



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Diseño hidrosanitario de la urbanización “Santa Inés”, incorporando  
la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios,  
seguridad y acceso vehicular**

**David Alejandro Chávez Salgado**

**Miguel Araque, Ingeniero Civil, Director de Tesis**

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

Quito, mayo 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencia e Ingeniería**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Diseño hidrosanitario de la urbanización “Santa Inés”, incorporando la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, seguridad y acceso vehicular**

David Alejandro Chávez Salgado

Miguel Araque, Ing. Civil  
Director de Tesis

---

Fernando Romo, Ing. Civil  
Director del Programa

---

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

---

**Quito, mayo 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: David Alejandro Chávez Salgado

C. I.: 1716164346

Lugar: Quito

Fecha: mayo 2014

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a toda mi familia, principalmente a mis padres Germania y Marcelo por todo el apoyo y confianza que me brindaron durante estos años de estudio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Miguel Araque, mi director de tesis, por su gran ayuda y disposición durante la ejecución de este trabajo y durante las clases que el dictó.

A mis amigos y compañeros de clases que durante todo este tiempo en la universidad siempre fueron incondicionales y crearon un ambiente muy bueno para el estudio.

Finalmente a los profesores de la carrera de Ingeniería Civil que me dictaron clases por compartir sus conocimientos y experiencias.

## **RESUMEN**

En este trabajo se presenta el diseño hidrosanitario de la urbanización “Santa Inés”, el mismo que comprende los diseños del sistema de alcantarillado combinado, de la red de distribución de agua potable y del sistema contra incendios. Basándose en las normas y leyes que hacen referencia sobre este tipo de diseños con la finalidad de cumplir todos los requisitos. También se realizó la evaluación del impacto ambiental que causaría la ejecución del proyecto con las respectivas medidas de mitigación y el presupuesto referencial del sistema de alcantarillado combinado. Adicionalmente se hizo el planteamiento sobre la implementación de sistemas automáticos de detección de incendios, de vigilancia y de acceso con el objetivo de garantizar seguridad y una buena calidad de vida a los habitantes de la urbanización.

## **ABSTRACT**

This work shows the sanitary system design of the residential area “Santa Ines”, the same that corresponds to the design of the sewer system combined, the network distribution of drinking water and the fire protection system, all based in the standards and laws of these type of designs in order to accomplish all the requirements. Also this work shows the evaluation of the environmental impact that will cause the execution of this project with all the respective measures of mitigation and the budget of the sanitary system combined. In addition the work shows the implementation planning of the fire detection system, security system and the vehicular access system with the purpose of guarantee a good security and a good quality of life of the residents.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>8</b>
<b>ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
Introducción .....	12
Objetivo final del proyecto .....	13
Objetivos específicos del proyecto .....	13
Metodología .....	13
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
Ubicación .....	17
Implantación arquitectónica del proyecto .....	18
Descripción de la zona.....	21
Clima .....	23
Precipitaciones.....	24
<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO.....</b>	<b>25</b>
Introducción.....	25
Tipos de alcantarillado.....	26
Elección del tipo de alcantarillado.....	26
Elementos del sistema de alcantarillado combinado .....	27
Excavación, relleno y compactación .....	31
Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado combinado .....	35
Cálculo del diseño del alcantarillado sanitario .....	39
Cálculo del diseño del alcantarillado pluvial.....	45
Cálculo del diseño del alcantarillado combinado .....	50
<b>DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>52</b>
Introducción.....	52
Marco legal .....	53
Caudal .....	53
Presión .....	54
Velocidad de diseño.....	55
Depósitos de almacenamiento .....	56
Tipos de alimentación de una red .....	58
Caudal y presiones recomendadas.....	59
Diseño de la red de distribución de agua potable .....	60
<b>DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>62</b>
Introducción.....	62
Marco legal .....	63
Condiciones generales de diseño.....	65
Características del suministro de agua.....	66
Conexiones para el uso de bomberos .....	67
Control y mantenimiento de las tuberías del sistema contra incendios.....	68
Componentes del sistema contra incendios .....	68
Diseño del sistema contra incendios.....	74
<b>SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN.....</b>	<b>77</b>
Sistema automático de detección de incendios.....	77

Elementos del sistema automático de detección de incendios .....	78
Presupuesto del sistema automático de detección de incendios .....	80
Beneficios del sistema automático de detección de incendios .....	80
Instalación del sistema automático de detección de incendios.....	81
Sistema automático de video-vigilancia .....	82
Elementos del sistema automático de video-vigilancia.....	83
Presupuesto del sistema automático de video-vigilancia .....	85
Beneficios del sistema automático de video-vigilancia.....	85
Instalación del sistema automático de video-vigilancia .....	86
Sistema automático de acceso vehicular .....	86
Elementos del sistema automático de acceso vehicular .....	87
Presupuesto del sistema automático de acceso vehicular.....	89
Beneficios del sistema automático de acceso vehicular .....	89
Instalación del sistema automático de video-vigilancia .....	90
Presupuesto de los sistemas de automatización.....	90
Análisis del costo-beneficio de los sistemas de automatización .....	91
<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>92</b>
Introducción.....	92
Marco legal.....	93
Metodología.....	99
Matriz de Leopold .....	100
Medidas de mitigación .....	101
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO, AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>103</b>
Introducción al Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado .....	103
Cálculos .....	103
Análisis de precios unitarios.....	106
Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado.....	122
Introducción al Presupuesto del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios.....	123
Cálculos .....	123
Análisis de precios unitarios.....	125
Presupuesto del sistema de distribución de agua potable y del sistema .....	132
Presupuesto del sistema hidrosanitario.....	133
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>134</b>
Conclusiones.....	134
Recomendaciones .....	136
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO A:</b> Matriz de Leopold.....	<b>139</b>
<b>ANEXO 1:</b> Implantación arquitectónica.....	<b>141</b>
<b>ANEXO 2:</b> Distribución del sistema de alcantarillado .....	<b>142</b>
<b>ANEXO 3:</b> Sistema de alcantarillado combinado .....	<b>143</b>
<b>ANEXO 4:</b> Sumideros y cañas de revisión.....	<b>144</b>
<b>ANEXO 5:</b> Áreas de aportación .....	<b>145</b>
<b>ANEXO 6:</b> Sistema de distribución de agua potable.....	<b>146</b>

<b>ANEXO 7:</b> Sistema contra incendios .....	147
<b>ANEXO 8:</b> Cisterna .....	148
<b>ANEXO 9:</b> Pozos y cajas de revision .....	149
<b>ANEXO 10:</b> Conexión sumidero-pozo .....	150
<b>ANEXO 11:</b> Perfiles del alcantarillado combinado.....	151

## ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### Introducción

La construcción en el Ecuador ha sido uno de los sectores que más ha crecido en los últimos años, y debido a su gran demanda se asume que esta seguirá en auge. Y es a partir de esta gran demanda en donde empiezan a surgir una gran cantidad de construcciones de proyectos inmobiliarios. La idea del desarrollo constructivo en el país no solo implica la construcción de infraestructura, esta idea debe venir acompañada de criterios que se deberían aplicar siempre, como la construcción de proyectos de calidad que garanticen unas buenas condiciones de vida, ofreciendo a los clientes servicios básicos como: agua potable, luz, alcantarillado, sistemas de alarmas exclusivos para emergencias y aéreas recreativas equipadas adecuadamente. Además se debería crear un modelo de construcción que se lo pueda aplicar en todas los proyectos de construcción, en el cual la construcción sea amigable con el medio ambiente, tratando de que los proyectos civiles causen el menor impacto ambiental.

El agua es un elemento muy importante para todos los seres vivos, y el ser humano no es la excepción, puesto que su consumo es vital para su supervivencia. Es por este motivo que el ser humano debe cuidarlo y lograr optimizar su utilización para que este recurso tan importante no sea escaso para las futuras generaciones. Debido a la importancia que tiene el agua, es fundamental realizar para los proyectos habitacionales diseños hidrosanitarios que cumplan con todas las especificaciones y necesidades como son el abastecimiento de agua potable y el desalojo de aguas servidas y lluvias para evitar posibles contaminaciones que podrían terminar en enfermedades que afecten a los habitantes.

### **Objetivo final del proyecto**

- Realizar el diseño hidrosanitario para el conjunto habitacional “Santa Inés”, incorporando la instalación de modernos sistemas automáticos de detección de incendios, de seguridad y de acceso vehicular.

### **Objetivos específicos del proyecto**

- Realizar el diseño del sistema de alcantarillado combinado.
- Realizar el diseño de la red de distribución de agua potable.
- Crear un modelo constructivo del sistema hidrosanitario que sea aplicable para la construcción de las otras 3 etapas del proyecto que se construirán en un futuro.
- Realizar el diseño del sistema contra incendios.
- Implementar sistemas automáticos de detección de incendios, de seguridad y de acceso vehicular.
- Realizar el presupuesto de los sistemas automáticos de detección.
- Realizar una evaluación del impacto ambiental que ocasiona la construcción del proyecto.
- Realizar el presupuesto general del sistema de alcantarillado combinado y el respectivo análisis de precios unitarios.

### **Metodología**

Para poder iniciar con el diseño hidrosanitario que se va a utilizar en la construcción de la primera etapa del proyecto habitacional, se debe obtener los planos topográficos del terreno y los planos de la implantación arquitectónica de la

urbanización, en el cual debe constar la distribución de lotes, aéreas verdes, aéreas comunales y disposición de las vías internas de la urbanización.

A partir del análisis de los planos topográficos y de la implantación arquitectónica se ubican los pozos de revisión y se traza la red del sistema de alcantarillado. Para poder diseñar el sistema de alcantarillado combinado se requiere definir el periodo de diseño, densidad poblacional del proyecto, dotación de agua por habitante, intensidad de lluvia en la zona, aérea de aportación y el caudal total sanitario pluvial. Conociendo toda esta información se puede determinar el material, el diámetro y pendiente de la tubería que se va a emplear.

Conociendo la densidad poblacional del proyecto y la dotación de agua por habitante se puede determinar la demanda de agua potable que va a necesitar la urbanización, con esta demanda se puede lograr determinar el tamaño adecuado de la cisterna de la urbanización. Sabiendo las dimensiones de la cisterna se establece su ubicación dentro de la urbanización, para posteriormente realizar la disposición de la red de distribución de agua potable.

Se espera que el modelo de construcción del sistema hidrosanitario sea aplicable para la futura construcción de las tres etapas que completarían la urbanización, con la finalidad de disminuir costos y reducir tiempos constructivos.

Para la evaluación del impacto ambiental se utilizará la matriz de Leopold, dicha matriz establece que primero se debe definir todas las acciones que pueden causar un posible impacto, segundo se identificará los factores ambientales que pueden ser

afectados por las diferentes acciones del proyecto, tercero se necesitará crear una escala de valoración para los impactos, en este caso se utilizará una escala del 1 al 10, siendo 1 el valor con menor incidencia y 10 el valor con mayor incidencia. Cuarto se debe asignar los valores a cada casilla de la matriz. Finalmente se identificará en la matriz las acciones que mayor impacto causan y los factores que mayor afectación sufren para crear un plan de prevención y mitigación.

Para el diseño del sistema contra incendios que se implementará en la urbanización “Santa Inés”, se estudiará y analizará el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios con la finalidad de que el sistema contra incendios cumpla con todos los requisitos estipulados en dicho reglamento.

Se implementará un sistema automático de detección de incendios que este conformado por detectores de humo de última generación, pulsadores de emergencia y una central de alarma para el caso de incendios. También se tiene previsto la implementación de un sistema automático de video-vigilancia para la seguridad de la urbanización, adicionalmente se incorporará un sistema automático de acceso vehicular para incrementar la seguridad y brindar una mayor a los habitantes.

Para los sistemas automáticos de detección de incendios, video vigilancia y acceso vehicular se efectuará un análisis de Costo-Beneficio para determinar si es justificable o no la implementación de estos equipos en el sistema contra incendios de la urbanización.

La elaboración del presupuesto referencial del sistema de alcantarillado se lo realizará mediante el análisis de precios unitarios (APU), el cual analiza cada rubro que

se encuentra presente en la construcción. Este análisis ayuda al constructor a conocer el presupuesto necesario para llevar a cabo la construcción, puesto que da a conocer la composición de cada rubro, separándolo en material, mano de obra, equipo y transporte, logrando determinar el costo final del mismo.



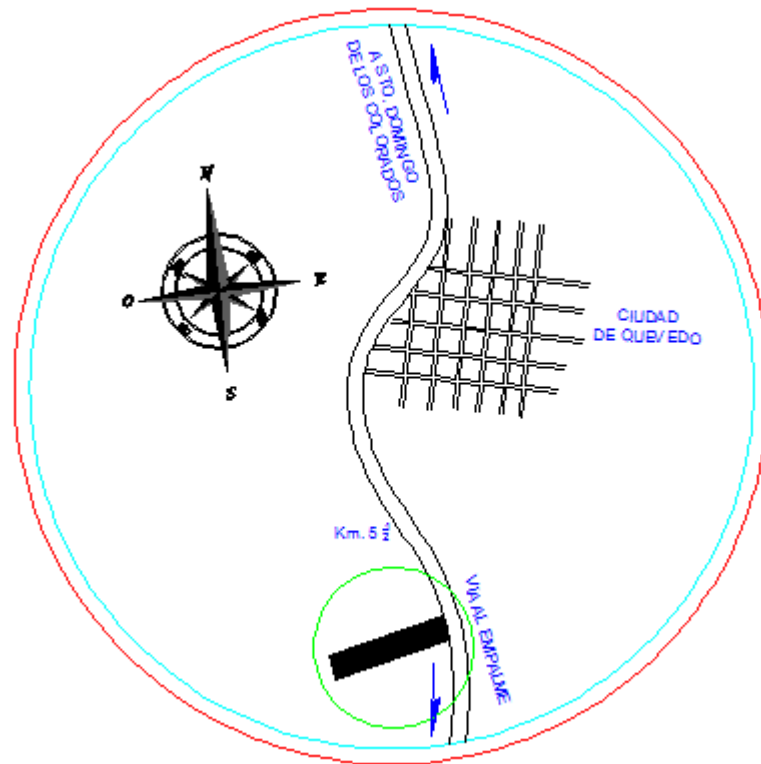
## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### Ubicación

El proyecto “Santa Inés” es un conjunto habitacional que se encuentra ubicado en las afueras de la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos, exactamente a 5 ½ km hacia el sur de dicha ciudad. La vía de acceso para la urbanización es la carretera Quevedo-El Empalme.

