

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Diseño Hidrosanitario del Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Andrés Javier Játiva Guzmán

Miguel Araque, Ing., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Civil

Quito, mayo de 2014

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio Ciencias e Ingeniería**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Diseño Hidrosanitario del Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Andrés Javier Játiva Guzmán

Miguel Araque Arellano, Ingeniero Civil
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Fernando Romo, Msc.
Director de la Carrera y
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.

144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Andrés Javier Játiva Guzmán

C. I.: 1716468010

Fecha: Quito, mayo de 2014

DEDICATORIA

Dedico esta meta a mis padres y abuelos, porque su gran esfuerzo y entrega por su familia son la base de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sobretodo a Dios por darme siempre la fortaleza y alegría para cumplir todas sus metas. A mis padres Nancy y Fernando, porque su amor es pilar y base de todo los logros que se cumplen en la familia. A mi hermano Fernando que además de amigo ha sido el mejor maestro que he tenido en la vida, y a mi hermana Carolina por lo afortunado que me hace sentir al saberme apoyado en todo.

RESUMEN

En los últimos 30 años, la familia Baquero Bueno han sido dueños de un terreno en la parroquia Alangasí, barrio La Concepción y es su deseo que el mismo sea una posesión productiva. La familia Baquero está buscando propuestas que mejoren la plusvalía del terreno pero que se ajusten a un presupuesto dado. El terreno tiene una extensión de 30,53 hectáreas útiles y se ha planteado la posibilidad de desarrollar un Conjunto Habitacional para familias de ciudad que buscan pasar unos días en la zona rural.

El proyecto pretende incorporar los servicios básicos de agua potable y alcantarillado para así ofrecerlo al público en general. Sin embargo, estudios iniciales de factibilidad concluyeron que el presupuesto original no se ajusta para realizar este proyecto habitacional en su totalidad. Por ello el proyecto final incluirá un Conjunto Habitacional de 21,13 hectáreas, mientras que el resto del terreno se lo destinará a sembríos de Maíz y Alfalfa.

El presente estudio comprende los trabajos de Lotización, Cálculos detallados para los Diseños de los Sistemas de Alcantarillado, Agua Potable y Riego, así como los planos que incluyen los resultados de dichos estudios. Adicionalmente se encuentra detallado un presupuesto para cada uno de los sistemas Diseñados así como las Especificaciones Técnicas para cada rubro. Finalmente, se realizó el Estudio del Impacto Ambiental que producirán las diferentes obras.

Todos los sistemas descritos fueron diseñados con los criterios que proporcionan las ciencias de la Hidrología y la Hidráulica así como normas nacionales que rigen este tipo de obras civiles.

ABSTRACT

During the last 30 years, the family Baquero Bueno have been land owners in the parish Alangasí, district La Cocepción and is they wish to develop this ownership. Baquero family is seeking proposals that will improve the market value of their property following a given budget. The land has an area of 30.53 hectares and an initial proposal evaluates de feasibility to develop a housing complex for families looking to spend a few days in the countryside.

The project aims to incorporate water and sewerage services prior to be offered to the general public. However, initial feasibility studies concluded that the original budget doesn't adjust to achieve a complete house development. For this reason the final project scope will include a housing complex of 21,13 hectares, while the other section of the land will be used for crops of corn and lucerne.

The present study includes the land and house development analysis, detailed calculations for the design of a sewage, water network and irrigation system, as well as detailed blueprints and drawings which include the results of the given studies. Additionally, a detailed budget is shown for each of the designed systems as well as technical specifications. Finally, an Environmental Sensitivity Analysis is realized to evaluate the impact of the ejection of the project.

All the described systems were designed following the criteria that give the science of Hydrology and Hydraulic, as well the national standards that control this kind of civil works.

Tabla de contenido

Capítulo 1: Generalidades	13
1.1 Introducción	13
1.2 Generalidades	14
1.3 Objetivo y Alcance	14
1.3.1 Objetivo	14
1.3.2 Alcance.....	14
1.4 Área de Influencia del Proyecto.....	15
1.5 Descripción del Terreno.....	15
1.6 Clima.....	16
1.7 Situación Geográfica	17
1.8 Servicios Básicos e Infraestructura.....	17
1.9 Metodología para los diferentes Sistemas Hidrosanitarios	17
CAPITULO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES....	19
2.1 Especificaciones Técnicas de la Construcción	19
2.1.1 Replanteo y Nivelación	19
2.1.2 Desbroce y Limpieza.....	20
2.1.3 Excavaciones	22
2.1.4 Rasanteo de Zanja	29
2.1.5 Rellenos	29
2.1.6 Pozos de Revisión.....	35
2.1.7 Pruebas de Funcionamiento	37
2.1.8 Cercos y Tapas de Pozos	39
2.1.9 Instalación de Tubería Plástica PVC de Alcantarillado	40
2.2 Especificaciones Técnicas para el sistema de Agua Potable.....	48
2.2.1 Instalación Accesorios PVC Tubería Alcantarillado	48
2.2.2 Tuberías de Presión de Cloruro de Polivinilo PVC	49
CAPÍTULO 3: PARÁMETROS DE DISEÑO Y CÁLCULOS	60
3.1 Sistema de Alcantarillado	60
3.1.1 Objetivo y Alcance.....	60
3.1.2 Disposiciones Generales.....	60

3.1.3 Disposiciones Específicas.....	60
3.1.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño	61
3.1.5 Bases de Diseño.....	62
3.2 SISTEMA DE AGUA POTABLE	74
3.2.1 Introducción	74
3.2.2 Periodo de Diseño	74
3.2.3 Población	75
3.2.4 Dotación	75
3.2.5 Variaciones de Consumo	76
3.2.6 Caudales de Diseño.....	76
3.2.7 Volumen de Almacenamiento.....	79
3.2.8 Volumen de la Cisterna	79
3.3 Diseño del Sistema de Riego.....	80
3.3.1 Riego de Maíz	80
3.3.2 Riego de Alfalfa.....	83
3.3.3 Sistema de Riego por Surcos.....	84
3.3.3 Necesidades Hídricas del Maíz	86
3.3.4 Necesidades Hídricas de la Alfalfa.....	86
3.3.5 Volumen del Reservorio	87
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	88
4.1 Sistema de Alcantarillado	91
4.2 Sistema de Agua Potable	102
4.3 Sistema de Riego.....	110
4.4 Presupuesto.....	118
4.4.1 Lotización Conjunto Habitacional Santa Cecilia	118
4.4.2 Sistema de Alcantarillado Conjunto Habitacional Santa Cecilia	118
4.4.3 Sistema de Agua Potable Conjunto Habitacional Santa Cecilia	119
4.4.4 Sistema de Riego Conjunto Habitacional Santa Cecilia	119
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	120
5.1 Características Físicas del Ambiente	120
5.2 Necesidades de evaluación	121

5.3 Bases de diseño.....	121
5.4 Metodología de evaluación	122
5.5 Factores Ambientales	122
5.6 Análisis del Sistema de Alcantarillado y Agua Potable.....	123
5.7 Impactos Ambientales en la etapa de Diseño.....	124
5.8 Impactos Ambientales en la etapa de Construcción	124
5.8.1 Impactos positivos.....	124
5.8.2 Impactos Negativos.....	125
5.9 Impactos Ambientales en la Etapa de operación y mantenimiento	125
5.10 Medidas de mitigación para Impactos Ambientales Negativos	126
5.11 Medidas de Mitigación en la Etapa de Operación y Mantenimiento.....	128
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
6.1 Conclusiones	130
6.2 Recomendaciones	130
BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos	133

Tablas

Tabla 1: vida útil de las partes componentes y equipos para un sistema de alcantarillado.....	57
Tabla 2: Cuadro de Resumen Cálculo de Caudales.....	64
Tabla 3: Caudales para cada tramo de Tubería del Sistema de Alcantarillado.....	64
Tabla 4: Dotación Media en relación a los valores de Población y Clima.....	70
Tabla 5: Necesidades de Riego del Maíz en cada etapa de Desarrollo.....	76
Tabla 6: Necesidades de Riego de la alfalfa por mes de Desarrollo.....	79
Tabla 7: Salarios Referenciales de Mano de Obra.....	84
Tabla 8: Componentes de los Costos Indirectos.....	85
Tabla 9: Presupuesto de la Lotización del Conjunto Habitacional Santa Cecilia.....	114
Tabla 10: Presupuesto del Sistema de Alcantarillado del Conjunto Habitacional Santa Cecilia.....	114
Tabla 11: Presupuesto del Sistema de Agua Potable del Conjunto Habitacional Santa Cecilia.....	115
Tabla 12: Presupuesto del Sistema de Riego del Conjunto Habitacional Santa Cecilia.....	115

Capítulo 1: Generalidades

1.1 Introducción

Los servicios básicos son una necesidad prioritaria de todas las comunidades, desde la antigüedad, y no se digan en la actualidad, dicho servicios se han convertido en una medida del desarrollo y prosperidad de las naciones. Si nos remitimos al plan del buen vivir vigente, nuestro gobierno prioriza este tipo de servicios y, por lo mismo, es nuestra obligación tanto de los entes gubernamentales como de los entes privados propender su adecuado y completo funcionamiento dentro de cualquier proyecto que implique estas necesidades.

Por ello, el fin de este trabajo es proporcionar un adecuado servicio de Alcantarillado y Agua Potable a un terreno de 42 hectáreas ubicado en la Parroquia Alangasí en el cantón de Quito, con la finalidad de que el terreno en estudio cumpla con los requisitos básicos necesario para la construcción de un conjunto habitacional llamado Santa Cecilia.

1.2 Generalidades

El terreno en donde se realiza el estudio está ubicado en el barrio la Concepción, Parroquia Alangasí, Provincia de Pichincha. El terreno en el cual se realiza el estudio tiene una extensión de 42 hectáreas y en su mayoría es llano. Este terreno pertenece por herencia a la familia Baquero Bueno y se encuentra en una zona urbana del barrio la Concepción.

1.3 Objetivo y Alcance

1.3.1 Objetivo

El objetivo del presente estudio es realizar un diseño Hidrosanitario que se ajuste a las condiciones económicas del cliente, topográficas del terreno y técnicas del sector. El Diseño Hidrosanitario se compone del sistema de Alcantarillado y Pluvial del conjunto habitacional Santa Cecilia el cual consta de aproximadamente 30 hectáreas. Consecutivamente, se realizará el diseño del Sistema de Agua potable correspondiente a dicho conjunto.

Adicionalmente, se presenta en este estudio el diseño del Sistema de Riego pertinente a la fracción de terreno que se va a destinar a agricultura. Esta porción de terreno consta de 9,20 hectáreas.

1.3.2 Alcance

Se aplicarán las normativas y pautas que rigen la construcción. De igual manera, se tomarán las medidas necesarias para minimizar al máximo el posible impacto

ambiental producido al llevar a cabo este proyecto. Se presentará un informe con las características técnicas para el desarrollo del presente proyecto. Adicionalmente, se presentarán un presupuesto para la realización del proyecto fundado en el Análisis de Precios Unitarios.

Finalmente, se analizarán los resultados para obtener conclusiones y recomendaciones en los criterios constructivos.

1.4 Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia consta de 42 hectáreas. Adicionalmente, al área de influencia se añaden los recursos naturales o municipales de donde se captará el agua y las respectivas zonas de descarga donde fluirá finalmente el alcantarillado.

1.5 Descripción del Terreno

El terreno presenta una topografía en su mayoría llana. Presenta una diferencia de altura de 54 metros entre su punto más bajo (2552 msnm) y su punto más alto (2606 msnm). Esto permitirá una efectiva evacuación de aguas a gravedad y una buena distribución del agua potable.

Adicionalmente, el terreno consta de 2 casas pequeñas de un piso y 3 establos que se encuentran abandonados. En las casas de un piso se encuentra actualmente viviendo una familia que se encarga del cuidado y vigilancia del terreno, además de tener un criadero de gallinas en la parte posterior de las casa.



Fotografías 1.1: Viviendas Habitadas en el terreno de estudio

1.6 Clima

Con una altura promedio de 2613 msnm el clima es frío a templado-húmedo. Su régimen pluviométrico se caracteriza por presentar lluvias abundantes en los meses de Febrero a Mayo.

1.7 Situación Geográfica

El barrio la Concepción pertenece a la Parroquia Alangasí, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Se encuentra ubicada al sur-este de Quito.

El barrio la Concepción es casi plana en la cual se encuentra una planificación urbana organizada con viviendas en su mayoría de hormigón armado.

