tapa y Brocal tipo B	u	8,00	442,64	3.541,12
1.5.10	515016	Caballete de PVC para alcantarillado, varias dimensiones	u	28,00	31,58	884,24
1.5.11	520013	Pozo till d=300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	28,00	44,32	1.240,96
1.5.12	523001	Entibado discontinuo	m2	347,24	10,34	3.590,49
1.5.13	506001	Cargado de material manual, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	43,17	7,18	309,99
1.5.14	506003	Cargado de material con cargadora, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	1.540,80	2,60	4.006,08
1.5.15	506002	Cargado de material con minicargadora, incluye pago en escombrera (medido en banco)	m3	166,40	2,77	460,94
1.5.16	500016	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	962,71	2,46	2.368,26
1.5.17	506004	Transporte de materiales (Distancia > 6 Km, medido en banco)	m3-km	787,67	0,26	204,79
1.5.18	522010	Catastro de alcantarillado aprobadas por ETAPA	m	1.369,96	2,00	2.739,92
1.5.19	503008	Demolición de estructuras de hormigón simple	m3	3,09	11,16	34,48
2		RUBROS PARA IMPACTOS AMBIENTALES				1.600,27
2.1.1	532002	Valla de advertencia de obras y desvío	u	2,00	22,66	45,32
2.1.2	532003	Señalización con cinta	m	1.506,96	0,23	346,60
2.1.3	532004	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	24,00	5,75	138,00
2.1.4	532005	Pasos peatonales de tabla	u	20,00	10,06	201,20
2.1.5	532006	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	547,98	0,29	158,92
2.1.7	532013	Suministro e instalación Letrero Vía Cerrada / señal vertical 0.75 x 1.20 x 1.8m	u	1,00	116,64	116,64
2.1.8	532009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	m	342,49	1,01	345,91
2.1.9	532016	Suministro e instalación Letrero Preventivo/señal vertical 0.75 x 0.75 x 1.80 m	u	1,00	101,04	101,04
2.1.10	532014	Suministro e instalación Letrero Preventivo/señal vertical 0.9 x 1.50 x 1.80 m	u	1,00	146,64	146,64
SUBTOTAL						97.759,48
IVA						11.731,14
TOTAL						109.490,62
Son:	<i>CIENTO NUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA CON 62/100 DÓLARES</i>					