La ubicación del terreno en el cual se va a construir este proyecto habitacional es privilegiado, ya que se encuentra a unos pocos minutos del mega proyecto Manta-Manaos, el cual consiste en la construcción de una súper carretera que permitirá la integración comercial de varias regiones del país, son varias las ciudades que se verán beneficiadas por esta vía, entre las más importantes están Manta, Portoviejo, Pichincha, El Empalme, Quevedo, Valencia, La Mana, Latacunga y Pujilí. Según las autoridades a cargo del proyecto, este estará finalizado en el año 2017 y los estudios previos a la construcción se encuentran avanzadas en un 90% (Foros del Ecuador, 2013). Cabe recalcar que dicho proyecto beneficiará directamente al sector y los alrededores donde se va a construir el conjunto habitacional, brindándole una plusvalía a las viviendas.

A continuación se presenta la localización de la urbanización “Santa Inés”.



*Grafico 2.1. Ubicación del terreno.*

### **Implantación Arquitectónica del Proyecto**

El área total del terreno en el que se va a construir el proyecto es de 70,440.75 m<sup>2</sup>, el conjunto estará compuesto por 4 etapas. En un principio se construirá la primera etapa del proyecto que tiene un área de 20,700.00 m<sup>2</sup> y los estudios para el diseño se realizaran para dicha etapa, pero con la finalidad de que ese mismo estudio realizado sirva y sea aplicable para las otras 3 etapas del proyecto.

La urbanización “Santa Inés” es un conjunto residencial que tiene como objetivo principal a la clase social media de la ciudad de Quevedo. Se tiene estimado que el promedio por casa es de 4 habitantes.

A continuación se presenta la tabla de resumen de áreas del proyecto.

<b>Cuadro de Áreas de la Primera Etapa</b>	
<b>Área Vivienda (m2)</b>	8,225.39
<b>Área Recreativa, Comunal y Verde (m2)</b>	7,417.24
<b>Área de Vías y Aceras (m2)</b>	5,057.37
<b>Área Total de la Primera Etapa (m2)</b>	20,700.00

*Grafico 2.2. Cuadro de Resumen de áreas del proyecto.*

Para la construcción de un proyecto inmobiliario es fundamental tener los planos de implantación arquitectónica, ya que en estos se encuentran presentes la ubicación de las calles internas, tamaño de las calles, distribución de lotes, localización de áreas comunales y verdes. Todos estos detalles son necesarios para poder realizar el diseño de alcantarillado, abastecimiento de agua potable, diseño de la cisterna y sistema contra incendios.

La primera etapa de la urbanización se encuentra conformada por 88 lotes de 90 m<sup>2</sup> cada uno con sus respectivos parqueaderos, también cuenta con un área recreativa y comunal de 7,417.32 m<sup>2</sup>, estas áreas tienen esta extensión debido a que las áreas recreativas y comunales de la segunda etapa están incluidas dentro de estas. La urbanización tiene 3 tipos de calle, todas pavimentadas. Estas están conformadas de la siguiente forma, 2 avenidas principales una vía de entrada y la otra de salida, cada una de 6 m. Una calle que tiene 5.30 m y 5 pasajes cada uno con 6 m.

En el anexo 1 se presenta la implementación de la urbanización con sus respectivos detalles.

A continuación se presentan fotografías del terreno en el cual se va a construir la urbanización “Santa Inés”.



*Grafico 2.3. Fotografía del terreno.*



*Grafico 2.4. Fotografía del terreno.*



*Grafico 2.5.* Fotografía del terreno.

### **Descripción De la Zona**

La ciudad de Quevedo se encuentra ubicada en la provincia de Los Ríos, siendo la ciudad más grande y con mayor población de dicha provincia. La población de Quevedo se encuentra en la ubicación número 15 de las ciudades más pobladas del Ecuador con 167,997 habitantes (Almanaque, 2010).

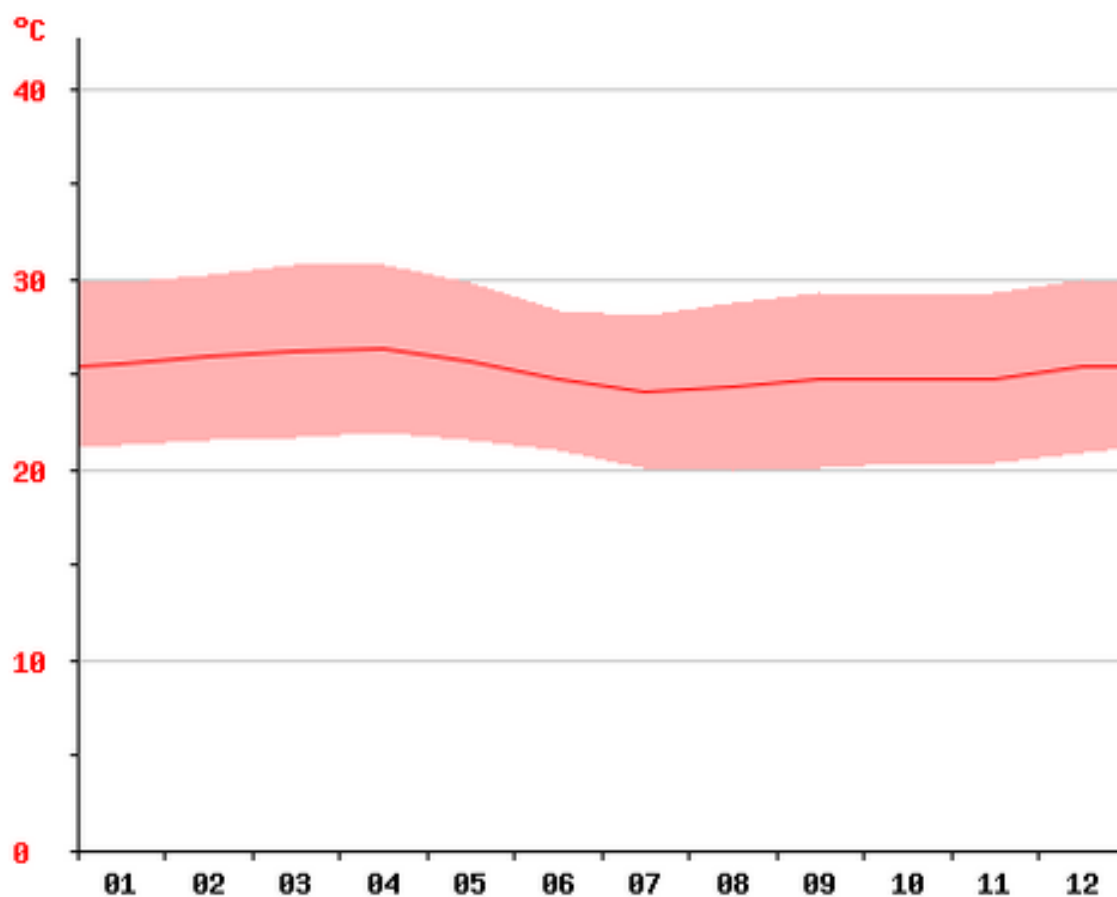
<b>Ciudad</b>	<b>Total</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>
Quevedo	167,997	144,750	23,247

*Grafico 2.6.* Número de habitantes de la ciudad de Quevedo (INEC).

La principal actividad económica de la ciudad de Quevedo es la agrícola, teniendo una gran cantidad de productos de exportación como son el banano, café, cacao, balsa, caucho, palma africana, frutas tropicales, soya, maíz, entre otros. La exportación de toda esta variedad de productos ha convertido a la ciudad de Quevedo en el mayor y más importante centro económico y comercial de la provincia de Los Ríos. La ciudad de Quevedo se ha caracterizado principalmente por la producción y exportación de dos productos agrícolas como son el cacao y el banano, siendo productos de excelente calidad y muy reconocidos a nivel mundial. A mediados del siglo anterior Quevedo fue el mayor centro de producción de cacao, y en la actualidad es considerada como la nueva capital del banano, ya que la mayoría de empresas productoras de banano se han ubicado en dicha ciudad. Esto ha hecho que la ciudad de Quevedo juegue un papel muy importante en la economía del Ecuador (Almanaque, 2010).

## Clima

La ciudad de Quevedo se caracteriza por tener un clima tropical, con una temperatura máxima que varía entre 30 °C y 34 °C, y una temperatura mínima que varía entre 19 °C y 22 °C, dando como resultado una temperatura promedio anual de 25.2 °C. El mes más caluroso del año es abril, con un promedio de 26.3 °C, mientras que el mes más frío del año es julio, con un promedio de 24.1 °C (climate-data.org).



*Grafico 2.7.* Diagrama de temperatura de Quevedo (climate-data.org).

## Precipitaciones

En la ciudad de Quevedo en la época de invierno se registran más lluvias que durante el verano. La precipitación de la ciudad es de 2,162 mm al año. Siendo agosto el mes más seco del año con una precipitación de 12 mm, y marzo es el mes con mayores precipitaciones con 455 mm. La diferencia de precipitaciones entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 443 mm (climate-data.org).

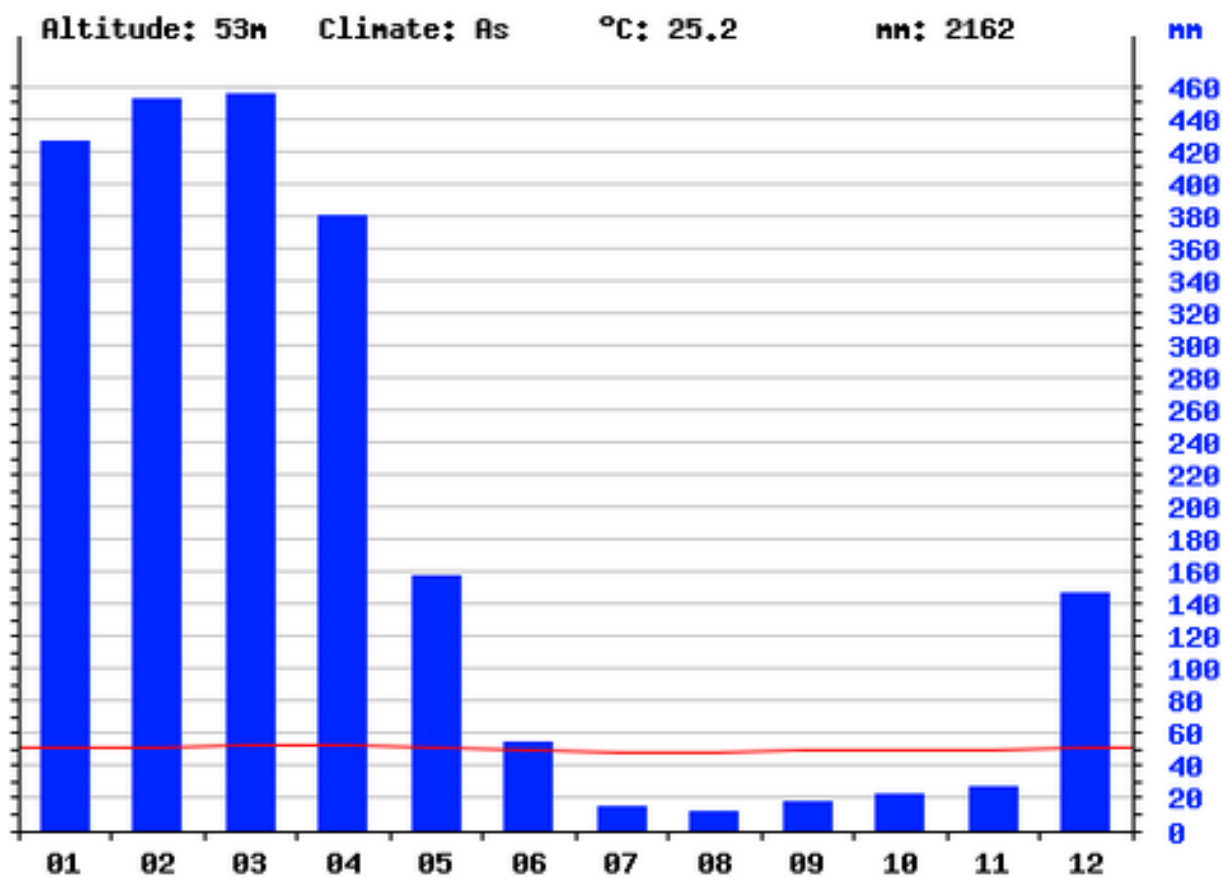


Grafico 2.8. Precipitaciones de Quevedo (climate-data.org).



## **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO**

### **Introducción**

El sistema de alcantarillado es el conjunto de estructuras y tuberías que tiene como objetivo principal la recolección, conducción de aguas servidas provenientes de las descargas domésticas o industriales, así como también de aguas lluvias provenientes de precipitaciones para ser transportadas hasta los sitios de disposición final. Normalmente funcionan a presión atmosférica, por lo general son circulares y casi siempre son colocadas bajo tierra. (McGhee, 1999).