1.8 Servicios Básicos e Infraestructura

El barrio la Concepción, donde se encuentra el terreno de estudio, dispone de todos los servicios básicos públicos, de los cuales nos interesa para el presente proyecto los siguientes:

- Servicio de energía eléctrica permanente.
- Servicio de agua potable 24 horas.
- Alcantarillado para la evacuación de aguas residuales y aguas lluvia.
- Carreteras de primer orden.

1.9 Metodología para los diferentes Sistemas Hidrosanitarios

Para llevar a cabo el presente proyecto se desarrollará los siguientes procedimientos:

1. Obtener el diseño catastral del proyecto.
2. Definir las cotas del proyecto
- 3 Datos iniciales de diseño
- 4 Base del Diseño
- 5 Diseño del Sistema de Agua Potable

6 Diseño del Sistema de Alcantarillado

7 Diseño Sistema de Riego

CAPITULO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

Las especificaciones técnicas son las Normas; Instrucciones, Requisitos y Característica que se requiere para poder elaborar una obra.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y riego se describirá a continuación todas las especificaciones necesarias para la realización de estas obras.

2.1 Especificaciones Técnicas de la Construcción

2.1.1 Replanteo y Nivelación

Definición

El replanteo es la demarcación en el terreno de puntos de control del proyecto, necesarios para realizar la obra.

Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como teodolito, estación total, nivel, cinta métrica, etc. y por personal técnico, capacitado y experimentado.

Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente; su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidades de trabajo, no debiendo ser menor de dos en la zona de tratamiento.

- Rubro: Replanteo y nivelación

- Unidad: Para áreas en hectáreas (Ha) y en longitudes en Kilómetros (Km).
- Medición y Pago: El replanteo y nivelación se lo pagará por Kilómetros en longitudes y en Hectáreas para áreas.

Forma de pago

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

2.1.2 Desbroce y Limpieza

Definición.

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra. En las zonas, indicadas en los planos o por el fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación, además de tocones y hojarascas. Además se incluye la remoción de la capa tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el fiscalizador, así como la disposición final de todo el material proveniente de la operación de desbroce y limpieza.

Este contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Especificaciones

El desbroce y limpieza se efectuará por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados satisfactorios. Por lo general, el desbroce y limpieza del terreno se lo realizará dentro de los límites de construcción.

Cuando se prevea la conservación de la capa vegetal en las áreas de siembra, se deberá almacenar éste material en sitios apropiados hasta su incorporación a la nueva obra.

El desbroce para zonas de cunetas, rectificaciones de canales o causes, se efectuarán hasta obtener la profundidad necesaria para efectuar la excavación correspondiente a estas superficies.

Todos estos trabajos deberán realizarse de forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.

Mientras no se concluya totalmente el desbroce y limpieza del terreno o de las áreas señaladas en dicho tramo, no se podrá proceder a la remoción de tierra. Todos los materiales no aprovechables provenientes del desbroce y limpieza, serán retirados y depositados en áreas escogidas por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador.

Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

- Rubro: Desbroce y Limpieza
- Unidad: Hectárea (Ha)
- Medición y Pago: Las cantidades a pagarse por el desbroce será el área en hectáreas.

Forma de pago

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto, o disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

2.1.3 Excavaciones

Definición

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar las tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

Especificaciones

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja

será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados; con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m., la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.00 m más del diámetro exterior del tubo.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm. de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm. de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural.

Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta de Constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno de la misma, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava,

piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, y a costo del contratista.

Cuando los bordes superiores de excavación de las zanjas estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

Excavación a mano en tierra

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm., y el 40% del volumen excavado.

Excavación a mano en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a mano en conglomerado y roca, el trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales, que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm. y 60 cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmento con un volumen mayor de 200 dm³, y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobreexcavará una altura conveniente y se colocará replantillo con material adecuado de conformidad con el criterio del Ingeniero Fiscalizador.

Excavación con presencia de agua (fango)

La realización de esta excavación en zanja, se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, siendo necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tablaestacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

Excavación a máquina en tierra

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

Excavación a máquina en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a máquina en conglomerado y roca, el trabajo de romper y desalojar con máquina fuera de la zanja los materiales mencionados.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente Granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm. y 60 cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 dm³ y, que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobreexcavará una altura conveniente y se colocará replantillo adecuado de conformidad con el criterio del Ingeniero Fiscalizador.

Excavación a máquina con presencia de agua (en fango)

La realización de excavación a máquina de zanjas, con presencia de agua, puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tablaestacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acoplados y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

Forma de pago

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, más no calculado por la altura total excavada.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima.

2.1.4 Rasanteo de Zanja

Definición

Se entiende por rasanteo de zanja a mano la excavación manual del fondo de la zanja para adecuar la estructura de tal manera que esta quede asentada sobre una superficie consistente.

Especificaciones

El arreglo del fondo de la zanja se realizara a mano, por lo menos en una profundidad de 10 cm, de tal manera que la estructura quede apoyada en forma adecuada, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto.

El rasanteo se realizara de acuerdo a lo especificado en los planos de construcción proporcionados por la Entidad Contratante.

Forma de pago

La unidad de medida de este rubro será el metro cuadrado y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato. Se medirá con una aproximación de 2 decimales.

2.1.5 Rellenos

Definición

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan

realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

Especificaciones

Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Los tubos o estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas.

El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras.

Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm. sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm. sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm. sobre la misma o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Cuando se utilice tabla estacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja, se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm. sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción del tablestacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa el tablestacado sea relleno completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes y aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación (90 % Proctor). En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación (85 % Proctor). La comprobación de la compactación se realizará mínimo cada 50 metros y nunca menos de 2 comprobaciones.

Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requiera un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20 cm.; la última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm. sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el Ingeniero

Fiscalizador. Los métodos de compactación difieren para material cohesivo y no cohesivo.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellenada y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo, terrocemento.

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terrocemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

Forma de pago

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre-excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

2.1.6 Pozos de Revisión

Definición

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza.

Especificaciones

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

No se permitirá que existan más de 160 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión, deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y

reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

a) Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las “medias cañas” mediante el empleo de cerchas.

b) Se colocaran tuberías cortadas a “media caña” al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose a cincel la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón.

Para la construcción con los diferentes materiales se sujetará a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16 mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20 cm y colocados a 40 cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando una saliente de 15 cm por 30 cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosivo.

- Rubro: Pozos de revisión H. S.

- Unidad: Unidad (U)

Medición y Pago

Las construcciones de pozos de revisión serán medidas en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

Las construcciones de los pozos de revisión serán liquidadas al Constructor de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

Pozos Revisión HS $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$, H= 0.80- 2.00 m.

Pozos Revisión HS $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$, H= 2.00- 4.00 m.

Pozos Revisión HS $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$, H=4.00-6.00 m.

Las escaleras de mano en los pozos de revisión se considerarán como parte integral de las estructuras y no tendrán pago aparente.

2.1.7 Pruebas de Funcionamiento

Definición

Para verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de alcantarillado previo a su recepción provisional o definitiva o a petición del fiscalizador, el contratista comprobará la impermeabilidad de la tubería y toda fuga o filtración significativa será reparada de inmediato.

Especificaciones

Para la verificación del sistema se realizará las comprobaciones siguientes:

- Verificación de cotas de fondo de los pozos de revisión mediante nivelación de los mismos.
- Alineación de los tramos de tubería entre pozo y pozo, verificando la correcta circulación de las aguas.
- Verificación de la limpieza total de los sistemas de alcantarillado, de material que pudiera haber quedado luego de la construcción.
- Verificación del correcto funcionamiento de todas las conexiones domiciliarias, comprobando que éstas no se encuentren taponadas impidiendo el libre flujo del agua.

La máxima filtración permisible de un litro en 24 horas por cada centímetro de diámetro y por cada metro de longitud de la tubería. Esta filtración se determinará llenando la tubería hasta una altura igual a la máxima capacidad de diseño, a nivel libre, durante 24 horas.

Medición y Pago

No se pagará valor adicional por esta prueba, al ser exigida, considerando que la compensación por el agua, los materiales y el trabajo necesario para la prueba está incluida en los precios contractuales para las obras de alcantarillado.

2.1.8 Cercos y Tapas de Pozos

Definición

Los cercos y tapas de pozos de revisión; pueden ser de hierro fundido u hormigón, en éste último caso deben ser diseñados y contruidos capaces de soportar el trabajo que van a realizar.

Si los cercos y tapas son de hierro fundido, se debe verificar que sean de fundición gris de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades ni otros defectos que interfieran con su uso normal.

Todas las piezas deberán ser limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas con una capa gruesa de pintura bituminosa uniforme, que dé en frío una consistencia tenaz y elástica.

Se utilizarán cercos y tapas de hierro fundido de forma circular en los pozos de revisión de acuerdo con los detalles constructivos especificados en los planos. En la mayoría de los casos éste tipo de accesorio es ofertado por el constructor y deberán verificarse el cumplimiento de las especificaciones requeridas, previa a su instalación.

El cerco y la tapa tendrán un sistema de sujeción mediante una cadena de hierro galvanizado de 6mm, y de 0.50m de largo soldado en un extremo con la pared lateral del sumidero y en el otro lado con un gozne tipo pata de cabra que servirá para empotrar en la pared del pozo.

Los cercos y tapas deben ser colocados perfectamente nivelados con respecto al pavimento y aceras, serán asentados con mortero de cemento-arena en proporción 1:3.

- Rubro: Cercos y Tapas de Pozos.
- Unidad: U

Medición y Pago

La medición de los nuevos marcos y tapas instalados será medido en unidad y liquidados por unidades.

2.1.9 Instalación de Tubería Plástica PVC de Alcantarillado

Definición

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Especificaciones

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

INEN 2059 segunda revisión "tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado"

Requisitos

El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN, tubería de pared estructurada, en

función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes y permitir optimizar el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes.

Instalación y prueba de la tubería plástica

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico. Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes:

Las tuberías de plástico de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Se limpian primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

Uniones de sello elastomérico:

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta del acople.

Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Se enchufa la tubería en el acople hasta más allá de la marca. Después se retira lentamente las tuberías hasta que la marca coincide con el extremo del acople.

Uniones con adhesivos especiales:

Deben ser los recomendados por el fabricante y garantizarán la durabilidad y buen comportamiento de la unión.

La instalación de la tubería de plástico, dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo.

Procedimiento de instalación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1,00m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,0 milímetros, de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará

de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena.

No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante:

a) Adecuación del fondo de la zanja.

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10cm en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

b) Juntas.

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- SEGUNDA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Prueba hidrostática accidental

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el ingeniero fiscalizador, reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

Prueba hidrostática sistemática

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental.

Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el contratista colocará una bomba

para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

Forma De Pago

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización.

Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

2.2 Especificaciones Técnicas para el sistema de Agua Potable

2.2.1 Instalación Accesorios PVC Tubería Alcantarillado

Definición

Se refiere a la instalación de los accesorios de PVC para tuberías de alcantarillado, los mismos que se denominan sillas, silletas, monturas o galápagos. Las silletas son aquellos accesorios que sirven para realizar la conexión de la tubería domiciliaria con la tubería matriz.

Especificaciones

Las sillas a utilizar deberán cumplir con las siguientes normas:

INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN "tubos de PVC rígido de pared estructurada interior lisa y accesorios para alcantarillado"

La curvatura de la silleta dependerá del diámetro y posición de la tubería domiciliaria y de la matriz colectora de recepción. El pegado entre las dos superficies se

efectuará con cemento solvente, y, de ser el caso, se empleará adhesivo plástico. La conexión entre la tubería principal de la calle y el ramal domiciliario se ejecutará por medio de los acoples, de acuerdo con las recomendaciones constructivas que consten en el plano de detalles.

La inclinación de los accesorios entre 45° y 90° dependerá de la profundidad a la que esté instalada la tubería.

Forma De Pago

Se medirá por unidad instalada, incluyendo el suministro. Las cantidades determinadas serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

2.2.2 Tuberías de Presión de Cloruro de Polivinilo PVC

El fabricante, tipo, clase y cantidades de tuberías y accesorios, previo a su adquisición por parte del Contratista, serán aprobados por la Fiscalización.

El costo de estos rubros incluirá el precio de fabricación, pruebas, embalajes, seguros, transporte externo e interno hasta el sitio de las obras, trámites de importación, costos de desaduanización, impuestos, mano de obra, equipos, instalación y en general todos los gastos que se requieran para su completa y correcta entrega e instalación en el proyecto.

Previo a la adquisición de las tuberías y accesorios el Contratista, pondrá a consideración de la Fiscalización el fabricante de los citados productos para su aprobación; para lo cual adjuntará la hoja de datos en la que conste información del

fabricante que demuestre su experiencia en el suministro de este tipo de bienes, así como los certificados que acrediten que los materiales a adquirirse cumplen con las especificaciones técnicas. No se aceptarán documentos que no sean originales o copias debidamente autenticadas por autoridad competente.

Una vez aprobado el proveedor por parte de la Fiscalización, el contratista presentará una garantía técnica del fabricante que acredite la buena calidad de la totalidad de los materiales a suministrarse. Esta garantía tendrá un período de validez de por lo menos un año o el período establecido para cada caso de así solicitarse.

2.2.5.1 Tubería de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entiende por tubos de presión, de PVC, los conductos de sección circular fabricados con los componentes que implican el referido material.

Especificaciones

Materiales

El material de la tubería estará constituido, primordialmente de policloruro de vinilo no plastificado, al cual se le podrá agregar aditivos que se requieren tanto para facilitar la fabricación del polímero, como para la producción de tubos y accesorios durables cuya superficie posea un acabado, resistencia mecánica y capacidad. Ninguno de estos aditivos se deberá usar por separado o juntos en cantidades suficientes como para constituir un tóxico, un riesgo organoléptico o microbiano, o

para alterar la fabricación o las propiedades de soldadura del producto, o de las propiedades químicas y físicas.

No se aceptará en la fabricación material reprocesado y, los tubos y accesorios se diseñaran para las características hidrodinámicas y, dimensiones determinadas dentro de las tolerancias permitidas; de tal manera que permitan su uso en el proyecto.

Normas de fabricación y servicio

- La tubería debe cumplir todos los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373: “Tubería plástica - tubería de PVC rígido para presión: Requisitos” o las normas equivalentes ISO 161-1, ISO 4065, ISO 3606.
- El número de tubos a probar (tamaño de la muestra) será determinado de conformidad a la Norma INEN 2016: “Tubería plástica de PVC Rígido - Muestreo).

Longitud de los tubos

El suministro de los tubos se hará en longitudes de 6m. Estas no incluyen la profundidad de cualquier

Tipo de unión

Para diámetros nominales iguales o superiores a 63 mm, la tubería será de unión tipo elastomérico, para diámetros inferiores, será de tipo roscado.

Marcas

Los tubos deberán ser marcados de tal forma que se reconozcan a cada metro cuando sean tubos con diámetros menores o iguales a 50mm., a 2 m. para diámetros comprendidos entre 63 mm y 160mm. Para diámetros mayores a 180 mm se marcarán cada 6m.

El rotulado deberá informar por lo menos una referencia a la norma aplicada, marca comercial, diámetro exterior y espesor nominal, el material de tubo y la presión nominal PN en bares.

Medición y pago

La tubería de Polivinilo (P.V.C.) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con el rubro Suministro e Instalación de tuberías de PVC según su tipo, clase y diámetro una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra.

Incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido.

2.2.5.2 Accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones uniones de reparación y similares que sirven para acoplar tramos de tubería y/o accesorios.

Especificaciones

Materiales

Se aplican las mismas especificaciones indicadas para el caso de las tuberías de PVC presión. Los accesorios serán de un solo cuerpo fabricado por inyección en molde. No se aceptaran accesorios armados con uniones con cemento solvente para ningún diámetro. Los extremos de los accesorios de PVC deben ser moldeados en fabrica con un canal en su interior, en los nudos se alojaran los cauchos o anillos elastomérico.

Normas de fabricación y servicio

- Los accesorios cumplirán los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373 (en lo relativo a diámetros y espesores) y en general a lo establecido en la Norma ISO 2045.

Medición y forma de pago

Serán cuantificados en unidades según su tipo, diámetro y presiones de trabajo, y su pago se efectuará una vez que se encuentren instalados y probados en obra.

2.2.5.3 Instalación de tuberías de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entenderá por instalación de tuberías de PVC para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar dichas tuberías en las zanjas respectivas, en los lugares que señale el proyecto.

La instalación de tuberías de agua potable comprende su transporte hasta las obras o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreos locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería a la zanja; su instalación propiamente dicha; ya sea que se conecte con otros tramos de tubería ya instaladas o con piezas especiales o accesorios y, finalmente las pruebas de las tuberías ya instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

Especificaciones

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento.

Para el manipuleo de la tubería tanto en la carga como en la colocación en la zanja, se deben emplear equipos y herramientas adecuados.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra, previa la instalación deberá inspeccionar las tuberías y uniones para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

Cuando no sea posible que la tubería sea colocada, al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalada directamente, deberá almacenarse en los sitios que autorice el Ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes mediante tablas de 19 a 25mm, de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

El procedimiento a seguirse para la instalación es el que se describe a continuación:

1. Limpiar cuidadosamente el extremo del tubo y el interior del acople
2. Insertar el sello de caucho en la ranura del acople
3. Aplicar lubricante en el extremo del tubo hasta la marca tope y en el anillo del acople.

El lubricante a ser empleado durante el montaje debe ser el recomendado por los fabricantes y no debe tener efectos perjudiciales en los empaques o tubos (puede usarse jabón o grasa vegetal).

4. Insertar el extremo lubricado del tubo dentro del acople. Las tuberías deben estar perfectamente alineadas en ambos planos no se permitirá introducir la espiga en ángulo.

Para tuberías de diámetro superior a 250mm. Se deberá usar una acopladora mecánica. En caso de que sea necesario hacer cortes a la tubería, estos deben hacerse a escuadra o con sierra, eliminando los rebordes con una lima a fin de facilitar la unión de las piezas. Se debe quitar las rebabas y alisar la espiga si es necesario. El bisel de la espiga debe ser a 15° con el eje del tubo y la longitud de entrada debe estar marcada claramente. La unión y el sello de caucho deben estar completamente limpios. El sello debe estar bien sentado en el canal.

No se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente (válvulas, codos, tees y piezas especiales).

Para la instalación de tuberías se deberá utilizar tramos mayores o iguales a 1m. de longitud.

Cuando se presente interrupciones en el trabajo, o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

Prueba de estanqueidad

Una vez terminada la instalación de la tubería, previamente la realización de las pruebas, se construirán los anclajes pertinentes, dejándose al descubierto las uniones para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba.

La tubería instalada será probada a la presión hidrostática fijada para la clase de tubería de que se trate. La tubería se llenará lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en ella mediante válvulas de aire instaladas en los puntos más elevados del tramo que se esté probando.

Una vez que se haya escapado todo el aire contenido en la tubería, se procederá a cerrar las válvulas de aire y se aplicará la presión de prueba mediante una bomba adecuada para pruebas de este tipo, que se conectará a la tubería.

Alcanzada la presión de prueba, ésta se mantendrá continua durante 2 (dos) horas cuando menos; luego se revisará cada tubo, las uniones, válvulas y demás accesorios, a fin de localizar las posibles fugas; en caso existir, se deberá medir el volumen total que se fugue en cada tramo, el cual no deberá exceder de las fugas tolerables.

Sobre la base de una presión de prueba de 10 Atm. los valores de escape permitidos que se dan en la tabla, son aproximadamente iguales a 150 lts. en 24 horas, por kilómetro de tubería, por cada 2.5 cm. de diámetro de tubos de 4 m. de longitud. Para determinar la pérdida total de una línea de tubería dada, multiplíquese el número de uniones, por el diámetro expresado en múltiplos de 2.5 cm. (1 pulgada) y luego por el valor que aparece frente a la presión de prueba correspondiente.

Durante el tiempo que dure la prueba deberá mantenerse la presión manométrica de prueba prescrita. Preferiblemente en caso de que haya fuga se ajustarán nuevamente las uniones y conexiones para reducir al mínimo las fugas.

Las pruebas de la tubería deberán efectuarse con las válvulas abiertas en los circuitos abiertos o tramos a probar, usando tapones para cerrar los extremos de la tubería, las que deberán anclarse en forma efectiva provisionalmente.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra deberá dar constancia por escrito al Constructor de su aceptación a entera satisfacción de cada tramo de tubería que haya sido probado, detallando en forma pormenorizada el proceso y resultados de las pruebas efectuadas.

Los tubos, válvulas, piezas especiales y accesorios que resulten defectuosos de acuerdo con las pruebas efectuadas, serán reemplazados por el Constructor sin compensación adicional.

Medición y forma de pago

El pago de la instalación de la tubería de PVC, se realizará con los rubros Suministro e Instalación de tuberías y se a medirá en metros lineales: El costo considera

incluidos el suministro, la mano de obra y equipo para su instalación. Los costos por concepto de las pruebas de las tuberías estarán incluidos dentro de este rubro.

2.2.5.4 Instalación de accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entenderá por instalación de accesorios PVC para tuberías de agua potable, el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para colocar, según se indique en el proyecto, los accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

Especificaciones

Las uniones, tramos cortos y demás accesorios (codos, tees, tapones, reducciones, etc.) serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren.

Previamente a su instalación Fiscalización inspeccionará cada unidad para verificar que no hayan sufrido daños durante su transporte al sitio de montaje. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser reemplazadas a costo del Constructor.

Antes de su instalación, los accesorios deberán estar libres de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres. Los nudos

estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

Junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales se sujetarán a pruebas hidrostáticas según lo indicado para el caso de las tuberías.

Se deberá apoyar independiente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará éstos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización.

Medición y pago

Los costos estarán incluidos en los rubros Sum - Ins de accesorios PVC. Estos costos incluyen las pruebas.

CAPÍTULO 3: PARÁMETROS DE DISEÑO Y CÁLCULOS

3.1 Sistema de Alcantarillado

3.1.1 Objetivo y Alcance

El objetivo y alcance es disponer de una red de alcantarillado sanitario que contribuya al bienestar de la población; por ello se vuelve indispensable contar con una red en óptimas condiciones y en perfecto funcionamiento para formar bases de diseño y sus respectivas consideraciones hidráulicas de acuerdo a las indicaciones establecidas en lo inherente al cálculo del alcantarillado sanitario así como el tratamiento de aguas residuales.

3.1.2 Disposiciones Generales

En cuanto a la evacuación las aguas servidas, así como las bases de diseño entregadas por el Departamento de Agua Potable y Alcantarillado, la mejor opción es un Sistema de Alcantarillado Sanitario, para de esta forma evacuar las aguas hacia un conducto final, evitando la contaminación ambiental que se pudiera producir debido a las aguas negras.

3.1.3 Disposiciones Específicas

El trabajo de diseño se basa en las normas tradicionales para un sistema de alcantarillado sanitario, las que son INEN, Normas de las Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, del Ministerio de la Vivienda y Ambiente.

La tubería es de material de PVC, que es el material más idóneo en razón de su resistencia, peso, flexibilidad, transporte y colocación, que es una mejor opción que utilizar tuberías de hormigón.

Las tuberías tienen un diámetro mínimo de 200 mm para Alcantarillado Sanitario, lo que se válida para los aportes de aguas servidas de la población. En el trabajo de diseño se ha tenido en cuenta las velocidades mínimas de auto limpieza así como su velocidad máxima en cuánto al tubo lleno y tubo ligeramente lleno.

3.1.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño

Para éste proyecto se diseñó el sistema con tuberías de PVC. Se eligió este material debido a su mayor durabilidad y su resistencia a la corrosión. Adicionalmente, es seguro ante cambios climáticos y componentes químicos que se pueden encontrar en las agua residuales.

En el diseño del sistema se utilizó tubería de 250mm con una extensión de máximo 160 metros de longitud entre pozos de revisión, esto permite realizar mantenimiento eficiente al sistema cada vez que así se lo requiera.

Adicionalmente, se dividió el sistema en dos sub-redes de alcantarillado lo cual permite que la demanda existente sea llevada de manera eficiente al lugar de desecho en la parte más baja del terreno. Por ello, se ha tenido especial precaución en el diseño de que las dos redes no confluyan en ningún punto del sistema ya que esto haría que el flujo evacue en un lugar no deseado.

En el Anexo C se puede encontrar los detalles del diseño del Sistema de Alcantarillado. En este plano se denota claramente el área de aportación sobre la

cual está sometido cada tramo de tubería. Además, se denota el flujo que sigue la evacuación de las aguas residuales así como los diferentes pozos de revisión que componen el sistema.