Las aguas servidas son aquellas que se originan en los dispositivos sanitarios de instalaciones de edificaciones residenciales, comerciales, industriales y hospitales, mientras que las aguas lluvias son el flujo derivado de eventos de precipitación, que se introducen deliberadamente en el sistema de alcantarillado (McGhee, 1999).

El estudio para la elaboración del sistema de alcantarillado combinado de la urbanización “Santa Inés” va a basarse en las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q. Debido a que la ciudad de Quevedo no tiene normas específicas que hagan referencia al diseño de alcantarillado, se optó por hacer referencia a las normas de la ciudad de Quito, esto no implicaría ningún tipo de problema puesto que las normas de alcantarillado son universales salvo en pequeños aspectos. Adicionalmente estas normas se basan en la actualización y complementación de las “Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes” establecido en 1992 por el Código Ecuatoriano de la Construcción.

## **Tipos de Alcantarillado**

Los sistemas de alcantarillado se clasifican en los siguientes tipos:

### **Sistemas de alcantarillado separado**

Este tipo de sistemas posee dos tipos de redes de tuberías diferentes. La una es para el alcantarillado sanitario, que se define como un sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales. La otra tubería es para el alcantarillado pluvial que se define como sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas de lluvia (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Sistema de alcantarillado combinado**

Este sistema está conformado por una sola red de tuberías que se encarga de la recolección, conducción y disposición final tanto de las aguas residuales como de las aguas de lluvia (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

## **Elección del Tipo de Alcantarillado**

Para elegir el sistema de alcantarillado hay que tomar en cuenta algunos aspectos como son la topografía del terreno, número de habitantes, área de diseño, número de viviendas, climatología de la zona y el componente económico, que quizás es el factor determinante al momento de realizar la elección del sistema que se va a implementar.

El sistema que se decide por utilizar en la urbanización es un sistema de alcantarillado combinado, es decir se utilizará una sola tubería para recolectar,

transportar y evacuar las aguas residuales y las pluviales. El principal motivo por el que se decide utilizar este tipo de alcantarillado es el económico, ya que al existir una sola tubería los costos de construcción son menores. Cabe recalcar que a pesar de ser la opción más económica, esta debe ser ejecutada de manera correcta, cumpliendo todas las normas y requisitos para que garantice un correcto funcionamiento.

Según Montero (2011) este tipo de alcantarillado posee otras ventajas como:

- Menor tiempo de construcción.
- Las conexiones domiciliarias a la red de alcantarillado son más simples.
- Debido a que el caudal de diseño del sistema combinado está formado por un 90% de caudal pluvial y 10% de caudal sanitario, se evita la acumulación de residuos depositados en la tubería puesto que estos serán lavados por el agua lluvia.
- Recomendado para conjuntos habitacionales grandes con alta densidad poblacional.

Hay que señalar que en Ecuador y otros países de América Latina se ha determinado que la separación de los sistemas de alcantarillado en sanitario y pluvial es impracticable por razones de costo y operación (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Elementos del Sistema de Alcantarillado Combinado**

En los anexos 9 y 10 se presentan los elementos del sistema de alcantarillado que se van a utilizar en la urbanización “Santa Inés”. A continuación se mencionan dichos elementos y sus respectivas consideraciones generales para su construcción.

### Pozos de revisión

Son estructuras cilíndricas que sirven para que los obreros puedan acceder a dar mantenimiento e inspección del sistema de alcantarillado. Por lo general están contruidos de hormigón simple. Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q (2009) los pozos deben colocarse según los siguientes criterios:

- Cuando existe cambio de dirección, pendiente o diámetro.
- En toda intersección de tuberías.
- Al comienzo de toda tubería.
- Deben tener tapas removibles y resistentes.
- Las tuberías que lleguen a un pozo de revisión deberán encontrarse a igual nivel o superior que el correspondiente a la tubería de salida.
- La distancia entre pozos de revisión depende netamente del diámetro de las tuberías, tal como indica la siguiente tabla.

<b>Distancia (m)</b>	<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>
100	< 350
150	400 - 800
200	> 800

*Grafica 3.1.* Distancia entre pozos en función del diámetro de la tubería (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

- El diámetro del pozo de revisión va a depender netamente del diámetro de las tuberías, tal como indica la siguiente tabla.

<b>Diámetro de pozo (m)</b>	<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>
0.90	Menor e igual a 550
1.20	600 - 800
Diseño especial	> 800

*Grafica 3.2.* Diámetros recomendados de pozos en función del diámetro de la tubería (Montero, 2011).

Los pozos de revisión que se implementará en la urbanización “Santa Inés” van a ser de hormigón simple con un diámetro de 0.90 m.

### **Tubería**

Los materiales de la tubería más usuales en nuestro medio son: hormigón simple (HS), hormigón armado (HA), hierro fundido (HF), poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), polietileno de alta densidad (PEAD) y policloruro de vinilo (PVC) (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

Para la selección de la tubería que se va a utilizar hay que cerciorarse que los diámetros requeridos existan en el mercado nacional, adicionalmente la tubería seleccionada debe cumplir los requisitos de las normas INEN o las normas internacionales conocidas que garanticen una calidad superior o similar.

La tubería que se va a emplear para el sistema de alcantarillado en la urbanización “Santa Inés” es de PVC. Se optó por este material puesto a que brinda un sin número de beneficios.

Según el manual técnico Novaloc de Plastigama (2011) las ventajas que brindan las tuberías de PVC son las siguientes:

- Vida útil mayor a 50 años.
- Resistente a ataques químicos producidos por sales y ácidos.
- Menor coeficiente de fricción,
- Menor caudal de infiltración.
- Instalación fácil y rápida.
- Disponibilidad en el mercado nacional en diferentes diámetros.

### **Sumideros**

Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q (2009) son estructuras diseñadas para captar las aguas de la escorrentía superficial que corren por las cunetas de las calzadas y descargarlas al sistema de alcantarillado. Las consideraciones generales que deben cumplir los sumideros son las siguientes:

- El número y localización de sumideros debe garantizar el ingreso de todo el caudal de escorrentía al sistema de alcantarillado.
- Los sumideros deben captar entre el 90% y 95% del caudal pluvial.
- La tubería de conexión entre el sumidero y el sistema de alcantarillado debe tener un diámetro de 200 mm.
- Existen tres tipos de sumideros: horizontales, en bordillos y combinados.

Los sumideros que se van a utilizar en la urbanización “Santa Inés” son los de tipo horizontales.

### **Cajas de revisión**

Son estructuras de recolección, donde las aguas producidas por las instalaciones sanitarias de la vivienda son depositadas. Se recomienda que sean construidas con ladrillos o con hormigón simple. Deben tener una tapa de hormigón para poder realizar el mantenimiento de las cajas. Por lo general miden 0.60 m x 0.60 m y la profundidad puede ser variable (Montero, 2011).

### **Conexiones domiciliarias**

Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q (2009) se las puede definir como conexiones que conducen efluente sanitario y pluvial desde la caja de revisión hasta la red de alcantarillado. Y deben de cumplir con las siguientes características:

- Las conexiones deben de tener un diámetro de 150 mm.
- Deben ser instaladas con una pendiente mínima del 2% y una máxima del 20% hacia la tubería del alcantarillado.

## **Excavación, Relleno y Compactación**

### **Excavación de las zanjas**

Las redes de alcantarillado por lo general son subterráneas, por lo que es necesario realizar trabajos de excavación para poder instalar las tuberías. La ejecución en obra deberá ajustarse estrictamente al diseño y se mantendrá el ancho de la zanja indicado en los planos (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la

EMAAP-Q, 2009). Además se debe considerar que el ancho de las zanjas debe de ser lo suficientemente amplio para que permita a los obreros realizar los trabajos de instalación sin ningún inconveniente.

Según el manual técnico Novafort de Plastigama (2009) cuando el suelo donde se realizan los trabajos es considerado como estable se puede tomar en cuenta la siguiente tabla que presenta el ancho de zanja recomendable según el diámetro de la tubería que se va a emplear, en caso de que el suelo no sea considerado estable se pueden realizar trabajos de mejoramiento para estabilizarlo.

<b>Ancho Mínimo de Zanja Para Suelos Estables</b>	
<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Ancho Mínima de Zanja (m)</b>
110	0.45
160	0.45
200	0.50
250	0.55
300	0.60
400	0.70
500	1.00

*Grafica 3.3.* Ancho de zanjas recomendables en función del diámetro de la tubería (Manual Técnico Novafort de Plastigama, 2009).

### **Relleno de las zanjas**

Inmediatamente después de terminar los trabajos de excavación de las zanjas se procede a realizar la colocación de la tubería, relleno y compactación. Las etapas de relleno y compactación recomendadas para tuberías de PVC se muestran en la siguiente gráfica:





*Grafica 3.4.* Etapas de relleno y compactación recomendadas para tuberías de PVC (Manual Técnico Novaloc de Plastigama, 2011).

A continuación se indican las etapas de relleno según el manual técnico Novaloc de Plastigama (2011):

1. *Cimiento*: esta etapa depende de tipo de suelo que se tiene, si es que el suelo es considerado como estable no es necesario hacer este trabajo. Pero en caso de que el suelo sea inestable se lo debe mejorar colocando capas de material pétreo según los planos de diseño y compactarlo.
2. *Encamado*: es la capa sobre la cual se apoya la tubería, la conformación de esta capa para todas las tuberías de la red es obligatoria, ya que según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q (2009) las tuberías no pueden ser instaladas de forma que el apoyo sea directo a la

cimentación. Esta capa debe tener entre 5 cm y 10 cm de altura, y solo se puede colocar material de relleno especificado en los planos.

3. *Acostillado*: es la primera capa que conforma el relleno inicial, esta debe cubrir aproximadamente la mitad de la tubería. El material debe ser colocada y compactado de manera tal de proveer un asiento uniforme y un soporte lateral a la tubería.
4. *Relleno inicial*: consiste en la etapa de relleno que cubre la otra mitad de la tubería. Es necesario que esta capa sea rellena de 15 cm a 30 cm de altura desde el filo superior de la tubería.
5. *Relleno final*: es la etapa final de relleno de la zanja, su compactación es muy importante, y a partir de esta se puede utilizar el rodillo para compactar.

Se recomienda que en caso de que el material extraído de la excavación de las zanjas no sea el adecuado para el relleno, se adquiera material adecuado para realizar el relleno. Adicionalmente todo el agua y escombros deben de ser removidos antes de empezar con los trabajos de relleno, compactación e instalación, para que la ejecución de estos trabajos sean realizados sin ningún inconveniente (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Compactación de las zanjas**

Los rellenos deben realizar de una manera adecuada para obtener una nivelación correcta conforme a los planos de diseño. Adicionalmente los rellenos deben ser ejecutados utilizando herramientas mecánicas apropiados, para cada una de las distintas etapas que lo configuran (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

## **Parámetros de diseño del Alcantarillado Combinado**

### **Periodo de diseño**

Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q (2009) es el periodo de tiempo esperado para que una obra o sus elementos funcionen de manera adecuada. Para determinar el periodo de diseño de un proyecto se deben determinar algunos parámetros básicos como:

- Demanda del servicio.
- Capacidad de diseño para atender una demanda futura.
- Durabilidad de los materiales y equipos utilizados.
- Calidad del mantenimiento.
- Tasas de crecimiento poblacional.
- Factibilidad de ampliación de la obra o de sus elementos.
- Los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales deben proyectarse para un periodo de diseño mínimo de 30 años.

Teniendo en cuenta que los materiales que se van a utilizar son de PVC, que no se planea ningún tipo de ampliación del sistema de alcantarillado puesto que cada etapa tendrá su propia red de alcantarillado, de igual manera se tiene previsto que la población de la urbanización no va a presentar ningún crecimiento poblacional a futuro debido que el número de viviendas esta pre establecido. Conociendo estos parámetros se define que el periodo de diseño del sistema de alcantarillado combinado de la urbanización “Santa Inés” va a ser de 30 años.

### **Velocidad mínima**

Es la velocidad mínima permisible con la cual deben fluir las aguas residuales y pluviales dentro de la tubería evitando el depósito de sedimentos que provoquen taponamientos en la tubería. La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/s, la cual garantiza que los sólidos sean lavados durante periodos de bajo caudal. En caso de que no se pueda realizar un diseño con esta velocidad mínima, se debe incrementar la pendiente de la tubería (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Velocidad máxima**

El valor de velocidad máxima permisible está determinado por el material de la tubería que se va a emplear. Por lo general esta no debe sobrepasar los 5 m/s (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

A continuación se muestra la tabla con los materiales más comunes en el Ecuador con sus respectivas velocidades máximas.

<b>Material de la Tubería</b>	<b>Velocidad Máxima (m/s)</b>	<b>Coefficiente de Rugosidad</b>
Hormigón simple	3.5 – 5	0.013
PVC	5	0.011

*Grafica 3.5.* Valores de velocidad máxima y coeficientes de rugosidad de tuberías (Montero, 2011).

### **Pendiente mínima**

Es el valor que asegura el cumplimiento de la velocidad mínima de diseño. Dicho valor debe permitir la auto limpieza de la tubería. Se recomienda que la pendiente de cada tramo de tubería deba ser lo más semejante a la topografía del terreno para minimizar las obras de excavación (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Pendiente máxima**

Es el valor que asegura el cumplimiento de la velocidad máxima. Al igual que para la pendiente mínima, se recomienda que los tramos de tubería se asemejen al terreno para evitar las obras de excavación (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Profundidad hidráulica máxima**

Es el valor máximo de profundidad que una tubería debe tener con su caudal de diseño fluyendo. Este valor debe estar entre 70% y 85% del diámetro de la tubería, este valor brinda una aireación adecuada al sistema (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

### **Diámetro mínimo**

Es el diámetro mínimo de las tuberías permitido por las normas. Para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales es de 200 mm, mientras que para el alcantarillado pluvial es de 250 mm (Montero, 2011).

Para el caso de la urbanización “Santa Inés” donde se va utilizar un sistema de alcantarillado combinado se decide por utilizar el diámetro mínimo de la tubería de 250 mm.

### Área de aporte

Las aéreas de aporte se utilizan para distribuir de manera equivalente los caudales pluviales a los sumideros que se encuentran dentro de la urbanización. Estas aéreas se obtienen al subdividir el área original del terreno en aéreas de aporte de caudal pluvial para cada tramo de alcantarillado. Con estas aéreas se puede determinar los caudales pluviales de diseño (Villacís, 2013).

Teniendo en cuenta las características topográficas del terreno y la implantación arquitectónica de la urbanización, se puede realizar la división de aéreas a partir del siguiente criterio que Montero sugiere: “si la zona es relativamente plana y con manzanas rectangulares, se divide el rectángulo en dos mitades, después se trazan rectas inclinadas a  $45^\circ$  desde las esquinas teniendo como base los lados menores, para formar triángulos y trapecios como aéreas” (p. 18).

Cabe recalcar que para poder determinar las aéreas de aportación del terreno, es necesario que la red de distribución de alcantarillado y los pozos de revisión estén establecidos. En el anexo 5 se presentan las aéreas de aportación de la urbanización “Santa Inés”.

## Cálculo del Diseño del Alcantarillado Sanitario

### Densidad poblacional

La estimación de la población es un aspecto necesario para poder realizar el cálculo de los caudales de diseño. Debido a que la urbanización “Santa Inés” tiene sus áreas y lotes delimitados lo que asegura que no exista un crecimiento poblacional en el futuro. La estimación de habitantes es de 4 personas por cada lote y existen 88 lotes.

$$Densidad\ Poblacional = \frac{Población}{Área} \left[ \frac{Habitantes}{ha} \right]$$

$$Población = 88 \text{ [lotes]} \times 4 \left[ \frac{Habitante}{lote} \right]$$

$$Población = 352 \text{ [habitantes]}$$

$$Área = 2.07 \text{ [ha]}$$

$$Densidad\ Poblacional = \frac{352}{2.07} \left[ \frac{Habitantes}{ha} \right]$$

$$Densidad\ Poblacional = 170.05 \left[ \frac{Habitantes}{ha} \right]$$

### Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante para cubrir su consumo diario; se expresa en términos de litro por habitante por día. Existen varios aspectos que determinan la dotación de agua de la población como son los factores económicos, culturales y geográficos. En el Ecuador la dotación de agua se basa generalmente en el factor geográfico (Araque, 2011).

<b>Dotación de Agua Potable</b>	
<b>Ubicación Geográfica</b>	<b>Dotación (l/habitante día)</b>
Costa	220
Sierra	160
Oriente	220.10

*Grafica 3.6.* Dotación recomendada según la ubicación geográfica (Araque, 2011).

Debido a que la urbanización “Santa Inés” va a construirse en la costa, se determina la siguiente dotación de agua potable.

$$Dotación = 220 \left[ \frac{\text{litros}}{\text{habitante} * \text{día}} \right]$$

### **Coeficiente de retorno**

Es el porcentaje de agua potable de uso domestico entregado, que se descarga como agua servida al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Está representado por la letra  $k_r$  (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

<b>Coeficientes de Retorno de Aguas Servidas Domesticas</b>	
<b>Nivel de Complejidad del Sistema</b>	<b>Coeficiente de Retorno (<math>k_r</math>)</b>
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

*Grafica 3.7.* Valores del coeficiente de retorno recomendados según el nivel de complejidad del sistema (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).



Conociendo las características del proyecto y el nivel de complejidad del sistema de alcantarillado se opta por usar el siguiente valor para el coeficiente de retorno:

$$k_r = 0.8$$

### Caudal de aguas servidas

Para poder realizar el diseño del sistema de alcantarillado es necesario tener en cuenta los siguientes tres tipos de caudales: caudal medio diario, caudal medio final y caudal máximo instantáneo de aguas servidas, los cuales serán descritos a continuación.

#### 1. Caudal Medio Diario

Es el caudal diario de descarga que va a tener el sistema de alcantarillado.

$$Q_{md} = \frac{\text{Población}[\text{hab}] \times \text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86400 \left[ \frac{s}{\text{día}} \right]} \times k_r$$

$$Q_{md} = \frac{352[\text{hab}] \times 220 \left[ \frac{l}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86400 \left[ \frac{s}{\text{día}} \right]} \times 0.8$$

$$Q_{md} = 0.72 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

#### 2. Caudal Medio Final

Es considerado como el caudal normal de descarga que va a tener el sistema de alcantarillado, este caudal sirve para comprobar la capacidad de auto limpieza del la red (Montero, 2011).

$$Q_{mf} = \frac{\text{Densidad Poblacional} \left[ \frac{\text{hab}}{\text{ha}} \right] \times \text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86400 \left[ \frac{s}{\text{día}} \right]} \times k_r$$

$$Q_{mf} = \frac{170.05 \left[ \frac{hab}{ha} \right] \times 220 \left[ \frac{l}{hab * día} \right]}{86400 \left[ \frac{s}{día} \right]} \times 0.8$$

$$Q_{mf} = 0.346 \left[ \frac{l}{s * ha} \right]$$

### 3. Caudal Máximo Instantáneo

Es el producto del caudal medio diario multiplicado por el coeficiente de simultaneidad, este coeficiente sirve cuando se presenten descargas simultáneas en el sistema de alcantarillado. Se lo representa con la letra  $M$ .

Existen varios métodos de obtener este coeficiente, por lo general su valor esta dado en función de la población. Para el caso el caso de la urbanización “Santa Inés” se aplica el criterio del método de obtención de  $M$  a partir de la formula de caudal.

- $M = \frac{2.228}{Q_{md}^{0.073325}} \{ Q_{md} > 4 \left[ \frac{l}{s} \right] \}$
- $M = 4 \{ Q_{md} < 4 \left[ \frac{l}{s} \right] \}$

Debido a que el caudal medio diario tiene un valor menor a 4, se puede utilizar el coeficiente de mayoración  $M = 4$ .

$$Q_{max\ inst} = Q_{md} \times M$$

$$Q_{max\ inst} = 0.72 \times 4$$

$$Q_{max\ inst} = 2.88 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Es importante recalcar que para realizar el diseño del sistema de alcantarillado se utilizó el programa SewerCad, el mismo que diseña la red del

sistema asumiendo una simultaneidad de descarga, por lo que no es necesario utilizar este caudal.

### **Caudal aguas ilícitas**

Son los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios de los domicilios (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

En el caso de la urbanización “Santa Inés”, no se incluye el cálculo del caudal de aguas ilícitas, puesto a que se trata de un conjunto residencial privado donde las aéreas del terreno se encuentran delimitadas, y el diseño del sistema está basado en aéreas de aporte. Se recomienda que el caudal de agua ilícita para este tipo de proyectos no sea mayor a  $Q_{ilicidas} = 9 \frac{l}{ha \cdot día}$  lo que garantiza que el caudal de aguas ilícitas sea insignificante en comparación a los caudales pluviales para los que se va a diseñar el sistema de alcantarillado (Montero, 2011).

### **Caudal de infiltración**

Es la infiltración de agua a las redes de sistemas de alcantarillado que se da por fisuras en las tuberías o en las uniones de pozos con las tuberías. Existen factores que influyen en las infiltraciones como son: permeabilidad del suelo, topografía de la zona y su drenaje, la variación de altura del nivel freático con respecto a los colectores, calidad y tipo de las tuberías y uniones utilizadas (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

Para lograr obtener el cálculo del caudal de infiltración se procede a utilizar el siguiente criterio, que funciona cuando se usan juntas de PVC resistentes a la infiltración como en el caso de la urbanización “Santa Inés”, que va a utilizar juntas y tuberías de PVC (Montero, 2011).

- $Q_{inf} = \frac{42.51}{A^{0.3}}$  {para áreas entre 40.5 y 5000 hectareas}
- $Q_{inf} = 14 \frac{m^3}{ha*día}$  {para áreas menores a 40.5 hectareas}

Dado que el área de la urbanización es menor a 40.5 hectáreas se procede a utilizar como caudal de infiltración  $Q_{inf} = 14 \frac{m^3}{ha*día}$ .

$$Q_{inf} = 14 \left[ \frac{m^3}{día * ha} \right] \times \frac{1000}{1} \left[ \frac{l}{m^3} \right] \times \frac{1}{86400} \left[ \frac{día}{s} \right]$$

$$Q_{inf} = 0.162 \left[ \frac{l}{s * ha} \right]$$

### Caudal sanitario total

Es el caudal para el cual se va a diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de la urbanización “Santa Inés”.

$$Q_{S total} = Q_{mf} \left[ \frac{l}{s * ha} \right] + Q_{inf} \left[ \frac{l}{s * ha} \right] + Q_{ilicito} \left[ \frac{l}{s * ha} \right]$$

$$Q_{S total} = 0.346 \left[ \frac{l}{s * ha} \right] + 0.162 \left[ \frac{l}{s * ha} \right] + 0 \left[ \frac{l}{s * ha} \right]$$

$$Q_{S total} = 0.508 \left[ \frac{l}{s * ha} \right]$$

## Cálculo del Diseño del Alcantarillado Pluvial

### Coeficiente de escorrentía

Es la cantidad de agua lluvia que no es absorbida por la superficie del terreno, se lo puede considerar como la fracción de la precipitación total que va a escurrir por el sistema de alcantarillado pluvial. Este coeficiente varía según el tipo o material de la superficie, impermeabilidad del terreno y vegetación (Montero, 2011).

A continuación se presentan tablas que ayudan a determinar un valor aproximado del coeficiente de escorrentía.

<b>Tipo de Zonificación</b>	<b>c</b>
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.	0.70 – 0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad población con calles pavimentadas.	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas.	0.55 – 0.65
Zonas residenciales con baja densidad.	0.35 – 0.55
Parques y campos de deporte.	0.10 – 0.20

*Grafica 3.8.* Coeficiente de escorrentía según el tipo de zonificación (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>c</b>
Cubierta metalica o teja vidriada.	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada.	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones.	0.85 – 0.90
Pavimentos de hormigon.	0.80 – 0.85
Empedrados (juntas pequeñas).	0.75 – 0.80
Empedrados (juntas ordinarias).	0.40 – 0.50
Pavimentos con macadán.	0.25 – 0.60
Superficies no pavimentadas.	0.10 – 0.30
Parques y areas verdes.	0.05 – 0.25

*Grafica 3.9.* Coeficiente de escorrentía según el tipo de superficie (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

La urbanización “Santa Inés” se encuentra dentro de la zonificación de zonas residenciales medianamente pobladas, con un coeficiente de escorrentía  $C = 0.65$ . Las vías de la urbanización están dentro del tipo de superficies de pavimentos asfálticos con un coeficiente de escorrentía  $C = 0.90$ . Y las áreas recreativas y verdes tendrán un coeficiente de escorrentía  $C = 0.25$ , puesto que se encuentran dentro del tipo de superficie de parques y jardines. Conociendo los diferentes valores del coeficiente de escorrentía según la zonificación y los tipos de superficie se logró obtener el coeficiente de escorrentía promedio para la urbanización.

<b>Coefficiente de Escorrentía (C)</b>		
<b>Tipo de Zona o Superficie</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C</b>
Residenciales Medianamente Pobladas	8225.39	0.65
Áreas Recreativas y Jardines	7417.24	0.25
Pavimentos Asfálticos	5057.37	0.90
<b>Coefficiente de Escorrentía (C)</b>		<b>0.60</b>

*Grafica 3.10. Coeficiente de escorrentía promedio.*

### **Intensidad de lluvia**

Es la relación del volumen de lluvia que precipita en un área durante un tiempo determinado. Gracias a estudios previos y datos históricos registrados se determina que la intensidad de lluvia para la zona donde se encuentra ubicada la urbanización “Santa Inés” es la siguiente (Araque, 2010).

$$I_{TR} = 55 \left[ \frac{mm}{h} \right]$$

### **Tiempo de concentración**

Es el tiempo de viaje del agua lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe hasta llegar a dicha sección de desagüe. Está compuesto por  $t_i$ , que es el tiempo que se tarda en entrar hasta la tubería, y  $t_f$ , que es tiempo de recorrido a lo largo de la tubería (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

El tiempo de concentración se representa de la siguiente manera:

$$t_c = t_i + t_f$$

Donde,

$t_c$  = tiempo de concentración

$t_i$  = tiempo inicial

$t_f$  = tiempo de flujo a lo largo de la tubería

Para obtener el valor de  $t_i$  se puede recurrir a la siguiente tabla:

<b>Tiempo de Concentración Superficial (<math>t_i</math>)</b>	
<b>Características del Área de Drenaje</b>	<b>Tiempo</b>
Sumideros lejanos: zonas residenciales con superficies planas	20 – 30 minutos
Zonas medianamente pobladas con pendientes relativamente planas	10 – 15 minutos
Sumideros cercanos: zonas densamente pobladas con alto porcentaje de impermeabilidad	5 minutos

*Grafica 3.11.* Tiempo de concentración  $t_i$  (Orbe, 2011).

El tiempo de concentración  $t_i$  para la urbanización “Santa Inés” va a ser de 10 minutos, debido a que es considerada una zona medianamente poblada con pendientes relativamente planas.