Adicionalmente, los perfiles de flujo de cada tramo de tubería se encuentran Anexo F. Estos flujos fueron calculados mediante el software informático SewerCad y en estos se puede encontrar la cota de cada pozo de revisión, el largo de cada tramo de tubería, su diámetro y su pendiente.

3.1.5 Bases de Diseño

3.1.5.1 Periodo de Diseño

El período de diseño es el lapso de tiempo en que una determinada obra deberá funcionar favorablemente sin necesidad de una adecuación.

Este proyecto se fundamenta en un conjunto de parámetros:

- El tiempo estimado de vida útil de partes y equipos para un sistema de alcantarillado, son:¹

Tabla 1: vida útil de las partes componentes y equipos para un sistema de alcantarillado

COMPONENTES Y EQUIPOS	AÑOS
Obras de captación	25 a 50
Conducciones de PVC	20 a 30

¹ BURBANO GUILLERMO “Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”

Plantas de Tratamiento	20 a 30
Tuberías principales y secundarias de la red de distribución: PVC	20 a 30

- Dificultad o facilidad de aumentar nuevas estructuras.
- Incremento de la población, inherente al desarrollo comercial e industrial. Cuando se produce una tasa baja o promedio es posible optar por períodos de diseños máximos y para tasas altas diseños más pequeños o dividirlo en etapas.
- Capacidad económica nacional y local.

De acuerdo al estándar nacional es necesario espacios de diseño de 20 a 25 años en obras de fácil ampliación como: subcolectores, estaciones bombeo, tuberías laterales: y espacios de 50 años para obras de compleja ampliación como: captaciones de aguas superficiales, conducciones de gran envergadura, embalses y diques.

Las obras civiles que se emprendieran de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años.²

En ningún caso los sistemas de alcantarillado y agua potable que servirán a la comunidad, deberán diseñarse a un periodo inferior a 15 años

Por todo lo expuesto, para el diseño actual se asume un período de diseño de 25 años.

² Normas CPE INEN 5. Parte 9.2, Quinta Parte. Bases de Diseño. Disposiciones Específicas. Período de Diseño. 1997

3.1.5.2 Población

Datos: $P = 80 \text{ lotes} * 6 \text{ habitantes/lote}$

$$P = 480 \text{ habitantes}$$

A la población base se le aumentará un 10% para considerar el lote que se corresponde al área comunal.

$$P = 480 \text{ habitantes} * 1.10$$

$$P = 528 \text{ habitantes}$$

3.1.5.3 Densidad Poblacional

En lo que se refiere a la densidad poblacional consiste en la distribución del número de residentes a través del área de aportación.

Su fórmula se enuncia a continuación:

$$D_p = \frac{\text{Población}}{\text{Área}}$$

$$D_p = \frac{528 \text{ habitantes}}{21,13 \text{ Ha}}$$

$$D_p = 25 \text{ habitantes/Ha}$$

3.1.5.4 Áreas Tributarias

Al conjunto de superficies se le conoce como áreas tributarias, la que es el resultado de dividir el área original a ser estudiada.

Cuando se efectuó el estudio de zonificación y densidades se tuvo en cuenta los planos topográficos en el que se detalla las variables que pueden influir en el proyecto, siendo topográficos, demográficos y urbanísticos. Las áreas de aportación futura se tuvieron en cuenta en esta zonificación.

Los puntos de vista en la división del área total son:

Cuando el área es cuadrada, la superficie de drenaje para cada recorrido de tubería se alcanza trazando diagonales entre los pozos de exploración.

Cuando son rectangulares se procede a dividir el rectángulo en dos medios por los lados menores y luego se dibujan rectas diagonales a 45°, teniendo como línea base los lados menores para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje.

Esta división es válida cuando la topografía del terreno es en mayor medida plana.

3.1.5.5 Dotación

Es aquella que cubre solamente el consumo doméstico (comida, bebida y aseo).

Esta depende la ubicación geográfica de la comunidad, el clima y su cultura, etc.

Para cuantificar la dotación que será necesaria se comprueba el nivel de servicio al que responde el proyecto; para ello se tiene en cuenta que poblaciones menores es de 1000 habitantes.³

³ Normas CPE INEN 5. Parte 9.2. Quinta Parte. Bases de Diseño. Disposiciones Específicas. Niveles

Un sistema de alcantarillado domiciliario en clima frío tiene una dotación de 75 L/hab*día.⁴

3.1.5.6 Caudales de Diseños

Cuando se diseña un sistema de alcantarillado sanitario se deberán tomar en cuenta los caudales que se exponen a continuación.

3.1.5.7 Caudal de Aguas Servidas

3.1.5.7.1 Caudal Medio Final

Las plantas de tratamiento, el dimensionamiento de estaciones de bombeo y otras obras complementarias, sirven solo como referencia.

A continuación se detalla su formula

$$Q_{mf} = \frac{\text{Población Final} * \text{Dotación Final}}{86400 \text{ s/día}} * \text{Factor A}$$

La dotación es expresada en lt/hab*día.

En donde el factor A, es el coeficiente de retorno, que es el porcentaje de agua limpia consumida que se devuelve como agua negra.

El aumento y densidad de la población, el uso, demanda y consumo de agua es directamente proporcional a la afectación de la cantidad y las aguas servidas, a ello se suma la utilización en procesos industriales; si se utiliza las normas SSA, se

de Servicio.

⁴ Normas CPE INEN 5. Parte 9.2. Quinta Parte. Bases de Diseño. Disposiciones Específicas. Dotaciones.

constituye un aporte del 70% al 80% del consumo de agua al Sistema de Alcantarillado.

El Sistema de Alcantarillado Sanitario adoptó como variable A es decir el 80% del caudal que ingresa al Sistema de Recolección de Aguas Servidas.

3.1.5.7.2 Caudal Máximo Instantáneo Final

Se obtiene multiplicando el caudal medio diario final del período de diseño por el coeficiente de mayoración esto quiere decir que toma el aporte simultáneo que en otras palabras son descargas picos o máximas horarias de aguas negras, desde la infraestructura sanitaria (k).

$$Q_{\text{max inst.}} = Q_{\text{mf}} * K$$

El coeficiente de mayoración K, se obtiene por la siguiente enunciado, teniendo en cuenta las normas del SSA.

El coeficiente K, para caudales medios, varían entre 0,004 m³/s y 5,0 m³/s y es igual a:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

Simbología:

Q = Caudal medio diario de aguas servidas domésticas en m³/s

K = Relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario

Para la red y las estaciones de bombeo se utilizan este caudal máximo instantáneo.

En el caso del diseño de tuberías cuyo caudal es inferior a 4 lt/s el coeficiente K, puede ser tomado constante e igual a 4.

En consideración que el caudal medio es inferior a 4 lt/s el factor K, puede ser tomado constante e igual a 4 inferior a 4 lt/s, como indica el coeficiente K se adopta para este diseño constante e igual a 4.

3.1.5.7.3 Caudal de Infiltración

Las aguas que se infiltran se originan en el subsuelo y cuentan con caudales que rompen las tuberías por estar mal realizadas tubería con tubería, entre tuberías y pozo, en roturas y fisuras de tuberías debido principalmente a problemas de construcción en la etapa de los pozos.

3.1.5.7.4 Caudal Pluvial

El caudal Pluvial también se recogerá en el sistema de alcantarillado por lo que se procedió a calcularlo de la siguiente manera:

$$q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot m^3 \cdot 1000 \text{ lt}}{360 \cdot s \cdot m^3}$$

Simbología:

C = Coeficiente de Escorrentía (0,80)

I = Intensidad de lluvia en zona (25 mm/h)

A = Area de influencia en cada sección

$$q = \frac{0.80 \cdot 25 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \cdot A}{360} \cdot 1000$$

$$q = 55,55 \cdot A \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

3.1.5.7.5 Caudal Total

Es el caudal que es el resultante para el diseño del Sistema de Alcantarillado y es el producto de la suma de los caudales sanitario, de infiltración y pluvial.

$$Q_{total} = Q_{inst.final} + Q_{inf} + Q_{pluvial}$$

A continuación se presentan los cálculos pertinentes de los caudales calculados en cada tramo de tubería del Sistema de Alcantarillado:

Tabla 2: Cuadro de Resumen Cálculo de Caudales

Datos

Población	528	Habitantes
Area	21,13	Ha

Caudales de Diseño

Densidad	25	Habitantes/Ha
qmf	0,033	lt/s
qinfiltración	0,162	lt/s
q	0,195	lt/s

Tabla 3: Caudales para cada tramo de Tubería del Sistema de Alcantarillado

Primera red					
Pozo	Ha	q	q Sanitario	q Pluvial	q Tramo
MH01					
	1,66	0,195	0,32	92,21	92,53
MH02					
MH02					
	0,72	0,195	0,14	40,00	40,14
MH07					

MH05					
	0,30	0,195	0,06	16,67	16,73
MH06					
MH03					
	0,44	0,195	0,09	24,44	24,53
MH05					
MH04					
	0,78	0,195	0,15	43,33	43,48
MH05					
MH07					
	1,41	0,195	0,27	78,33	78,60
MH08					
MH07					
	0,64	0,195	0,12	35,55	35,67
MH11					
MH11					
	0,46	0,195	0,09	25,55	25,64
MH12					
MH10					
	0,4	0,195	0,08	22,22	22,30
MH11					
MH09					
	0,65	0,195	0,13	36,11	36,24
MH10					
MH10					
	0,59	0,195	0,11	32,77	32,88
MH13					
MH13					
	0,53	0,195	0,10	29,44	29,54
MH14					

MH13					
	0,6	0,195	0,12	33,33	33,45
MH16					
MH16					
	0,48	0,195	0,09	26,66	26,75
MH17					
MH16					
	0,25	0,195	0,05	13,89	13,94
MH19					
MH19					
	0,54	0,195	0,11	30,00	30,11
MH20					
MH19					
	0,52	0,195	0,10	28,89	28,99
MH22					
MH22					
	0,93	0,195	0,18	51,66	51,84
MH23					
MH22					
	0,56	0,195	0,11	31,11	31,22
MH25					
MH25					
	0,97	0,195	0,19	53,88	54,07
MH26					
MH25					
	0,55	0,195	0,11	30,55	30,66
MH28					

Segunda red					
Pozo	Ha	q	q Sanitario	q Pluvial	q Tramo

MH04					
	0,89	0,195	0,17	49,44	49,61
MH09					
MH29					
	0,76	0,195	0,15	42,22	42,37
MH09					
MH29					
	0,8	0,195	0,16	44,44	44,60
MH31					
MH30					
	0,43	0,195	0,08	23,89	23,97
MH31					
MH31					
	0,66	0,195	0,13	36,66	36,79
MH32					
MH09					
	0,64	0,195	0,12	35,55	35,67
MH32					
MH32					
	0,65	0,195	0,13	36,11	36,24
MH13					
MH32					
	0,71	0,195	0,14	35,44	35,58
MH15					
MH15					
	0,48	0,195	0,09	26,66	26,75
MH16					
MH15					
	0,1	0,195	0,02	5,56	5,58
MH18					
MH18					

	0,37	0,195	0,07	20,55	20,62
MH19					
MH18					
	0,25	0,195	0,05	13,89	13,94
MH21					
MH21					
	0,17	0,195	0,03	9,44	9,47
MH22					
MH21					
	0,21	0,195	0,04	11,66	11,70
MH24					
MH24					
	0,03	0,195	0,01	1,67	1,68
MH25					
MH24					
	0,13	0,195	0,03	6,72	6,75
MH27					

3.1.5.8 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado

Un Sistema de Alcantarillado cumple la función de conducir las aguas servidas desde los lotes de residencia de las personas hasta un afluyente final de descarga, en donde existe un menor impacto para el medio ambiente y la comunidad.

El programa SEWERCAD se utilizó en el cálculo del sistema de alcantarillado pluvial del Conjunto Habitacional Santa Cecilia; este programa se caracteriza por efectuar el análisis de carga para flujos sanitarios y pluviales.

Los datos que requiere este programa son los siguientes:

1.- Caudal Pluvial del área de aportación Q_p (l/s).

2.- Longitud del tramo L (m).

3.- Elevación del pozo de revisión EL (m).

3.2 SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.2.1 Introducción

El agua potable apta para consumo del ser humano consiste en agua que puede ser usada sin restricción. En otras palabras es el agua que cumple con normas de calidad calificada por estándares internacionales. El ser humano no puede vivir más allá de tres días sin beber el líquido vital para la vida, pero es escaso debido a la creciente población mundial.