Para obtener el valor de  $t_f$  se recurre a la siguiente expresión:

$$t_f = \frac{l}{v} [s]$$

Donde,

$l$  = longitud de la tubería

$v$  = velocidad con la que el agua circula en la tubería



Dado que la longitud de la tubería más larga es de 80 metros y velocidad mínima de 0.75 m/s en condiciones críticas, se obtiene el valor de  $t_f$ .

$$t_f = \frac{80}{0.75} [s]$$

$$t_f = 106.66 [s] \times \frac{1}{60} \left[ \frac{min}{s} \right]$$

$$t_f = 1.77 [min]$$

Conociendo los valores  $t_i$  y  $t_f$  se puede determinar el tiempo de concentración.

$$t_c = 10 [min] + 1.77 [min]$$

$$t_c = 11.77 [min]$$

$$t_c = 12 [min]$$

### Periodo de retorno

Es el periodo de tiempo que transcurre para que una precipitación de una determinada magnitud ocurra nuevamente, su abreviatura es TR. El tiempo de retorno varía según la importancia de la obra.

<b>Periodos de Retorno para Diferentes Ocupaciones del Área</b>		
<b>Tipo de Obra</b>	<b>Tipo de Ocupación del Área</b>	<b>TR (años)</b>
Alcantarillado Pluvial	Residencial	5
Alcantarillado Pluvial	Comercial	5
Alcantarillado Pluvial	Área con edificios de servicio público	5
Alcantarillado Pluvial	Aeropuertos	10
Alcantarillado Pluvial	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 – 20
Alcantarillado Pluvial	Áreas de importancia específica	50 – 100

*Grafica 3.11.* Periodo de retorno según el tipo de ocupación del área (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

La urbanización “Santa Inés” se encuentra dentro de la clasificación Residencial por lo que su periodo de retorno será  $TR = 5$  años.

### Caudal total de aguas lluvias

Es el caudal que se utilizará para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la urbanización “Santa Inés”.

$$Q_{P\ total} = \frac{C * I_{TR} * A}{360} \times 1000 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Donde,

$C =$  Coeficiente de escorrentía

$I_{TR} =$  Intensidad de lluvia  $\left[ \frac{mm}{h} \right]$

$A =$  Área de aporte [ha]

$$Q_{P\ total} = \frac{0.60 * 55 * 2.07}{360} \times 1000 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{P\ total} = 189.75 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

### **Cálculo del Diseño del Alcantarillado Combinado**

El caudal total que se utilizará para el diseño del sistema de alcantarillado combinado es el siguiente:

$$Q_{comb\ total} = Q_{S\ total} + Q_{P\ total}$$

$$Q_{comb\ total} = (0.508 + 189.75) \left[ \frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{comb\ total} = 190.258 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Para el diseño del sistema de alcantarillado como se mencionó con anterioridad se utilizará el programa SewerCad, el mismo que determina el diámetro necesitado de la tubería, de igual manera con ayuda de este programa se obtienen las pendientes y

velocidades requeridas para recolectar y transportar tanto las aguas residuales como las pluviales.

En el anexo 3 se presenta el sistema de alcantarillado combinado de la urbanización “Santa Inés”, con todos los parámetros necesarios para el diseño como: alturas, caudales y aéreas de aportación de cada pozo, así como también diámetros, caudales, pendientes y velocidades de las tuberías del sistema.

En el anexo 4 se presentan las conexiones de las cajas de revisión domiciliarias y de los sumideros de recolección de agua lluvia hacia el sistema de alcantarillado. Finalmente en el anexo 11 se presentan los perfiles del sistema de alcantarillado de las calles de la urbanización.

## DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

### Introducción

El agua es el elemento más importante y de mayor consumo para el hombre, considerándolo como un recurso indispensable para su desarrollo diario y subsistencia. En su estado natural la molécula de agua posee materiales orgánicos e inorgánicos que pueden ser dañinos para el consumo del ser humano, por esta razón es necesario que el agua obtenida de fuentes naturales pase por un proceso de purificación o saneamiento. De esta manera se obtiene el agua potable que se la define como aquella que es segura para beber y útil para los consumos domésticos (McGhee, 1999).

El suministro de agua potable que brindan los municipios de las ciudades debe de satisfacer las necesidades de caudal, presión y velocidad para lograr su distribución y transportación hacia los puntos demanda, y de esta manera abastecer a los habitantes de las ciudades. El dotar a la población de agua potable constante incrementa la calidad de vida de las personas, puesto que se satisface una necesidad básica. El no proveer la cantidad y calidad de agua potable que la gente necesita genera condiciones precarias de vida, e inclusive aumenta las probabilidades de que enfermedades afecten a la población.

El sistema de agua potable de la urbanización “Santa Inés” debe estar diseñado de tal manera que abastezca la necesidad de todos los habitantes, inclusive cuando el suministro de la red pública de agua potable sea escaso. Para garantizar el abastecimiento de agua, el caudal y la presión del sistema deben ser lo suficientemente elevado para lograr cubrir la demanda de todos los puntos de agua de la urbanización.

Según Rodríguez (2006), el consumo de agua potable va a depender del tipo de edificación, sus características y tamaño. Existen varios tipos de edificaciones como son: las viviendas unifamiliares, conjuntos residenciales de casas, viviendas multifamiliares, hospitales, escuelas entre otros.

La urbanización “Santa Inés” es un conjunto residencial de varias casas de un piso; la característica de este tipo de edificaciones es que solamente cuentan con una acometida para toda la urbanización proveniente de la red pública de agua y es el constructor el que se encarga de realizar el diseño de la red interna de distribución de agua que abastecerá a cada una de las viviendas.

### **Marco Legal**

El estudio y diseño de la red de agua potable para la urbanización “Santa Inés”, se basó en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2013, revisando específicamente el capítulo 16 en el que hace referencia a la Norma Hidrosanitaria de Agua.

### **Caudal**

Según el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, caudal es la cantidad de agua que pasa a través de una sección en una unidad de tiempo. Se expresa en lt/s, lt/min, m<sup>3</sup>/h (MIES, 2009).

### **Caudal máximo posible**

Se representa cuando la totalidad de aparatos sanitarios funcionan simultáneamente, este caudal no es considerado para los diseños ya que es improbable que esto ocurra (Pérez, 2005).

### **Caudal instantáneo mínimo:**

Es el caudal que se debe suministrar a cada uno de los aparatos sanitarios, sin necesidad que estos estén funcionando (Pérez, 2005).

### **Caudal máximo probable**

Es aquel se puede presentar en la red de distribución de la edificación con el uso normal de los aparatos sanitarios, este es el que se debe tomar en cuenta para el diseño (Pérez, 2005).

## **Presión**

Es el efecto que se produce cuando se aplica una fuerza a una superficie. Se expresa en kg/cm<sup>2</sup> o psi (Pérez, 2005).

Un metro de columna de agua (m.c.a) ejerce una presión de 0.1 kgf/cm<sup>2</sup>, sin importar el diámetro o sección de la columna (Pérez, 2005).

### **Requisitos de diseño**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2013), en su capítulo 16 que hace referencia sobre las normas hidrosanitarias, menciona lo siguiente sobre la presión:

- Si la presión disponible en la red pública de suministro es insuficiente, debe proveerse de un sistema de bombeo con tanque bajo y tanque alto mediante un equipo de presión.
- Toda tubería y accesorio instalado en la red interior debe resistir la presión de 150 m.c.a. o 213.36 psi, cuyo valor garantiza la resistencia a la presión de servicio y la provocada por fenómenos transitorios ó golpes de ariete que se pudieran generar en el sistema.
- Toda unidad de consumo y muebles sanitarios deberán proveerse por lo menos de una llave de corte. Deben instalarse las llaves de corte necesarias para facilitar las reparaciones en el sistema.
- Para conservar las presiones en la red de suministro dentro de un rango que brinde confort a los usuarios, se puede hacer uso de un sistema hidropresor, compuesto por un grupo motor – bomba – tanque hidroneumático, cuyas capacidades y dimensiones sean las que satisfacen las máximas y mínimas demandas de caudal y presión en cualquier espacio y tiempo dentro de la edificación.

### **Velocidad de diseño**

Está determinada por el caudal y el diámetro de la sección que conduce el fluido. Para cada fluido existe un valor máximo que no debe ser sobrepasado, en caso de que esto suceda el material de conducción puede sufrir un deterioro mayor al normal (McGhee, 1999).

### **Requisitos de diseño**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2013), en su capítulo 16 que hace referencia sobre las normas hidrosanitarias, menciona lo siguiente sobre la velocidad de diseño:

- La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s.

### **Deposito de Almacenamiento**

Son depósitos que se encuentra dentro de la edificación y se encargan del almacenamiento del agua para abastecer a todo la red interior de distribución de agua potable en caso de que la red pública falle o no abastezca a toda la urbanización (MIES, 2009).

### **Requisitos de diseño**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2013), en su capítulo 16 que hace referencia sobre las normas hidrosanitarias, menciona lo siguiente sobre los depósitos de almacenamiento de agua potable:

- Debe proveerse un depósito de almacenamiento, cuyo volumen útil corresponda al consumo que se requiere en la edificación para el suministro estimado en 24 horas.
- Los depósitos de agua deberán diseñarse y construirse de tal manera que garanticen la potabilidad del agua en el tiempo y que no permita el ingreso de ningún tipo de contaminante.



- El cálculo de volúmenes mínimos de los depósitos de almacenamiento en edificaciones e inmuebles destinados a usos específicos, se hará en consideración con las siguientes dotaciones:

<b>Tipo de Edificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Unidad</b>
Bloques de viviendas.	L/habitante/día	200 – 300
Bares, cafeterías y restaurantes.	L/m <sup>2</sup> /día	40 – 60
Camales y planta de faenamiento.	L/cabeza	150 – 300
Cementerios y mausoleos.	L/visitante/día	3 – 5
Centro comercial.	L/m <sup>2</sup>	15 – 25
Cines, templos y auditorios.	L/concurrente/día	5 – 10

*Grafico 4.1.* Dotaciones para edificaciones de uso específico (NEC, 2013).

- Los depósitos enterrados o semienterrados para almacenamiento de agua deben construirse con algún material que brinde adecuadamente resistencia a las cargas; deben ser revestidos con aditivos impermeabilizantes; tales que, en conjunto no permitan el deterioro de la calidad del agua potable.
- El material de la tubería hasta el depósito de almacenamiento puede ser de acero galvanizado y protegida con pintura anticorrosiva, polietileno o PVC.

## **Tipos de alimentación de una red**

Según Rodríguez (2006), existen dos tipos de alimentación para una red interior de agua potable que viene desde la red municipal, estos son los siguientes:

### **Sistema de alimentación directa**

Funciona cuando la red municipal de agua potable abastece directamente a la edificación sin necesidad de utilizar equipos auxiliares. Este sistema funciona cuando la presión con la que viene el agua desde la red pública es superior a la presión necesitada para alimentar a cada aparato sanitario de la edificación (Rodríguez, 2006).

### **Sistema de alimentación indirecta**

Según Rodríguez (2006), existen tres tipos de alimentación indirecta.

1. *Tanque de elevado*: Para el funcionamiento de este sistema, el agua que proviene de la red pública debe llegar hasta el tanque de almacenamiento. En caso de que la red municipal falle el tanque elevado de reserva abastece de agua a la edificación.
2. *Sistema hidroneumático*: Este sistema funciona suministrando presión al agua de la red interior de la edificación, sin necesidad de tener un tanque de reserva. Existen dos tipos de tanques de presión, los horizontales que sirven para trabajos más pesados y los verticales que sirven para trabajos más livianos.
3. *Sistema de presión constante*: El agua es suministrada a toda la red interior mediante el uso de bombas, que succionan el agua de un tanque de reserva subterráneo o cisterna, y la reparte a toda la red interior de la edificación según la demanda que exista.

## Caudal y Presiones Recomendadas

Tanto la presión como el caudal de suministro de los aparatos sanitarios dependen del modelo que se vaya a utilizar. La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2013) sugiere que para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios, es decir bajo condiciones normales, provea los caudales instantáneos mínimos a las presiones dadas en la siguiente tabla:

Aparato Sanitario	Caudal Instantáneo Mínimo (l/s)	Presión		Diámetro según INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m.c.a.)	Mínima (m.c.a.)	
Bañera/ tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores/ calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con deposito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Maquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco o hidromasaje	1.00	15.0	10.0	25

*Grafico 4.2. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios (NEC, 2013).*

## **Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable**

Para el diseño de la red interna de distribución de agua potable de la urbanización “Santa Inés” se debe tomar en cuenta la ubicación de la tubería que va desde la cisterna hasta cada domicilio. Para esto hay que tener en cuenta que la red de alcantarillado va estar ubicado en el eje de las vías internas de la urbanización, por lo que se decide colocar la tubería de distribución bajo las aceras del conjunto.

Para evitar posibles problemas de presión que afecten al funcionamiento de los aparatos sanitarios colocados en las viviendas y por ende que causen incomodidades a los habitantes de la urbanización, se opta por utilizar un equipo hidropresor conformado por un motor, bomba y tanque hidroneumático con el fin de garantizar una presión adecuada en la tubería. La presión en la tubería y en los accesorios del sistema no debe sobrepasar los 213.36 psi, de esta forma se asegura la resistencia a la presión de servicio o a la presencia de un transitorio fenómeno tal como la Norma Ecuatoriana de la Construcción menciona.