3.2.2 Periodo de Diseño

Las normas internacionales indican tener periodos de diseño de 20 a 25 años; para subcolectores, tuberías laterales, estaciones de bombeo; y de 50 años para obras de compleja ampliación como captaciones de aguas superficiales, diques, conducciones de gran envergadura y embalses.

Los sistemas de agua potable y la disposición de residuos sólidos se diseñaran para un lapso de tiempo de 20 años⁵.

Un sistema de alcantarillado y agua potable no debe diseñarse nunca en un lapso de diseño inferior a 15 años.

⁵ Normas CPE INEN 5. Parte 9.2, Quinta Parte. Bases de Diseño. Disposiciones Específicas. Período de Diseño. 1997

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el diseño actual se ha adoptado un lapso de diseño de 25 años.

3.2.3 Población

El cálculo es el mismo que el efectuado para el Sistema de Alcantarillado; entonces para el Sistema de Agua Potable se tiene:

$$P = 528 \text{ habitantes}$$

3.2.4 Dotación

La dotación, consiste en la cantidad de agua que se le concede a cada persona y que incluye el consumo total que efectúa en un día medio anual, considerando los desperdicios de agua. Se expresa en litros. / habitante-día.

El estudio dotación es consecuencia de las necesidades de agua de una comunidad que es la que la demanda para el aseo personal, para la cocina, para aplacar la sed, para los baños, para el riego de los parques, para el usos de piletas y para los diferentes usos industriales y comerciales.

En estas circunstancias se rige a las normas nacionales que sugieren las siguientes dotaciones:⁶

Tabla 4: Dotación Media en relación a los valores de Población y Clima

POBLACIÓN (hab)	CLIMA	DOTACIÓN (lt/hab/día)	MEDIA
1000-10000	Frío	150-180	
	Templado	160-190	
	Cálido	170-200	

⁶ “BURBANO, G. ING (1993), Criterios Básicos de Diseño para Sistema de Agua Potable y Alcantarillado.”

10001-50000	Frío Templado Cálido	200-230 210-240 220-250
Más de 50000	Frío Templado Cálido	...>250

En relación a los valores de la población – de clima frío, se adoptó el valor de 150 lt/hab/día ya que el Conjunto Habitacional Santa Cecilia se ubica en este clima.

3.2.5 Variaciones de Consumo

Existe variabilidad en el consumo cada día de la semana y en cada hora, debido a ello un sistema de agua potable debe tener la capacidad de atender esta demanda de consumo.

3.2.6 Caudales de Diseño

Para el trabajo de diseño de un sistema de agua potable se emplean los siguientes parámetros de caudales.

3.2.6.1 Caudal Medio

Para el caudal medio se tiene la siguiente formula:

$$Q_m = P_f * D * \frac{(f + 1)}{86400}$$

Simbología:

Q_m = Caudal medio (l/s)

F = Factor de fugas

Pf = Población futura (número de habitantes que se espera tener al final del periodo de diseño).

Pf = 1120 hbts

D = 170 lt/habt/día

F= 0,00 (se considera un factor de fugas igual a cero, debido a que se utilizará tubería PVC)

$$Q_m = 528 * 150 * \frac{(1)}{86400}$$

$$Q_m = 0,92 \text{ lt/s}$$

3.2.6.2 Caudal Máximo Diario

En lo relativo al caudal consumido por la población en un determinado día de consumo en el año el valor del caudal máximo diario se alcanza a través de:

$$Q_{\text{max, diario}} = (1.3 \text{ a } 1.5)Q_m$$

El valor de 1.3 es para poblaciones grandes y,

El valor de 1.5 es para poblaciones pequeñas.

Por lo expuesto, se adopta un valor de 1.3.⁷

Simbología:

⁷ BURBANO, G. Ing., (1993), Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Pág. #21

$Q_{\text{max.dia}} = \text{Caudal máximo diario (l/s)}$

$Q_m = \text{Caudal medio diario}$

$Q_{\text{max.dia}} = (0,92 * 1.3) \text{ l/s}$

$Q_{\text{max.dia}} = 1,20 \text{ l/s}$

3.2.6.3 Caudal Máximo Diario

El caudal de agua que la población ha consumido durante la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. El caudal máximo horario se tiene a través de la siguiente formula:

$$Q_{\text{max, horario}} = (2 \text{ a } 2.3)Q_m$$

El valor de 2.0 es para poblaciones grandes y.

El valor de 2.3 es para poblaciones pequeñas,

Por lo tanto, se adopta un valor de 2.0.⁸

Simbología:

$Q_{\text{max.hor.}} = \text{Caudal máximo horario (l/s)}$

$Q_m = \text{Caudal medio diario}$

$Q_{\text{max.dia}} = (0,92 * 2.0) \text{ l/s}$

$Q_{\text{max.dia}} = 1,84 \text{ l/s}$

⁸ BURBANO, G. Ing., (1993), Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Pág. #21

3.2.7 Volumen de Almacenamiento

El almacenamiento de los tanques de reserva de agua potable cumple las siguientes actividades:

Compensa las variaciones de consumo que se originan en las redes de distribución en las horas de máxima exigencia.

Contribuye a disponer de un volumen de agua para enfrentar el fuego.

Ayuda a contar con un volumen de agua para usarlo en casos de desastres naturales no mayor a 6 horas.

Los tanques de reserva de agua ayudan a tener diseños económicos en los sistemas de distribución.

Volumen de almacenamiento

El tanque de reserva para el proyecto será del 30% del volumen usado en un día, se desprende entonces que el volumen de reserva se calcula con la siguiente formula:

$$V \text{ reserva} = 0.30 \times Q_m \text{ futuro}^9$$

$$V_{\text{reserva}} = 0.30 * (528 * 150)/1000$$

$$V_{\text{reserva}} = 23,76 \text{ m}^3$$

3.2.8 Volumen de la Cisterna

De esta manera, el volumen mínimo que debería tener la cisterna de agua es:

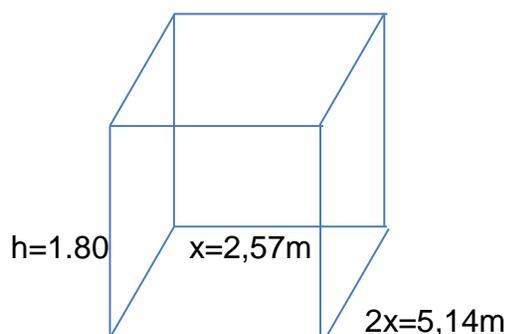
$$2x * x * 1,8 = 23,76\text{m}^3$$

⁹ BURBANO, G. Ing., (1993), Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Pág. #78 y Pág. #79

$$2x^2 = 13,20\text{m}$$

$$x = 2,57\text{m}$$

Por lo que la cisterna debería tener un ancho interno mínimo de 2,57 metros, un largo de 5,14 metros y una profundidad de 1,8 metros.



3.3 Diseño del Sistema de Riego

3.3.1 Riego de Maíz

3.3.1.1 Pluviometría

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenido de 40 a 65 cm.

3.3.1.2 Necesidades de Riego

Dentro de los cultivos, existen vegetales que requieren una mayor cantidad de agua para su desarrollo apropiado. Uno de estos es el maíz cuya exigencia en agua es bastante alta, con un orden de 5 mm por día aproximadamente. Para este vegetal, existen dos tipos de riego: por aspersión y a manta; sin embargo, el primero

mencionado tiene más acogida entre los agricultores por lo que es el más utilizado en la actualidad.

El grado de necesidad de agua en el ciclo de cultivo va variando de acuerdo a la etapa de crecimiento en la que se encuentre el maíz. Al iniciar el nacimiento de las plantas, no se requiere una cantidad muy grande de agua, pero sí que exista humedad constante en el suelo. Más tarde, en la etapa de crecimiento vegetativo, es en la que se necesita la mayor cantidad de agua por lo que se recomienda dar un riego de 10 a 15 días antes de la fase de floración. Esta última mencionada, corresponde a la etapa más crítica del crecimiento ya que de ella se deriva el cuajado y nivel de producción. Por lo tanto, es aconsejable realizar riegos que mantengan la humedad, pero que permitan una polinización eficiente. Finalmente, la última fase corresponde al engrosamiento y maduración del vegetal, para lo cual se debe procurar reducir la cantidad de agua que se le está aportando al vegetal.

En el siguiente recuadro se presentan las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado) ¹⁰.

Tabla 5: Necesidades de Riego del Maíz en cada etapa de Desarrollo

SEMANA	ESTADO	Nº RIEGOS	Lt/(s*Ha)
1	Siembra	5	0,25

¹⁰ INFOAGRO. El Cultivo de Maíz (1era parte). España, 2010

2	Nascencia	5	0,25
3	Desarrollo primario	5	0,28
4		5	0,30
5	Crecimiento	5	0,36
6		5	0,45
7		5	0,50
8	Floración	5	0,56
9	Polinización	5	0,60
10		5	0,63
11	Fecundación	5	0,61
12	Fecundacion del grano	5	0,56
13		5	0,53
14		5	0,47
15		5	0,47

3.3.2 Riego de Alfalfa

Así como el maíz, la alfalfa tiene un alto requerimiento de agua para poder desarrollarse de forma óptima en el entorno; sin embargo, debemos tener en cuenta siempre cuál es la cantidad de agua necesaria para evitar desperdiciarla con un exceso de riegos o, en su defecto, reducir la cantidad de riegos y no aportar suficiente de la misma, lo cual provocaría disminución en la producción. De ahí, la importancia de conocer el nivel necesario de agua en este cultivo.

La cantidad de agua que se administre, dependerá de tres factores principales que son: capacidad de retención del líquido en el suelo, el nivel de eficiencia del sistema de riego y profundidad de las raíces. Sin embargo, factores como el clima también afectan ya que se ha determinado que en invierno la necesidad de agua decrece mientras que el desperdicio del líquido se presenta en épocas donde se dan tasas elevadas de evaporación y las de crecimiento disminuyen.

3.3.2.1 Necesidades de Riego

El sistema de riego es importante porque ayuda a mantener la producción cuando se dan sequías, en las cuales la lluvia no abastece de humedad suficiente para poder producir eficientemente. De esta manera, brinda cierta seguridad durante estos períodos; además de que permite la producción de plantas como heno o pasto durante esta etapa.

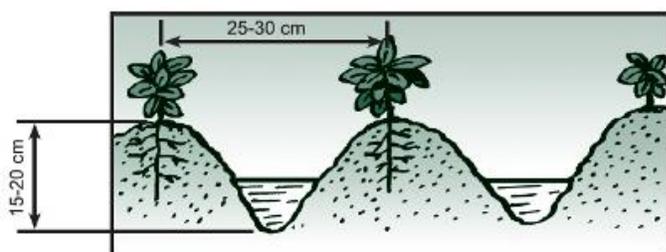
Tabla 6: Necesidades de Riego de la alfalfa por mes de Desarrollo¹¹

Nt lt/(s*Ha)	1ER MES	2DO MES	3ER MES	4TO MES	5TO MES	6TO MES
Alfalfa	0,43	0,57	0,68	0,77	0,65	0,59

3.3.3 Sistema de Riego por Surcos

Cuando el agua corre a través de surcos por toda la parcela se está frente a una zanja; esto permite que el agua llegue hasta las raíces de la planta introduciéndose hacia el fondo y hacia los lados del surco de riego. Esta es la forma más usual en la agricultura.

El trabajo de los surcos se hace en forma de V y tiene una profundidad de 15 – 20 centímetros y 25 a 30 centímetros de ancho en la parte de arriba y con un desnivel del 1% para que agua corra sin causar erosión y sin dificultad¹².



Debido al riesgo por los surcos el agricultor busca la estacionalidad de verano para sacar su producción porque ahí hay ausencia de agua para las plantas. Lo contrario

¹¹ GUTIERREZ, Iva. Necesidades de Agua y Modelo de Riego en la Alfalfa. Mexico, 2009.

¹² INFOAGRO. El Cultivo de Maíz (1era parte). España, 2010

sucede en el invierno que se constituye en una alternativa en periodos de ausencia de agua, como en algunas cosechas de que a veces se extiende más de la cuenta.

Beneficios:

Es un procedimiento sencillo que no requiere de cuantiosas inversiones, para la aplicación de agua en la parcela.

La siembra de las plantas se realiza sobre el camellón para impedir el roce con el agua disminuyendo así las enfermedades de las plantas.

Las otras labores de la parcela no se ven afectadas por el sistema de riego por surcos.

Existe un mayor desarrollo del sistema pedicular por estar removido el suelo.

El riesgo de que el suelo se erosione se debe a los surcos en curvas a nivel

Desventajas:

Las evaporizaciones son grandes por las pérdidas de agua.