Es necesario garantizar el abastecimiento de agua potable a los habitantes para evitar inconveniente, por lo que es necesario construir un depósito de almacenamiento o cisterna. Para esto hay que tener en cuenta el número de habitantes que va a tener la urbanización y la dotación de agua que se requiere por habitante. Se estima que la población de la urbanización va a ser de 4 personas por cada casa, es decir 352 habitantes. En cuanto a la dotación de agua la Norma Ecuatoriana de la Construcción menciona que los bloques de viviendas deben tener una dotación de agua potable de 200 a 350 litros/habitante/día. Con esta información se decide construir una cisterna para el almacenamiento de agua potable, la misma que debe cumplir los requisitos tanto

constructivos como de abastecimiento que la Norma Ecuatoriana de la Construcción hace referencia. Conociendo el número de habitantes de la urbanización que es de 352 y el volumen de la cisterna puede almacenar 125,00 litros, se logra determinar que la dotación de agua potable es de 355 litros/habitante/día, valor que está por encima del rango mencionado en la norma. Esto asegura a los habitantes que no va a existir ningún problema de abastecimiento de agua. En el anexo 8 se puede observar el diseño y dimensiones de la cisterna.

Finalmente conociendo la población estimada de la urbanización y la dotación de agua se procede a seleccionar el material y las dimensiones de la tubería que se va a colocar en la red interna de distribución. Con ayuda de los conocimientos y experiencia del Ing. Miguel Araque se decide utilizar tubería de PVC de 2 pulgadas de diámetro para toda la red de distribución que va desde la cisterna, salvo para las acometidas domiciliarias y conexiones internas que se va utilizar tubería de PVC de 1 pulgada de diámetro. Esta disminución en el diámetro de la tubería ayuda a incrementar la presión y caudal de agua potable que ingresa a las viviendas, lo cual beneficia al funcionamiento de los aparatos sanitarios.

En el anexo 7 se presenta la red de distribución interna de agua potable de la urbanización “Santa Inés”, junto con la ubicación de la cisterna, disposición de las tuberías y diámetro de las mismas.

## DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

### Introducción

El sistema contra incendios es un conjunto de medidas precautelares que se colocan en una edificación con el fin de contrarrestar el fuego en caso de un incendio. Es sumamente importante que toda edificación este dotada de un sistema contra incendios que cumpla con todos los requisitos estipulados en las normas, ya que de su diseño y funcionamiento dependen vidas humanas y bienes materiales (Pérez, 2005).

Los incendios pueden ser una de las causas más catastróficas para una edificación, ya que varios de los materiales que se utilizan para su construcción y la mayoría de bienes que se encuentran dentro de la edificación pueden ser consumidos de forma muy rápida por el fuego. Debido a esto es necesario implementar un sistema contra incendios que sea de uso y acceso seguro tanto para los habitantes del conjunto como para los bomberos en caso de emergencias.

Según el Cuerpo de Bomberos de Quito en un estudio realizado en el año 2013 determinó que las principales causas de incendios son las instalaciones eléctricas improvisadas y el deterioro de las instalaciones de gas. El 25% de los incendios registrados fueron por causa de daños en las instalaciones eléctrica, en el momento que se presenta un cortocircuito se genera un arco eléctrico que puede alcanzar entre 1000 °C y 2000 °C, con esa temperatura si la chispa o arco eléctrico toca algún superficie apta para que el fuego se propague seguramente se producirá un incendio.

Durante un incendio la temperatura oscila entre los 800 °C y los 1200 °C, con tan altas temperaturas el fuego puede consumir rápidamente cualquier elemento consumible.

### **Marco Legal**

El estudio y diseño del sistema contra incendios para la urbanización “Santa Inés”, se basó en el reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ecuador.

La jurisdicción encargada de la ciudad de Quevedo es el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, debido a que la provincia de Quevedo se encuentra en la segunda zona, con sede en Guayaquil.

A continuación se presentan algunas de las normas del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (MIES, 2009) que se utilizaron para el diseño del sistema contra incendios de la urbanización “Santa Inés”.

- Art. 1.- Las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería.
- Art. 2.- Corresponde a los cuerpos de bomberos del país, a través del Departamento de Prevención, cumplir y hacer cumplir lo establecido en la Ley de Defensa Contra Incendios y sus reglamentos.

*DISPOSICIONES GENERALES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PARA URBANIZACIONES*

- Art. 108.- Las estructuras de las edificaciones, conjunto de viviendas unifamiliares, bloques multifamiliares o soluciones arquitectónicas combinadas que conforman la urbanización deben garantizar las condiciones de seguridad, tales como los sistemas de seguridad contra incendios que se señalan en este reglamento.
- Art. 110.- Los proyectos de urbanización deben contemplar los requisitos de abastecimiento de agua para el consumo máximo diario y el caudal exclusivo para incendios. El incremento del caudal del consumo máximo diario será del 10% para incendios.
- Art. 111.- Los proyectos de urbanización deben integrarse al sistema vial del sector para una fácil localización y llegada en casos de incidentes.
- Art. 112.- Los hidrantes se ubicarán debidamente señalizados, en lugares accesibles para los vehículos del Cuerpo de Bomberos. La distancia entre hidrantes no será mayor de doscientos metros (200 m) entre ellos, debe estar disponible para su uso inmediato y con la presión adecuada. Desde una instalación de hidrantes no debe hacerse ninguna conexión de agua que no sea para otro propósito que la lucha contra el fuego.
- Art. 143.- Cada unidad de vivienda dispondrá de un extintor portátil de 10 libras tipo ABC o su equivalente, en el área considerada de mayor riesgo.
- Art. 330.- Visto bueno en urbanizaciones.- Todo proyecto urbanístico requiere obtener el respectivo visto bueno de planos para edificación con el sistema de prevención contra incendios previo al registro de planos por parte del Municipio de cada jurisdicción.



- Art. 331.- La persona interesada o profesional responsable del proyecto debe presentar en el área técnica del Departamento de Prevención del Cuerpo de Bomberos, el plano de la red de distribución de agua potable con la ubicación de los hidrantes.

### **Condiciones Generales de Diseño**

Para el diseño de un apropiado sistema contra incendios según Pérez (2005), es muy importante tener en cuenta las siguientes condiciones de diseño, las mismas que se aplicaron para el diseño del sistema contra incendios de la urbanización “Santa Inés”.

- Todo tipo de edificación debe contar con un sistema contra incendios que sea el adecuado según el nivel de riesgo y las características del tipo de construcción de la edificación.
- El sistema de suministro y red de distribución de agua para el sistema contra incendios de una edificación debe de ser obligatoriamente independiente del sistema de agua potable.
- Se recomienda que el tanque de reserva para el suministro de agua en caso de un incendio sea independiente a la reserva de agua de consumo diario. En algunas ocasiones se puede utilizar el tanque de reserva general de la edificación como tanque de reserva para la protección de incendios, siempre y cuando la toma de agua de la bomba del sistema contra incendios esté ubicada a un nivel inferior que la toma de agua de la bomba de abastecimiento de agua potable. De esta manera se asegura que siempre exista un volumen óptimo de reserva de agua en caso de alguna emergencia.
- Está prohibido utilizar tubería de plástico para toda clase de servicios del sistema contra incendios. Solamente se puede utilizar tubería plástica en las conexiones

que son subterráneas, pero se recomienda que por seguridad no se utilice material plástico.

- El suministro de electricidad que permiten el funcionamiento de las bombas del sistema contra incendios, tanto la acometida como su circuito, deben de ser independientes del suministro eléctrico del resto de la edificación. De tal manera que en caso de que se presente un incendio y la urbanización quede sin energía eléctrica, la corriente de energía que abastece las bombas del sistema contra incendios sigan funcionando sin ninguna afectación.

### **Características del Suministro de Agua**

El sistema contra incendios puede utilizar cualquier tipo de suministro de agua para abastecer de manera automática las salidas de agua del sistema contra incendios en caso de una emergencia (Pérez, 2005).

A continuación se presentan algunas opciones que Pérez (2005), sugiere para el suministro del agua:

- Abastecimiento de la red pública, cuando el caudal y la presión necesaria sean garantizados.
- Bombas automáticas.
- Bombas controladas manualmente junto con tanques de presión.
- Tanques de presión hidroneumáticos.
- Tanques de gravedad.
- Bombas operadas a control remoto desde la toma de agua o gabinete.

## **Conexiones para el uso de Bomberos**

Las conexiones que se necesitan para el uso de bomberos son denominadas siamesas que son dos medios de conexión en una misma pieza de idénticas características y dimensiones (MIES, 2009).

A continuación Pérez (2005), presenta algunas especificaciones que se debe tener en cuenta para realizar las conexiones para el uso de bomberos:

- La edificación deberá estar provista de una o más conexiones siamesas cuando se especifican los servicios de Clase II y Clase III, para los servicios de Clase I no son necesarias este tipo de conexiones pero la colocación de estas dependerá de las características de la edificación.
- Las conexiones de entrada de las siamesas deberán de ser tipo hembra giratoria, y no se colocará válvulas de cierre en dichas conexiones.
- Las conexiones para las mangueras deberán estar provistas de tapas que eviten la manipulación de las conexiones, pero deben de ser colocadas de manera adecuada para que su remoción sea fácil y rápida.
- Las conexiones siamesas para la conexión a las mangueras de los bomberos deben de ser colocadas en lugares de fácil acceso.

## **Control y Mantenimiento de las Tuberías del Sistema Contra Incendios**

Cuando el sistema contra incendios este terminado, se debe verificar su funcionamiento. Para esto se realiza una prueba hidrostática a una presión sometida que no sea menor 1.4 MPa (200 psi) o 0.35 MPa (50 psi) por encima de la presión normal de funcionamiento durante dos horas. Este ensayo se lo debe de realizar periódicamente con el fin de determinar el estado del sistema contra incendios. Cabe recalcar que se

recomienda tener un registro después de cada prueba para poder tener un control sobre el estado del sistema contra incendios (Pérez, 2005).

## **Componentes del Sistema Contra Incendios**

### **Bombas**

Son equipos que sirven para extraer, elevar e impulsar el agua a través de tuberías o mangueras. Pueden ser centrifugas, rotatorias o de presión para combatir incendios, están deben de ser diseñadas para cumplir los requerimientos de caudal y presión (Pérez, 2005). Adicionalmente las bombas del sistema contra incendios deben de tener la capacidad de funcionar cuando el suministro de energía es cortado o desconectado. Para esto se puede utilizar moto bombas a diesel, o bombas eléctricas que estén conectadas a un generador eléctrico.



*Grafica 5.1.* Bomba centrifuga (Imagen obtenida de Maq & Solutions).

### **Boca de Impulsión para Incendios**

Pueden ser hidrantes o siamesas, q son accesorios que están compuestos por dos salidas hembra y una válvula de retención que están conectados directamente al sistema contra incendios (Pérez, 2005).

Según el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (MIES, 2009) menciona en su Art. 3.- “La red hídrica de servicio contra incendios dispondrá de una derivación hacia la fachada principal del edificio o hacia un sitio de fácil acceso para los vehículos de bomberos y terminará en una boca de impulsión o una siamesa en bronce bruñido. Adicionalmente debe estar ubicada a una altura mínima de noventa centímetros (90 cm) del piso; las salidas serán de 2½ pulgadas (63.5 milímetros) de diámetro cada una y la derivación en hierro galvanizado del mismo diámetro de la cañería. La boca de impulsión o siamesa estará colocada con las respectivas tapas de protección señalizando el elemento conveniente con la leyenda < BOMBEROS>.”



*Grafica 5.2. Conexión siamesa (Imagen obtenida de SYS Tec).*

### **Tanque de Reserva para incendios**

Son depósitos que se encuentra dentro de la edificación y se encargan del almacenamiento del agua para abastecer a todo el sistema contra incendios en caso de una emergencia. Estos tanques de reserva o cisternas deben proveer de agua por un período no menor a una hora en caso de suspensión del suministro de la red general pública (MIES, 2009).

El Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (MIES, 2009) en sus artículos 42 y 44 hace referencia sobre los tanques de reserva para el sistema contra incendios y menciona lo siguiente:

- Art. 42.- Se construirá una cisterna exclusiva para incendios, en el lugar graficado en los planos aprobados; con materiales resistentes al fuego y que no afecten la calidad del agua.
- Art. 44.- Si la cisterna de reserva es de uso mixto (servicio sanitario y para la red de protección contra incendios) debe asegurarse que la acometida para cada una de ellos se ubique a alturas que justifiquen las respectivas reservas, colocándose siempre la toma para incendios desde el fondo mismo de la cisterna de reserva.

### **Boca de Incendio**

El Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (MIES, 2009) define a la boca de incendio como un mecanismo de extinción constituido por una serie de elementos acoplados entre sí y conectados a la reserva de agua del sistema contra incendios. Los elementos que componen la boca de incendio son:

- Manguera de incendios
- Boquilla o pitón

- Gabinete contra incendios, existen tres clases diferentes de gabinetes de acuerdo al nivel de riesgo. (Pérez, 2005).

El Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (MIES, 2009) en el artículo 34 menciona las especificaciones que debe cumplir una boca de incendios.

1. *Manguera de incendios:* Debe ser de material resistente, de un diámetro de salida mínima de 1½ pulgadas (38 mm) por 15 metros de largo y que soporte 150 psi de presión, en uno de sus extremos existirá una boquilla o pitón regulable.
2. *Boquilla o pitón:* Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos así como a la corrosión, tendrá la posibilidad de accionamiento para permitir la salida de agua en forma de chorro o pulverizada.
3. *Gabinete contra incendios:* En su interior deben de estar todos los elementos que componen la boca de incendio. Deben estar colocados a 1.20 metros de altura desde el piso hasta el eje del gabinete, empotrados en la pared y con la señalización correspondiente. Tendrá las siguientes dimensiones 0.80 x 0.80 x 0.20 metros y un espesor de lámina metálica de 0.75 mm. Con cerradura universal (triangular). Se ubicará en sitios visibles y accesibles sin obstaculizar las vías de evacuación, a un máximo de treinta metros (30 m) entre sí. Además en su interior debe contar con un extintor de 10 libras (4.5 kilos), con su respectivo accesorio de identificación, una llave spanner, un hacha pico de cinco libras (5 lbs.), la que debe estar sujeta al gabinete. Los vidrios de los gabinetes contra incendios tendrán un espesor de dos a tres milímetros (2 a 3 mm) y bajo ningún concepto deben ser instalados con masillas o cualquier tipo de pegamentos.