No es posible utilizar en un tipo de suelo que es arenoso porque el agua se filtra muy rápido.

La demanda de mucho agua hace que el riesgo por surcos sea muy lenta.

El trazado de curvas por nivel eleva los costos de producción.

La erosión es fuerte cuando los surcos no quedan bien trazados lo que puede ocasionar fuertes daños.

3.3.3 Necesidades Hídricas del Maíz

Como se puede observar en la Tabla 5, el riego con más volumen durante las diferentes etapas de crecimiento del maíz es de $0,63 \frac{l}{s*Ha}$. Se prevé que es necesario regar este cultivo una vez cada 6 días durante 6 horas (21600 segundos), para que tenga un adecuado crecimiento. Considerando que las hectáreas asignadas al cultivo de maíz son 4,5Ha tenemos:

$$\begin{aligned} 0,63 \frac{lt}{s * Ha} * 4,5Ha &= 2,83 \frac{lt}{s} * 21600seg \\ &= 61236 lt \\ &= 61,2 \frac{m^3}{cada 6 días} \end{aligned}$$

3.3.4 Necesidades Hídricas de la Alfalfa

De manera similar, se puede observar en la Tabla 6, que el riego con más volumen durante las diferentes etapas de crecimiento de la alfalfa es de $0,77 \frac{l}{s*Ha}$. Se estima que es necesario regar este cultivo una vez cada 6 días durante 6 horas (21600 segundos), para que tenga un adecuado crecimiento. Considerando que las hectáreas asignadas al cultivo de alfalfa son 4,5Ha obtenemos:

$$\begin{aligned} 0,77 \frac{lt}{s * Ha} * 4,5Ha &= 3,465 \frac{lt}{s} * 21600seg \\ &= 74844 lt \\ &= 74,8 \frac{m^3}{cada 6 días} \end{aligned}$$

3.3.5 Volumen del Reservorio

Tomando el riego de la alfalfa como la situación más crítica, el volumen mínimo que debería tener el reservorio es:

$$x^2 * 1,5 = 74,8\text{m}^3$$

$$x = 7,06\text{m}$$

Lo que indica que las dimensiones del reservorio existente son suficientes ya que el mismo tiene 28,33 metros de largo m, 26,33 metros de ancho y 1,5 metros de profundidad.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El presupuesto de la obra se realizará mediante el método de Análisis de Precio Unitario. Para ello, se desarrolla cada rubro independientemente separándolos en costos directos e indirectos.

En costos directos a cada rubro lo dividimos en:

- Equipo
- Mano de Obra
- Materiales

Para calcular la mano de obra, se consultó en la revista de la Cámara de la Construcción de Quito los salarios referenciales de los diferentes obreros:

Tabla 7: Salarios Referenciales de Mano de Obra¹³

	Sueldo Unificado	Décimo Tercer	Décimo Cuarto	Aporte Patronal	Fondo Reserva	Total Anual	Jornal Real	Costo Horario
Peón	318,00	318,00	318,00	463,64	318,00	5233,64	22,27	2,78
Albañil	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Ayde Albañil	318,00	318,00	318,00	463,64	318,00	5233,64	22,27	2,78
Ayde de enconfrado	318,00	318,00	318,00	463,64	318,00	5233,64	22,27	2,78
Machetero	318,00	318,00	318,00	463,64	318,00	5233,64	22,27	2,78
Oper Liviano Equipo	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Fierrero	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Encofrador	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Plomero	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Cadenero	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Mampostero	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Enlucidor	322,32	322,32	318,00	469,94	322,32	5300,42	22,55	2,82
Maestro de Obra	337,08	337,08	318,00	491,46	337,08	5528,58	23,53	2,94
Maestro Plomero	327,54	327,54	318,00	477,55	327,54	5381,11	22,90	2,86
Maestro Soldador	346,62	346,62	318,00	505,37	346,62	5676,05	24,15	3,02
Topógrafo exp. 5 años	346,62	346,62	318,00	505,37	346,62	5676,05	24,15	3,02
Operador Motoniveladora	346,62	346,62	318,00	505,37	346,62	5676,05	24,15	3,02
Operador Excavadora	346,62	346,62	318,00	505,37	346,62	5676,05	24,15	3,02
Opererador Retroexcavadora	346,62	346,62	318,00	505,37	346,62	5676,05	24,15	3,02

¹³ Revista de la Cámara de Construcción de Quito, Octubre 2013.

Por otro lado, los costos indirectos se componen de:

Costos Dirección de Obra: Sueldo del Ingeniero Superintendente y Residente de obra.

Costos administrativos: Sueldo personal administrativo y de oficina.

Costos de Seguridad: Seguro de accidentes y sueldo guardianía.

Transporte: utilizado para movilización de personal o material de obra.

Costos Financieros: Dinero requerido para pago de intereses por préstamos, pago de pólizas, servicios públicos u otras necesidades de la obra.

Utilidad: Rentabilidad que otorga la construcción de la obra civil.

Tabla 8: Componentes de los Costos Indirectos

Componentes del Costo Indirecto	Porcentaje
Dirección de Obra	5%
Administrativos	2.5%
Seguridad	4%
Transporte	0.5%
Financieros	3%
Utilidad	10%
Total	25%

4.1 Sistema de Alcantarillado

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios de cada rubro para el sistema de alcantarillado.-

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	1
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m2
Rubro	Limpieza y Desbroce	Rendimiento (m2/h)	25
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	4,00	0,03	0,12	0,00	4,14
Total Equipo				0,00	

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,11	95,86
Total Mano de Obra				0,11	

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	0,12	100,00 %
Total Costos Indirectos	0,03	25 %
Precio Unitario Rubro	0,15	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial Urb. Santa Cecilia	Código	2
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Replanteo	Rendimiento (m/h)	50
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,30
Equipo Topografía	1,00	4,15	4,15	0,08	41,50
Total Equipo				0,08	41,80

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,06	30,20
Cadenero	1,00	2,78	2,78	0,06	27,80
Total Mano de Obra				0,12	58,00

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Estacas y piola	1	0,02	0,02	0,00	0,20
Total Materiales				0,00	

Total Costos Directos	0,20	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,05	25	%
Precio Unitario Rubro	0,25		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial Urb. Santa Cecilia	Código	2
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Replanteo y Nivelación de Zanjas	Rendimiento (m/h)	250
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,38
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,01	25,95
Total Equipo				0,01	26,33

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,01	38,23
Cadenero	1	2,78	2,78	0,01	35,19
Total Mano de Obra				0,02	73,42

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Estacas y piola	1	0,02	0,02	0,00	0,25
Total Materiales				0,00	

Total Costos Directos	0,03	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,01	25	%
Precio Unitario Rubro	0,04		

Análisis Precios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	3
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Instalación de Tuberías PVC	Rendimiento (m/h)	16
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	5,00	0,03	0,15	0,01	0,03
Total Equipo				0,01	0,03

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,09	0,28
Peón	5	2,78	13,9	0,87	2,69
Plomero	1	2,82	2,82	0,18	0,55
Residente	0,5	3,9	1,95	0,12	0,38
Total Mano de Obra				1,26	3,90

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,01	5,64	0,06	0,17
Tubo PVC	m	1	30,87	30,87	95,66
Lubricante	lt	0,25	0,30	0,08	0,23
Total Materiales				31,00	

Total Costos Directos	32,27	100,00 %
Total Costos Indirectos	8,07	25 %
Precio Unitario Rubro	40,34	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	4
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	U
Rubro	Instalación pozo de revisión	Rendimiento (U/h)	0,1
Especificaciones	Dint =1.20 m H.S=210 Kg/cm2	Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	8,00	0,03	0,24	2,40	0,76
Cocretera 1 saco	1,00	1,02	1,02	10,20	3,21
Vibrador	1,00	0,81	0,81	8,10	2,55
Total Equipo				20,70	6,51

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	14,70	4,63
Peón	3	2,78	8,34	83,40	26,24
Albañil	1	2,82	2,82	28,20	8,87
Residente	0,5	3,9	1,95	19,50	6,14
Total Mano de Obra				145,80	45,88

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena lavada de río	m3	0,24	13	3,12	0,98
Cemento tipo I	Kg	150	0,15	22,50	7,08
Ripio	m3	0,34	0,30	0,10	0,03
Tapa pozo D=600 mm	Unidad	1	77,97	77,97	24,53
Estribos de Pozo	Unidad	12	1,91	22,92	7,21
Cerco de hierro fundido D=6	Unidad	1	24,69	24,69	7,77
Total Materiales				151,30	

Total Costos Directos	317,80	100,00 %
Total Costos Indirectos	79,45	25 %
Precio Unitario Rubro	397,25	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	5
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Excavación de zanja a máquina	Rendimiento (m3/h)	20
Especificaciones	h= 0.00 - 3.00 m	Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	2,00	0,03	0,06	0,00	0,46
Retroexcavadora (incluye o	1,00	9,33	9,33	0,47	70,98
Total Equipo				0,47	71,43

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,14	21,15
Residente	0,25	3,9	0,975	0,05	7,42
Total Mano de Obra				0,19	28,57

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	0,66	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,16	25	%
Precio Unitario Rubro	0,82		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	6
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Encamado de tuberías con material fino	Rendimiento (m3/h)	5
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	3,00	0,03	0,09	0,02	0,19
Zaranda 2 Pisos	2,00	15,02	30,04	6,01	62,28
Total Equipo				6,03	62,47

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,56	5,76
Albañil	1	2,82	2,82	0,56	5,85
Total Mano de Obra				1,12	11,61

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,5	5,64	2,50	25,92
Total Materiales				2,50	

Total Costos Directos	9,65	100,00	%
Total Costos Indirectos	2,41	25	%
Precio Unitario Rubro	12,06		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	7
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Relleno y compactado	Rendimiento (m3/h)	18
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	6,00	0,03	0,18	0,01	0,40
Retroexcavadora (incluye o	1,00	28,00	28,00	1,56	62,51
Plancha Vibropisonadora a g	1,00	3,05	3,05	0,17	6,81
Total Equipo				1,74	69,72

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	4	2,78	11,12	0,62	24,82
Residente	0,25	3,9	0,98	0,05	2,18
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,08	3,28
Total Mano de Obra				0,75	30,28

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	2,49	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,62	25	%
Precio Unitario Rubro	3,11		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	9
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m2
Rubro	Rasanteo de zanjas a mano	Rendimiento (m2/h)	8
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,31
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,26	20,85
Total Equipo				0,26	21,16

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,38	30,72
Peón	1,00	2,78	2,78	0,35	28,28
Residente	0,5	3,9	1,95	0,24	19,84
Total Mano de Obra				0,97	78,84

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	1,23	100,00 %
Total Costos Indirectos	0,31	25 %
Precio Unitario Rubro	1,54	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	12
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	Kg
Rubro	Acero de refuerzo fy 4200 Kg/cm ²	Rendimiento (Kg/h)	50
Especificaciones		Fecha	04/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,04
Cortadora dobladora de hie	1,00	1,31	1,31	0,03	1,68
Total Equipo				0,03	1,72

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peon	2,00	2,78	5,56	0,11	7,14
Albañil	1	2,82	2,82	0,06	3,62
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,0294	1,89
Total Mano de Obra				0,20	12,64

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Acero de refuerzo fy 4200 K	Kg	1	1,21	1,21	77,65
Alambre galvanizado N18	Kg	0,05	2,49	0,12	7,99
Total Materiales				1,33	85,64

Total Costos Directos	1,56	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,39	25	%
Precio Unitario Rubro	1,95		

4.2 Sistema de Agua Potable

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios de cada rubro para el sistema de agua potable.-

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial Urb. Santa Cecilia	Código	2
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Replanteo y Nivelación de Zanjas	Rendimiento (m/h)	250
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,38
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,01	25,95
Total Equipo				0,01	26,33

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,01	38,23
Cadenero	1	2,78	2,78	0,01	35,19
Total Mano de Obra				0,02	73,42

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Estacas y piola	1	0,02	0,02	0,00	0,25
Total Materiales				0,00	

Total Costos Directos	0,03	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,01	25	%
Precio Unitario Rubro	0,04		

Análisis Precios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Sistema de Distribución de Agua Potable	Código	18
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Exc. De zanjas a mano 0-2m	Rendimiento (m3/h)	2
Especificaciones		Fecha	04/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	4,00	0,03	0,12	0,06	1,41
Total Equipo				0,06	1,41

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peon	2,00	2,78	5,56	2,78	65,41
Albañil	1	2,82	2,82	1,41	33,18
Total Mano de Obra				4,19	98,59