*Grafica 5.3. Gabinete contra incendios (Imagen obtenida de SYS Tec).*

### **Tipos de Riesgos**

1. *Leve*: Aquí se encuentran las edificaciones que son construidas con materiales de baja combustibilidad como viviendas familiares y multifamiliares, escuelas, restaurantes, hospitales (Pérez, 2005).
2. *Moderado*: Están presentes edificaciones que sus materiales constructivos arden con relativa rapidez como plantas procesadoras de cemento, alimentos, fabricas de vidrio (Pérez, 2005).
3. *Alto*: Son edificaciones que son construidas con materiales que arden con rapidez, o que dentro de la edificación existen materiales que pueden ser consumidos por el fuego de forma muy rápida. Producen humo en grandes cantidades e inclusive puede existir posibles explosiones (Pérez, 2005).



### Tipos de Gabinetes

#### 1. Clase I

<b>Manipulación</b>	<b>Cualquier persona</b>
Diámetro de salidas para conexiones	1 ½"
Conexiones siamesas	No
Longitud de la manguera	30 m
Caudal mínimo	6.3 l/s
Presión mínima	55 psi
Riesgo	Leve

*Grafica 5.4. Gabinete contra incendios clase I (Pérez, 2005)*

#### 2. Clase II

<b>Manipulación</b>	<b>Cuerpo de bomberos o personal entrenado</b>
Diámetro de salidas para conexiones	2 ½"
Conexiones siamesas	Si
Longitud de la manguera	30 m
Caudal mínimo	32 l/s
Presión mínima	55 psi
Riesgo	Leve o Moderado

*Grafica 5.5. Gabinete contra incendios clase II (Pérez, 2005)*

### 3. Clase III

<b>Manipulación</b>	<b>Cuerpo de bomberos o personal entrenado</b>
Diámetro de salidas para conexiones	2 ½"
Conexiones siamesas	Si
Longitud de la manguera	30 m
Caudal mínimo	32 l/s
Presión mínima	55 psi
Riesgo	Moderado o Alto

*Grafica 5.6. Gabinete contra incendios clase III (Pérez, 2005)*

#### **Diseño del Sistema Contra Incendios**

Después de revisar cuidadosamente el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios y determinar todos los elementos que se van a implementar en el sistema contra incendios se procede a realizar el diseño del mismo.

Primero se debe determinar los elementos del sistema contra incendios que se van a utilizar y su respectiva ubicación. Antes se determinó que para esta urbanización se va a utilizar conexiones siamesas y bocas de incendios. A continuación se debe asegurar que las conexiones siamesas estén ubicadas a 90 cm del piso y que entre cada conexión no exista una distancia mayor a 200 m. De igual manera se debe asegurar que las bocas de incendios tengan todos los elementos que el reglamento exige y que la distancia entre gabinetes contra incendios no supere los 30 m.

Los gabinetes contra incendios que se van a colocar en la urbanización “Santa Inés” son de Clase I, estos serán instalados en muros de hormigón armado de 2.00 x 1.00 x 0.40, estas dimensiones van a permitir que el gabinete quede empotrado tal como el reglamento lo indica.

Se colocaran 8 de conexiones siamesas, 18 gabinetes contra incendios y adicionalmente se entregará a cada casa un extintor de 10 libras, es decir las 88 casas y 1 para la garita de guardianía contarán con su propio extintor, un total de 89 extintores.

Conociendo la ubicación de los elementos del sistema que se van a utilizar se procede a diseñar la red de distribución del sistema contra incendios y la conexión al tanque de reserva. Para esto se ha decidido utilizar tubería de hierro galvanizado de 3 pulgadas de diámetro, la misma que debe ser independiente a la tubería de abastecimiento de agua potable tal como el reglamento lo menciona. Hay que mencionar que debido a que el sistema de alcantarillado va estar ubicado en el eje de las vías internas de la urbanización, se decide colocar la tubería del sistema contra incendios debajo de las aceras al igual que la tubería de distribución de agua potable.

Para el abastecimiento de agua del sistema contra incendios se opta por utilizar una cisterna mixta, es decir la cisterna de reserva va a suplir el abastecimiento de agua potable y de agua para el sistema contra incendios. Para que el uso de la cisterna mixta sea aprobada por el cuerpo de bomberos se debe verificar que la toma de agua del sistema contra incendios este a un nivel inferior que la toma de agua potable. También se debe tener en cuenta que si la cisterna va a ser mixta, esta debe de tener un volumen

necesario como para suplir las necesidades de provisión de agua. En el anexo 8 se presenta el diseño y dimensiones de la cisterna.

Para determinar el tipo de bomba que se va utilizar en el sistema contra incendios se recurre a la empresa Maq & Solutions, en base al plano del diseño del sistema contra incendios, el personal técnico de dicha empresa determinó que la bomba adecuado para abastecer al sistema en caso de una emergencia es una bomba centrifuga de 10 HP.

La bomba contra incendios va estar conectada a un generador eléctrico, lo que va a garantizar su funcionamiento inclusive cuando la energía de la urbanización sea desconectada.

En el anexo 7 se presenta el plano del sistema contra incendios junto con la ubicación de la cisterna de reserva, conexiones siamesas, gabinetes contra incendios y distribución de la tubería.

## SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

### **Sistema Automático de Detección de Incendios**

Los sistemas automáticos de detección de incendios son equipos diseñados para detectar de forma precoz indicios de un posible incendio y crear una alerta en caso de que esto suceda. Estos sistemas deben de tener dos características muy importantes como son la fiabilidad y la rapidez de detección. La fiabilidad del sistema es indispensable para descartar que se no presenten falsas alarmas y la rapidez de detección depende la ejecución del plan de emergencia y respuesta de los bomberos, que en caso de emergencia es decisivo para salvar vidas y que los bienes materiales sufran el menor daño.

Los incendios son considerados uno de los mayores desastres al que el ser humano se puede enfrentar, no solamente por las consecuencias que este conlleva sino también por la velocidad de propagación y dificultad de controlar. En la actualidad existen productos de detección de incendios de alta tecnología que se adaptan para cualquier tipo de necesidad que se requiera y además brindan una mayor protección, confiabilidad y eficacia en el caso de una emergencia.

En la urbanización “Santa Inés” se pretende utilizar equipos de última tecnología para la detección de fuego, con el fin de garantizar seguridad y tranquilidad a los habitantes. Se decidió optar por la utilización de equipos tecnológicos contra incendios debido a que el conjunto habitacional se encuentra en la región de la Costa, lugar donde existe una alta probabilidad de incendios. Además en los alrededores de la urbanización existen grandes cantidades de arboles de teca y mucha vegetación.

## **Elementos de un Sistema Automático de Detección de Incendio**

Los elementos que componen un sistema de detección de incendio son los siguientes: panel de control central, indicadores de alarma (detectores de humo, pulsadores manuales de emergencia) y elementos de sonorización (sirenas, alarmas audibles/visibles).

A continuación se presentan las características de los elementos que se van a utilizar en el sistema de detección de incendios de la urbanización “Santa Inés”.

### **Panel de control**

Es un tablero de control protegido por una caja metálica, la cual supervisa y controla los detectores de humo, pulsadores manuales y alarmas. En caso de una alerta de incendios las señales son recibidas por el panel de control.

Existen dos tipos de paneles de control, los convencionales y los direccionales. Las centrales convencionales advierten que unos de los equipos (detectores de humo o pulsadores de emergencia) han sido activados, pero no especifica cuál de los equipos fue activado. Mientras que la alarma direccional informa la zona y el equipo exacto que fue activado.

### **Detectores de humo**

Es un dispositivo electrónico de alta tecnología que permite detectar y dar alarmas en presencia de humo originado por combustión. La detección de indicios de fuego es fiable y tiene resistencia a falsas alarmas causadas por el vapor. Su alimentación eléctrica es por medio de una batería reemplazable lo que le permite

funcionar de manera independiente en caso de emergencias. En caso de ser activada por la presencia de humo, dispara una señal que llega a la central de alarma contra incendios.

### **Pulsador de emergencia**

Es un aparato que posee una palanca, el cual en caso de emergencia tiene que ser activado manualmente, y automáticamente envía una señal de alerta a la central de alarma contra incendios.

### **Alarma audible/visible**

Está compuesta por una sirena o bocina y luces estroboscópicas que en caso de emergencia advierte la atención de los habitantes y permiten guiar a las personas hacia las rutas de evacuación.



*Grafica 6.1.* Sistema de alarma contra incendios (Imagen obtenida de [www.informaticacomercial.com](http://www.informaticacomercial.com)).

## Presupuesto del Sistema Automático de Detección Contra Incendios

A continuación se presenta el presupuesto del sistema automático de detección de incendios que se ha propuesto para la instalación en la urbanización “Santa Inés”.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total en USD
Central de alarma FN-LCD-N Hochiki	1	2,500.00	2,500.00
Pulsadores de emergencia DCP-AMS Hochiki	18	19.80	356.40
Detector de humo ALK-V Hochiki	176	29.20	5,139.20
Alarma audible/visible Nexus 110 AC Edwards Signaling	5	250.00	1,250.00
Materiales para la instalación y mano de obra	1	800.00	800.00
		<b>TOTAL EN USD</b>	US\$ 10,045.60

*Grafica 6.2.* Presupuesto del sistema de alarma contra incendios.

## Beneficios del Sistema Automático de Detección de Incendios

Los beneficios que este sistema de detección de incendios brinda a los habitantes de la urbanización son algunas como:

- La protección de las personas que habitan las casas, incluso cuando están durmiendo.
- El sistema de alarma alerta a los habitantes para que en caso de emergencia puedan salir de sus hogares y protegerse del fuego.



- El sistema de alarma contra incendios protege también los bienes materiales que se encuentran dentro de las casas y a la urbanización en general.
- En caso de emergencia el tablero central de la alarma envía una señal de alerta a los números de emergencia registrados en la memoria del equipo. Así en caso de emergencia de incendios los bomberos no tardarían en enterarse y acudir al sitio.

### **Instalación del Sistema Automático de Detección de Incendios**

Primero se define los elementos del sistema automático de detección de incendios que se van a utilizar en la urbanización “Santa Inés”, estos son un tablero central, detectores de humo en cada casa, pulsadores de emergencia en cada gabinete y alarma audible/visible ubicadas estratégicamente.

Se instalarán 2 detectores de humo por cada casa, este número de detectores de humo es suficiente para el tamaño de las viviendas que se van a construir. También se colocarán los pulsadores de emergencia en cada gabinete contra incendio. En total se entregaran 176 detectores de humo y 18 pulsadores de emergencia. También se colocaran 5 alarmas audibles/visibles en sitios estratégicos, para que en caso de emergencia todos los habitantes del conjunto sean advertidos y sigan las alarmas visibles con luces estroboscópicas para que se ubiquen en sitios seguros.

El panel de control va a estar colocado en la garita de guardianía, es un panel de tipo direccional, es decir que en caso de que una señal sea activada por algún detector de humo o pulsador manual el panel de control automáticamente realiza las siguientes tres funciones: activa las alarmas audibles/visibles, identifica la zona donde se produjo

la señal de alerta y comunica inmediatamente al cuerpo de bomberos que la edificación necesita un servicio de emergencia.

Las conexiones eléctricas del panel de control, pulsadores manuales y alarmas audibles/visibles deben estar conectadas al generador eléctrico de la urbanización para que en caso de que el suministro de luz falle estos equipos sigan funcionando de igual manera.

En el anexo 7 se presenta el plano del sistema contra incendios junto con la ubicación de las alarmas audibles/visible y de los pulsadores de emergencia que van estar ubicados en cada gabinete de incendio.

### **Sistema Automático de Video-Vigilancia**

Son sistemas modernos de vigilancia que permiten tener control de una o varias zonas determinadas por medio de la utilización de cámaras de seguridad, dichas cámaras deben ser instaladas en lugares estratégicos para lograr un adecuado ángulo de visión. El objetivo principal de este tipo de sistemas es la prevención y detección de siniestros.

Las cámaras de video registran todo lo que esta ocurriendo y envían las imágenes de video en tiempo real a la central de monitorización, donde son grabadas y reproducidas. En caso de que una situación atípica se presente, las imágenes de video captadas por las cámaras de vigilancia pueden alertar al equipo de seguridad para tomar las medidas necesarias. En caso de que sea necesario se puede revisar las grabaciones.

La población ecuatoriana en vista de los altos índices delictivos que existen en la actualidad prefiere estar preparada y evitar ser víctimas de la delincuencia, por lo que ha

recorrido al uso de este tipo de sistemas para su seguridad, creando una gran demanda de estos productos.

### **Elementos de un Sistema Automático de Video-Vigilancia**

Los elementos que componen un sistema de video-vigilancia son los siguientes: cámaras de video y una central de monitorización que está compuesto por un grabador digital y un monitor. A continuación se presentan las características de los elementos que se van a utilizar en el sistema video-vigilancia de la urbanización “Santa Inés”.

#### **Cámara de video**

Son equipos de alta tecnología donde se genera la imagen, estas cámaras deben tener las siguientes características:

- Deben ser duales para poder visualizar imágenes tanto en el día como en la noche.
- Resistentes a la intemperie y a condiciones ambientales.
- Buena resolución de imagen.
- Anti hurtos.