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	4,25	100,00	%
Total Costos Indirectos	1,06	25	%
Precio Unitario Rubro	5,31		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	14
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Instalación tuberías PVC 100 mm	Rendimiento (m/h)	14
Especificaciones		Fecha	04/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	4,00	0,03	0,12	0,01	0,04
Total Equipo				0,01	0,04

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peon	4,00	2,78	11,12	0,79	4,06
Residente	0,50	3,9	1,95	0,14	0,71
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,11	0,54
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,20	1,03
Total Mano de Obra				1,24	6,34

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,01	5,64	0,06	0,17
Tubo PVC 100mm	m	1	18,19	18,19	93,01
Lubricante	lt	0,25	0,25	0,06	0,32
Total Materiales				18,30	93,50

Total Costos Directos	19,55	99,89	%
Total Costos Indirectos	4,89	25	%
Precio Unitario Rubro	24,44		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	6
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Encamado de tuberías con material fino	Rendimiento (m3/h)	5
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	3,00	0,03	0,09	0,02	0,19
Zaranda 2 Pisos	2,00	15,02	30,04	6,01	62,28
Total Equipo				6,03	62,47

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,56	5,76
Albañil	1	2,82	2,82	0,56	5,85
Total Mano de Obra				1,12	11,61

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,5	5,64	2,50	25,92
Total Materiales				2,50	

Total Costos Directos	9,65	100,00	%
Total Costos Indirectos	2,41	25	%
Precio Unitario Rubro	12,06		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	7
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Relleno y compactado	Rendimiento (m3/h)	18
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	6,00	0,03	0,18	0,01	0,40
Retroexcavadora (incluye o	1,00	28,00	28,00	1,56	62,51
Plancha Vibropisonadora a g	1,00	3,05	3,05	0,17	6,81
Total Equipo				1,74	69,72

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	4	2,78	11,12	0,62	24,82
Residente	0,25	3,9	0,98	0,05	2,18
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,08	3,28
Total Mano de Obra				0,75	30,28

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	2,49	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,62	25	%
Precio Unitario Rubro	3,11		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	9
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m2
Rubro	Rasanteo de zanjas a mano	Rendimiento (m2/h)	8
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,31
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,26	20,85
Total Equipo				0,26	21,16

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,38	30,72
Peón	1,00	2,78	2,78	0,35	28,28
Residente	0,5	3,9	1,95	0,24	19,84
Total Mano de Obra				0,97	78,84

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	1,23	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,31	25	%
Precio Unitario Rubro	1,54		

Análisis Precios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Sistema de Distribución de Agua Potable	Código	21
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Hormigón f'c 210 Kg/cm2	Rendimiento (m3/h)	1,25
Especificaciones		Fecha	04/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	8,00	0,03	0,24	0,19	0,24
Concreteira 1 saco	1,00	3,05	3,05	2,44	3,07
Vibrador	1	2,42	2,42	1,94	2,44
Total Equipo				4,57	3,31

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peon	6,00	2,78	16,68	13,34	16,80
Albañil	2	2,82	5,64	4,51	5,68
Maestro de Obra	1,00	2,94	2,94	2,352	2,96
Total Mano de Obra				20,21	25,44

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
H.S. f'c 210 Kg/cm2	m3	1	54,66	54,66	68,81
Total Materiales				54,66	68,81

Total Costos Directos	79,44	100,00	%
Total Costos Indirectos	19,86	25	%
Precio Unitario Rubro	99,30		

4.3 Sistema de Riego

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios de cada rubro para el sistema de riego.-

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	1
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m2
Rubro	Limpieza y Desbroce	Rendimiento (m2/h)	25
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	4,00	0,03	0,12	0,00	4,14
Total Equipo				0,00	

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,11	95,86
Total Mano de Obra				0,11	

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	0,12	100,00 %
Total Costos Indirectos	0,03	25 %
Precio Unitario Rubro	0,15	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial Urb. Santa Cecilia	Código	2
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Replanteo y Nivelación de Zanjas	Rendimiento (m/h)	250
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,38
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,01	25,95
Total Equipo				0,01	26,33

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,01	38,23
Cadenero	1	2,78	2,78	0,01	35,19
Total Mano de Obra				0,02	73,42

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Estacas y piola	1	0,02	0,02	0,00	0,25
Total Materiales				0,00	

Total Costos Directos	0,03	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,01	25	%
Precio Unitario Rubro	0,04		

Análisis Precios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Sistema de Distribución de Agua Potable	Código	18
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Exc. De zanjas a mano 0-2m	Rendimiento (m3/h)	2
Especificaciones		Fecha	04/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	4,00	0,03	0,12	0,06	1,41
Total Equipo				0,06	1,41

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peon	2,00	2,78	5,56	2,78	65,41
Albañil	1	2,82	2,82	1,41	33,18
Total Mano de Obra				4,19	98,59

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	4,25	100,00	%
Total Costos Indirectos	1,06	25	%
Precio Unitario Rubro	5,31		

Análisis Precios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	3
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m
Rubro	Instalación de Tuberías PVC	Rendimiento (m/h)	16
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	5,00	0,03	0,15	0,01	0,03
Total Equipo				0,01	0,03

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,09	0,28
Peón	5	2,78	13,9	0,87	2,69
Plomero	1	2,82	2,82	0,18	0,55
Residente	0,5	3,9	1,95	0,12	0,38
Total Mano de Obra				1,26	3,90

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,01	5,64	0,06	0,17
Tubo PVC	m	1	30,87	30,87	95,66
Lubricante	lt	0,25	0,30	0,08	0,23
Total Materiales				31,00	

Total Costos Directos	32,27	100,00 %
Total Costos Indirectos	8,07	25 %
Precio Unitario Rubro	40,34	

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	6
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Encamado de tuberías con material fino	Rendimiento (m3/h)	5
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	3,00	0,03	0,09	0,02	0,19
Zaranda 2 Pisos	2,00	15,02	30,04	6,01	62,28
Total Equipo				6,03	62,47

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	1	2,78	2,78	0,56	5,76
Albañil	1	2,82	2,82	0,56	5,85
Total Mano de Obra				1,12	11,61

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Arena (0-5mm)	m3	0,5	5,64	2,50	25,92
Total Materiales				2,50	

Total Costos Directos	9,65	100,00	%
Total Costos Indirectos	2,41	25	%
Precio Unitario Rubro	12,06		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	7
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m3
Rubro	Relleno y compactado	Rendimiento (m3/h)	18
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	6,00	0,03	0,18	0,01	0,40
Retroexcavadora (incluye o	1,00	28,00	28,00	1,56	62,51
Plancha Vibropisonadora a g	1,00	3,05	3,05	0,17	6,81
Total Equipo				1,74	69,72

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Peón	4	2,78	11,12	0,62	24,82
Residente	0,25	3,9	0,98	0,05	2,18
Maestro de Obra	0,50	2,94	1,47	0,08	3,28
Total Mano de Obra				0,75	30,28

III. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	P . Unitario	Costo Unidad	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	2,49	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,62	25	%
Precio Unitario Rubro	3,11		

Análisis Percios Unitarios Urb. Santa Cecilia

Proyecto	Alcantarillado pluvial y Sistema de Agua Potable	Código	9
Calculado por	Andrés Játiva	Unidad	m2
Rubro	Rasanteo de zanjas a mano	Rendimiento (m2/h)	8
Especificaciones		Fecha	03/09/2013

I. Equipo

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Herramienta Menor	1,00	0,03	0,03	0,00	0,31
Equipo Topografía	1,00	2,05	2,05	0,26	20,85
Total Equipo				0,26	21,16

II. Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Topógrafo	1,00	3,02	3,02	0,38	30,72
Peón	1,00	2,78	2,78	0,35	28,28
Residente	0,5	3,9	1,95	0,24	19,84
Total Mano de Obra				0,97	78,84

III. Materiales

Descripción	Cantidad	Tarifa Horaria	Costo Hora	Costo Unidad (\$)	Porcentaje (%)
Total Materiales					

Total Costos Directos	1,23	100,00	%
Total Costos Indirectos	0,31	25	%
Precio Unitario Rubro	1,54		

4.4 Presupuesto

A continuación se presenta del Sistema de Alcantarillado, Sistema de Agua Potable y Sistema de Riego. Cabe mencionar que para el este análisis se ha tomado la Lotización del Conjunto Habitacional Santa Cecilia como un componente aparte debido a su extensión e influencia en el presupuesto.

4.4.1 Lotización Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Limpieza y Desbroce	m2	211300,00	0,15	31695
Replanteo	m2	211300,00	0,25	52825
			Total	84520

4.4.2 Sistema de Alcantarillado Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Replanteo y Nivelación de Zanjias	m	3586,10	0,04	143,44
Instalación de Tuberías	m	3586,10	40,35	144699,14
Instalación de pozo de revisión	u	32,00	397,25	12712,00
Excavación de zanja a máquina	m3	1434,4	0,82	1176,21
Encamado de Tubería con material fino	m	3586,10	12,06	43248,37
Relleno Compactado	m3	1434,4	3,11	4460,98
Rasanteo de zanjias a mano	m	3586,10	1,54	5522,59
			Total	211962,73

4.4.3 Sistema de Agua Potable Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Tabla 11: Presupuesto del Sistema de Agua Potable Conjunto Habitacional Santa Cecilia				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Replanteo y Nivelación de Zanjias	m	5434,10	0,04	217,36
Excavación de Zanjias a mano 0-2m	m3	5434,10	5,31	28855,07
Instalación de Tubería PVC 100mm	m	5434,10	24,44	132809,40
Encamado de Tubería con material fino	m	5434,10	12,06	65535,25
Relleno Compactado	m3	2173,64	3,11	6760,02
Rasanteo de zanjias a mano	m	5434,10	1,54	8368,51
			Total	242545,62

4.4.4 Sistema de Riego Conjunto Habitacional Santa Cecilia

Tabla 12: Presupuesto del Sistema de Riego Conjunto Habitacional Santa Cecilia				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Limpieza y Desbroce	m2	92700	0,15	13905,00
Replanteo y Nivelación de Zanjias	m	71235,89	0,04	2849,44
Excavación de Zanjias a mano 0-2m	m3	3205,62	5,31	17021,82
Instalación de Tubería PVC 250mm	m	379,98	40,35	15332,19
Encamado de Tubería con material fino	m	379,98	12,06	4582,56
Relleno Compactado	m3	151,992	3,11	472,70
Rasanteo de zanjias a mano	m	379,98	1,54	585,17
			Limpieza y Desbroce	13905,00
			Sistema de Riego	40843,87
			Total	54748,87

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Características Físicas del Ambiente

En los últimos años, la protección del medio ambiente ha ido adquiriendo popularidad dentro de la comunidad científica y el caso de la ingeniería no es la excepción. A raíz de esta nueva ola de ambientalismo, se ha vuelto una necesidad primordial para todo proyecto de ingeniería realizar una evaluación del impacto Ambiental que tendrá el proyecto a realizarse.

Esta evaluación del Impacto ambiental en los proyectos de ingeniería debe ser realizada de forma detallada para determinar cuáles son los posibles daños que se darán en el ambiente y, de esta forma, tomar las medidas precautelares adecuadas para minimizarlos. Es importante recordar que en proyectos de alcantarillado y agua potable, este análisis tiene especial importancia por la influencia que tienen en el medio ambiente en el cual se los realiza.

En la planificación del presente proyecto, se han realizado una serie de estudios minuciosos con el fin de determinar el impacto ambiental que tendrá el mismo. Para esto, se han analizado de forma detenida y detallada las diferentes etapas que se llevarán a cabo para proceder con la puesta en marcha del proyecto. Al tratarse de un proyecto de corto alcance, resulta más sencillo el seguimiento de las diferentes etapas y, de esta forma, es fácil determinar el daño que se ocasionará en el ambiente o los efectos positivos que tendrá el mismo.

Al tratarse de un proyecto de alcantarillado, agua potable y riego, podemos afirmar que tendrá un impacto positivo a nivel social ya que ayudará a mejorar en definitiva el nivel de vida de las personas que habiten en el medio ambiente donde

se ejecutará la obra. Sin embargo, hay que tomar en cuenta también los riesgos que existen en cuanto a recursos del ecosistema en el cual se está llevando a cabo el proyecto.

5.2 Necesidades de evaluación

La importancia de este análisis recae en la identificación, evaluación y valoración de los posibles impactos que se tendrá sobre el medio ambiente en las distintas etapas de la obra. Es necesario realizarlo de forma minuciosa para determinar las medidas adecuadas que ayudarán a atenuar, e incluso eliminar, los efectos negativos que podrían presentarse en distintos ámbitos del ecosistema donde se realiza la obra.

5.3 Bases de diseño

Los impactos ambientales que se produzcan como consecuencia de la construcción, operación y mantenimiento de la obra, deben ser evaluados para determinar las alteraciones que se producirán en el terreno circuncidante. Los efectos de llevar a cabo el proyecto pueden ser tanto positivos como negativos, por lo que se utilizará un análisis causa-efecto para evaluarlos.

De esta manera, se creará un plan de medidas precautelares que buscan eliminar o atenuar los impactos negativos que se tenga sobre el ecosistema. El objetivo principal de este plan es lograr un equilibrio entre el medio ambiente y la estructura construida, beneficiando de manera innegable a la población del lugar que tendrá acceso a estos servicios de necesidades básicas.

5.4 Metodología de evaluación

Para poder realizar esta evaluación de forma adecuada se ha tomado en cuenta el método de causa-efecto, en el cual se tomará en cuenta todos los factores ambientales que se encuentran en el ecosistema donde se realiza el proyecto y las actividades que se llevan a cabo en cada una de las etapas del mismo.

Este método permite establecer una pirámide de importancia con los diversos impactos que se pueden producir a causa del proyecto. De esta manera, se analizará adecuadamente las consecuencias para saber cuáles deben ser tratadas con medidas más severas.

5.5 Factores Ambientales

Con este término hacemos referencia a todos los elementos que forman parte del medio ambiente en el cual se desarrolla la vida del planeta. Estos son de gran importancia para mantener una buena calidad de vida dentro de este ecosistema; sin embargo, pueden ser fácilmente manipulados por una serie de causas y las alteraciones que se realicen dentro del ambiente pueden desencadenar algunos problemas.

Tras un análisis del medio ambiente donde se ejecutará el proyecto, se ha determinado que los siguientes elementos son aquellos susceptibles a tener un impacto, ya sea positivo o negativo, a causa de las diferentes actividades en el proceso de realización del proyecto. A continuación se enumeran aquellos factores que pueden ser afectados.

1. Calidad de vida
2. Empleo
3. Calidad del Agua
4. Calidad del Aire
5. Alteración del paisaje
6. Alteración de Flora
7. Alteración de Fauna
8. Calidad del Suelo
9. Contaminación auditiva

5.6 Análisis del Sistema de Alcantarillado y Agua Potable

El propósito principal de este capítulo dentro del proyecto, es mejorar ambientalmente el proyecto para que las consecuencias negativas puedan ser reducidas o eliminadas en la medida de lo posible. Para poder realizar esto, se tomará en cuenta tres etapas diferentes: de diseño, de operación y mantenimiento. Cuando se hace este análisis hay que dar más importancia a los impactos negativos puesto que estos son los que deben ser mitigados con medidas precautelares. De esta forma, se podrá mantener un medio ambiente más sano a pesar de las alternaciones que se den en el proceso de realización del proyecto. Además del ecosistema, se toma en cuenta también los impactos negativos que se puedan dar sobre el ámbito social del lugar y se plantean también medidas para mitigarlos.

A pesar de que se le da énfasis a los impactos negativos, en su mayoría los impactos serán positivos puesto que el proyecto de alcantarillado, agua potable y riego le brindará a la población del sector el abastecimiento de servicios básicos. Esto implica una mejora en el nivel de vida de las personas, además de que el proyecto ayudará a atenuar algunos problemas que se producen en el medio por la falta de estos servicios.

5.7 Impactos Ambientales en la etapa de Diseño

En la etapa de diseño no se producen impactos ambientales de ningún tipo puesto que no se ha alterado el medio, ni se han causado molestias en la población.

5.8 Impactos Ambientales en la etapa de Construcción

5.8.1 Impactos positivos

Dentro de esta etapa encontramos escasos impactos positivos ya que la construcción conlleva más una serie de consecuencias negativas en el entorno donde se ejecutará el proyecto.

Entre los pocos impactos positivos que se encuentran en la etapa de construcción, podemos mencionar el incremento de plazas de trabajo. Al necesitar de mano de obra para la ejecución del proyecto, se contratarán personas que realicen este trabajo y así se disminuirá el desempleo existente. Esto, de cierta forma, impacta también en el nivel de vida de las personas que se convertirán en trabajadores ya que tendrán más ingresos para sus hogares.

Otro efecto positivo es que al finalizar el proyecto, las personas tendrán acceso a los servicios básicos.

5.8.2 Impactos Negativos

Entre las consecuencias negativas, podemos encontrar el incremento de polvo en el ambiente durante la excavación y los residuos de construcción que quedan al finalizar esta etapa como cascajo, etc. En cuanto a la contaminación sonora, el ruido también incrementará debido a la utilización de equipos pesados y esto también representa un punto negativo para los moradores del área. A todos estos impactos agregamos una alteración bastante grande al paisaje, que hará este sector menos atractivo al turismo. Además, durante este proceso de la construcción hay una alteración inminente en la fauna y flora local, que es negativa al invadir el medio donde habitan.

5.9 Impactos Ambientales en la Etapa de operación y mantenimiento

Dentro de esta etapa, encontramos que el principal impacto positivo es la mejora en la calidad de vida de los moradores. A su vez, el alcantarillado les proporcionará un ambiente más sano y adecuado para vivir al evacuar aguas de lluvia.

En cuanto al ámbito económico, el impacto también es positivo porque la implementación de estos dos servicios en el sector, aumentarán el valor comercial de los terrenos que se encuentran ubicados en el lugar.

5.10 Medidas de mitigación para Impactos Ambientales Negativos

Son estrategias, reglas o políticas implementadas para atenuar o eliminar los impactos negativos que el proyecto produce en el ambiente. Mediante estas, se busca que el proyecto sea más eficiente y su calidad mejore al mantener ciertos factores importantes del medio ambiente.

Para poder categorizarlas adecuadamente, se plantearán medidas de mitigación para la fase de construcción y otras para la fase de operación y mantenimiento.

Medidas de mitigación en la etapa de construcción

1. Calidad del aire

En cuanto a este Factor Ambiental que es afectado en la construcción, se realizará mantenimiento adecuado y constante de la maquinaria que produce contaminación al aire debido a la quema de combustibles fósiles. Además de esto, en los procesos en los cuales se maneje movimiento de tierra, esta debe permanecer en un nivel de humedad moderado para que no se levante polvo.

2. Contaminación auditiva

Ya que la maquinaria utilizada en la construcción del proyecto es capaz de producir ruido bastante fuerte, el trabajo con ellas se realizará en horario de trabajo para no molestar a los habitantes de la zona. Además, el proyecto se realiza en un área abierta, donde el sonido que producen las máquinas puede disiparse para no convertirse en una molestia.

3. Flora y Fauna

Tras el análisis realizado se ha determinado que el proyecto no influirá en la migración de algunas especies que habitan en la zona, puede que disminuya la cantidad de animales pero en una cantidad mínima; sin embargo, la vegetación del lugar sufrirá un impacto más grande pues debe ser removida junto con la tierra para poder emprender el proyecto. Ante esto, se plantea que la flora del lugar es bastante común y se recuperará en poco tiempo; además de que se restablecerá, en medida de lo posible, las condiciones bajo las cuales se encontraba el lugar antes del proyecto, de esta forma la fauna y flora no sufrirán un cambio permanente.

4. Alteración del Paisaje

En cuanto a este punto, se mantendrá un límite en cuanto a espacio para almacenamiento de los materiales de construcción que no puede exceder los dos metros de altura ni los 13 metros de extensión. A su vez, se prohíbe mantener material de desecho o construcción almacenado por más de una semana.

5. Calidad del suelo

Para evitar que el volumen del suelo sea afectado de forma muy grande, se debe realizar un levantamiento topográfico que ayude a determinar las mejores formas de proceder para que el impacto que produce el proyecto no sea de una gran magnitud.

5.11 Medidas de Mitigación en la Etapa de Operación y Mantenimiento

Como vimos, los únicos impactos negativos que encontramos en esta etapa fueron del tipo social, reflejados en la inconformidad de las personas. Ante esto, se propone la implementación de campañas educativas que les permitan a las personas conocer la importancia del servicio de agua potable y alcantarillado, ya que estos tienen una influencia grande en las comunidades y pueden ser la base de su desarrollo.

Agregamos que, estas campañas deben estar enfocadas también a concientizar a las personas acerca del uso responsable de estos recursos para que ayuden a mantener las estructuras en buen estado. Se debe también dar una capacitación a aquellos que son responsables del sistema para que este funcione siempre adecuadamente.

Conclusiones

El presente proyecto presenta una serie de Impactos Ambientales tanto positivos como negativos dentro del ambiente circuncidante. Se han determinado, mediante el análisis presentado en este capítulo, los factores principales que pueden ser alterados por la puesta en marcha del proyecto.

Por un lado tenemos los impactos negativos que representan la mayor parte del impacto ambiental. Estos ocurren en su mayoría en la etapa de construcción ya que es aquella en la que más se altera el medio para poder colocar las tuberías y mecanismos necesarios para el funcionamiento del proyecto. A raíz de esto, encontramos que en esta etapa se afecta negativamente a factores como Calidad

del Aire, Calidad del suelo, Flora y Fauna, Alteración de vías públicas, Contaminación auditivas y Alteración del paisaje. Sin embargo, se determinó que los efectos negativos que se producen en estos elementos del medio ambiente, son mínimos; además, son temporales ya que la etapa de construcción no es permanente.

Por otro lado tenemos los impactos positivos en el ambiente y estos incluyen principalmente medio socioeconómico. El proyecto mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector, y dará valor agregado al terreno. En el ámbito económico, es importante mencionar que este proyecto generará plazas de empleo y promoverá mayores ingresos para los trabajadores y sus familias.

Finalmente, en este capítulo se ha demostrado que los impactos negativos pueden ser minimizados e incluso eliminados por medio de las medidas de mitigación que se plantean. Esto resulta importante puesto que, al ponerlas en marcha, el proyecto se volverá más eficiente y menos dañino para el ambiente en el cual se realizará.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los servicios proporcionados harán que el terreno de estudio pase de ser un área infructuosa a ser un área productiva y de provecho para sus propietarios.
- Los servicios de lotización, diseño de agua potable y alcantarillado permiten que parte del terreno cumpla con los requisitos mínimos para poder ser habitable y ofrecida al público general.
- Por otro lado, se ha diseñado un sistema de riego a base de surcos, aprovechando el reservorio existente y dividiendo el terreno en dos cultivos: maíz y alfalfa.
- Se determinó la importancia de la velocidad mínima de flujo en el sistema de alcantarillado, por lo que se comprobó que el sistema cumpla con dicha velocidad y así garantizar el proceso de auto limpieza.
- Se puede denotar del estudio de Impacto Ambiental que el factor más afectado en el proyecto es la calidad ambiental del aire, seguido por los niveles de ruido. En este punto se concluye que todos los posibles impactos ambientales estarán controlados por medidas de mitigación, poniendo énfasis en los impactos de mayor alcance y magnitud.

6.2 Recomendaciones

- Es necesario que cada cierto periodo se revise la demanda que tiene los diferentes sistemas para asegurarse que su aumento no esté fuera de los límites programados.

- Es necesario que una entidad calificada realice el mantenimiento periódico del sistema, tanto de agua potable como de alcantarillado, para lograr un eficiente funcionamiento y una vida útil prolongada.
- Se debe capacitar personal para el funcionamiento del sistema de riego ya que éste sistema debe ser calibrado dependiendo la necesidad y demanda de los diferentes sembríos.

BIBLIOGRAFÍA

- Burbano, G. (1993). *Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado*. Quito: Pontificie Universidad Católica del Ecuador.
- Cámara de la Construcción de Quito. (2013). *Manual de Análisis de Precios Unitarios Referenciales*. Quito.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi –Prensa.
- Infoagro. (2010). *El Cultivo de Maiz (1ª parte)*. Recuperado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
- Gutierrez, I. (2009). *Necesidades de Agua y Modelo de Riego en la Alfalfa*. México: INEA
- Normas CPE INEN 5. Parte 9.2. Quinta Parte. (1997). *Bases de Diseño. Disposiciones Específicas. Dotaciones*. Quito.
- Subsecretaría de Saneamiento Ambiental. (1993). *Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales*. Quito.

Anexos

Ejemplo de Perfiles Sistema de Alcantarillado obtenidos mediante el software SewerCad.