#### **Central de monitorización**

Está compuesta por el monitor y grabador digital.

##### *1. Monitor*

Es donde la imagen de video capturada por la cámara es reproducida, la característica principal este tipo de monitores es la durabilidad de la pantalla, ya que esta debe funcionar las 24 horas sin pérdida de la calidad de imagen.

## 2. Grabador digital

Es un dispositivo donde las imágenes de video capturadas por las cámaras son guardadas, este dispositivo permite grabar y visualizar varios canales a la vez, también puede visualizar videos que fueron grabados con anterioridad mientras sigue grabando. Los dispositivos de última generación pueden estar conectados a la red, lo que permite controlar el ordenador desde cualquier dispositivo portátil que tenga acceso a internet.



*Grafica 6.3.* Sistema automático de video-vigilancia (Imagen obtenida de [www.logismarket.com](http://www.logismarket.com)).

## Presupuesto del Sistema Automático de Video-Vigilancia

A continuación se presenta el presupuesto del sistema automático de video-vigilancia.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total en USD
Cámara exterior tipo tubo, 700 Tvl's, color día/noche	8	198.00	1,584.00
Grabador digital de 8 canales	1	320.00	320.00
Monitor	1	100.00	100.00
Material y mano de obra	1	980.00	980.00
<b>TOTAL EN USD</b>			<b>US\$ 2,984.00</b>

*Grafica 6.4.* Presupuesto del sistema automático de video-vigilancia.

## Beneficios del Sistema Automático de Video-Vigilancia

Los beneficios que este sistema de video-vigilancia brinda a los habitantes de la urbanización son algunas como:

- Incrementa la seguridad de los usuarios.
- Puede prevenir crímenes.
- Puede resolver crímenes.
- En caso de un intento de atraco, el personal de seguridad puede actuar de forma oportuna.

## **Instalación del Sistema Automático de Video-Vigilancia**

Se debe definir el sistema automático de video-vigilancia más apropiado para la urbanización. Teniendo en cuenta el área a la que va a servir se debe determinar el número de cámaras necesarias para brindar un servicio adecuado.

Una vez definido el tipo de sistema que se va a utilizar, se procede a instalar las cámaras en sitios estratégicos con la finalidad de tener un amplio campo de visualización. Para la urbanización “Santa Inés” se tiene previsto la instalación de 8 cámaras de video-vigilancia, estos equipos deben estar colocados a una altura de 3 metros aproximadamente. Todas las cámaras van estar conectadas a la central de monitorización, dicha central va estar ubicada en la guardiana de la urbanización

Las conexiones eléctricas de la central deben estar conectadas al generador eléctrico de la urbanización para que en caso de que el suministro de luz falle estos equipos sigan funcionando de igual manera.

## **Sistema Automático de Acceso Vehicular**

Son sistemas que permiten el acceso a los vehículos permitidos y restringe el paso a los que no están permitidos, sin necesidad de que una persona se encargue de abrir y cerrar la puerta de ingreso a la urbanización. Adicionalmente permiten tener control de los vehículos que ingresan y salen, lo que aumenta la seguridad de áreas privadas.

En la actualidad se pueden utilizar diferentes sistemas de acceso vehicular para conjuntos residenciales como el control de acceso biométrico que utiliza tarjetas de

control o claves de seguridad, el control de acceso remoto, el control de acceso mediante el reconocimiento de placas y el control de acceso mediante la identificación por radio frecuencia.

Para la urbanización “Santa Inés” se utilizará el control de acceso vehicular de identificación por radio frecuencia, este sistema tiene un detector ubicada estratégicamente en el acceso que lee el tag colocado en los vehículos de los residentes, de esta manera se garantiza que solamente los residentes puedan ingresar y salir.

### **Elementos de un Sistema Automático de Acceso Vehicular**

Los elementos que componen un sistema automático de acceso vehicular son los siguientes: barrera vehicular, lector de tags y tags. A continuación se presentan las características de los elementos que se van a utilizar en el sistema de acceso vehicular de la urbanización “Santa Inés”.

#### **Barrera vehicular**

Es una barra metálica circular de 3 metros de longitud, que funciona con un motor hidráulico que permite el desplazamiento hacia arriba y hacia abajo para que los vehículos puedan ingresar. Poseen un sensor para que la barra no se desplace hacia abajo cuando un objeto se encuentra en el recorrido de la barra.

#### **Lector de tags**

Es un radar que detecta a los tags que se encuentran colocados en los vehículos de los residentes. La barra de acceso vehicular se abre automáticamente al detectar el tag.

### Tags

Son dispositivos que utilizan tecnología RFID. Son colocados en la parte delantera del vehículo para ser identificados por el lector.



*Grafica 6.5.* Sistema automático de acceso vehicular (Imagen obtenida de [www.larconsia.com](http://www.larconsia.com)).



### Presupuesto del Sistema Automático de Acceso Vehicular

A continuación se presenta el presupuesto del sistema automático de acceso vehicular.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total en USD
Barrera FAAC 620	2	1,250.00	2,500.00
Lector NEDAP Transit Entry	2	1,600.00	3,200.00
Tag	88	18.00	1,584.00
Material y mano de obra	1	1,500.00	1,500.00
<b>TOTAL EN USD</b>			<b>US\$ 8,784.00</b>

*Grafica 6.6.* Presupuesto del sistema automático de acceso vehicular.

### Beneficios del Sistema Automático de Acceso Vehicular

Los beneficios que el sistema automático de acceso vehicular brinda a los habitantes de la urbanización son los siguientes:

- Mayor seguridad.
- Ingreso de vehículos controlados.
- Puede estar integrado con el sistema de seguridad.
- Permite llevar el control de entrada y salida de los vehículos, registrando la hora y placa del vehículo.
- Comodidad para los usuarios.

### **Instalación del Sistema Automático de Acceso Vehicular**

Una vez definido el sistema automático de acceso vehicular y los equipos que se van a utilizar en la urbanización “Santa Inés” se procede a realizar la instalación de los equipos.

Se colocarán dos barreras vehiculares, una en el ingreso y otra en la salida de la urbanización, cada una de ellas trabaja de forma independiente. De igual forma se deben colocar dos lectores de tags para permitir el ingreso y salida de los vehículos, estos lectores deben estar colocados en la fachada principal de la guardianía. Adicionalmente se entregara un tag por cada lote, es decir 88 tags. En caso de que los habitantes deseen otro tag deberán pagar por el equipo.

En la guardianía se dispondrá de un control remoto para abrir las barreras vehiculares cuando exista la presencia de visitantes.

### **Presupuesto de los Sistemas de Automatización**

A continuación se presenta el presupuesto general del los sistemas automáticos.

<b>Sistemas Automáticos</b>	<b>Precio</b>
Sistema automático de detección de incendios	US\$ 10,045.60
Sistema automático de vigilancia	US\$ 2,984.00
Sistema automático de acceso vehicular	US\$ 8,784.00
<b>Total en USD</b>	<b>US\$ 21,813.60</b>

*Grafica 6.7. Presupuesto general de los sistemas de automatización.*

### **Análisis Costo-Beneficio de los Sistemas Automatización**

El costo total de los sistemas de automatización es de US\$ 21,813.60 (veinte y un mil ochocientos trece con 60/100 dólares americanos). A pesar de ser un costo significativo, y considerando que además de los beneficios antes mencionados de seguridad, tranquilidad y comodidad que estos sistemas brindarían a todos los habitantes, daría un plus de calidad, comodidad y exclusividad a la urbanización, ya que ninguna de las urbanizaciones de la ciudad de Quevedo cuenta con esta tecnología. Esto puede influir mucho en los posibles compradores en el momento de tomar la decisión de adquirir el bien inmueble en la urbanización “Santa Inés”, por lo que se concluye que el costo de instalación del sistema es más que justificable.

## **IMPACTO AMBIENTAL**

### **Introducción**

Desde el inicio de la humanidad el medio ambiente ha sido la fuente de recursos de materia prima y energía para el ser humano, lo que le ha permitido su desarrollo sobre el planeta Tierra. Es justo este desarrollo que el ser humano ha conseguido a lo largo de los años lo que ha causado el crecimiento a gran escala de la población. Es indiscutible que con el crecimiento de la población el ser humano cada vez necesita en mayor cantidad los recursos y energía para poder subsistir, lo que puede convertirse en un gran problema a mediano y largo plazo para el medio ambiente.

Las actividades humanas afectan de manera directa al medio ambiente causando impacto ambiental, ya que las consecuencias de sus actividades producen un cambio desfavorable en el medio ambiente o en alguno de sus componentes. Hoy en día son más las especies de animales y vegetales que se encuentran en peligro de extinción o que se han extinguido por completo.

Los recursos naturales responden a dos tipologías: renovables y no renovables (Conesa, 2010). Los recursos renovables son los que se pueden recuperar en corto, mediano y largo plazo dependiendo de las características del recurso como por ejemplo la madera de un bosque. Cabe recalcar que estos recursos renovables deben explotarse por debajo de su tasa de renovación, de lo contrario podrían convertirse en recursos no renovables. Mientras que los recursos no renovables son aquellos que se consumen con su explotación como por ejemplo el petróleo.

Es muy importante tener en cuenta que los recursos naturales deben de ser cuidados y explotados bajo una adecuada gestión del medio ambiente.

“La gestión o administración del medio ambiente es el conjunto de actuaciones y disposiciones necesarias para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevados posible. Para esto se debe tener en cuenta los siguientes principios:

- Utilización de recursos, atendiendo a tasas asumibles por el medio.
- Situar las actividades en territorios y ecosistemas con una alta capacidad de acogida para aquellas.
- Evitar la emisión de efluentes de una actividad que sobrepase la capacidad de recepción o de asimilación del medio ambiente.

Estos tres principios serán la base fundamental para el desarrollo de un buen sistema de gestión ambiental.” (Conesa, 2010, p.50)

### **Marco Legal**

Con el gran desarrollo que ha tenido el Ecuador en los últimos años en el campo de la construcción civil, ha obligado a que las entidades encargadas de velar por el bienestar del medio ambiente tomen medidas al respecto, y creen leyes y normas que tengan como única finalidad la protección del medio ambiente y su biodiversidad. Estas leyes y normas establecen claramente los objetivos principales para la planificación de las obras civiles, para su ejecución y finalmente para el proceso de evaluación de las afectaciones que ha sufrido el medio ambiente por motivos de la construcción de la obra civil.

A continuación se presentan las leyes más representativas para la realización de este proyecto:

**Constitución de la Republica del Ecuador**

Según la Constitución de la Republica del Ecuador (2008) los siguientes artículos envuelven al medio ambiente:

- **Art. 14.- [Derecho a un ambiente sano].-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. **Art. 15.- [Uso de tecnologías limpias y no contaminantes].-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

- **Art. 71.- [Derechos de la naturaleza].-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.
- **Art. 72.- [Derecho a la restauración].-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

- **Art. 73.- [Medidas de precaución y restricción].-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.
- **Art. 395.- [Principios ambientales].-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
  1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
  2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
  3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
  4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

- **Art. 396.- [Políticas, responsabilidad y sanción por daños ambientales].-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

- **Art. 397.- [Compromiso del Estado en caso de daños ambientales].-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

- **Art. 404.- [Gestión del patrimonio natural del Ecuador].-** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en



la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

- **Art. 411.- [Uso y aprovechamiento del agua].-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

### **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2004) los siguientes artículos envuelven al medio ambiente:

- **Art. 4.-** Será responsabilidad de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, en coordinación con otras Instituciones, estructurar y ejecutar programas que involucren aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.
- **Art. 6.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.
- **Art. 7.-** El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

- **Art. 8.-** Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.
- **Art. 10.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.
- **Art. 11.-** Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

### **Ley de Gestión Ambiental**

- **Art. 19.-** Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.
- **Art. 21.-** Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

**Art. 23.-** La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución.
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

## **Metodología**

Existen diferentes modelos y procedimientos para realizar la evaluación de impactos ambientales, algunos actúan de forma general y otros de forma específica sobre alguno de los factores.

Según Conesa (2010), la clasificación de los métodos más usuales corresponde a la siguiente clasificación:

- Matrices causa-efecto.
- Listas de chequeo.
- Sistemas de interacciones o redes.
- Sistemas cartográficos.
- Análisis de sistemas.
- Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evolución.
- Métodos de cuantitativos.
- Métodos de simulación.
- Métodos “ad hoc”.

## Matriz de Leopold

La matriz de Leopold fue desarrollado en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, fue el primer método que se utilizó para realizar las EIA (Evaluación de Impacto Ambiental). Esta es una de las matrices más empleadas para los estudios de impacto ambiental.

El objetivo de esta matriz es identificar el posible impacto ambiental que va a generar el proyecto que se va a construir. Dicha matriz está conformada por dos componentes, las filas donde se colocan los factores ambientales que pueden ser afectadas y las columnas donde se colocan las acciones que se va a llevar a cabo durante el proyecto y que pueden ser causantes de los posibles impactos.

Los componentes de la matriz serán evaluados con dos parámetros, la magnitud y la importancia que van a tener las actividades constructivas sobre el medio ambiente. Cada uno de los parámetros de evaluación tendrán un rango de calificación del 1 al 10, siendo 1 el menor valor de calificación y 10 el máximo valor de calificación, cabe recalcar que para el parámetro de la magnitud habrá que tomar en cuenta el signo (-) para su calificación. A continuación se muestran las graficas que Conesa (2010) recomienda para la forma de calificar cada componente y una escala de importancia recomendada.

	<b>Actividades a realizar</b>	
	Magnitud	Importancia
	<b>Factor Ambiental</b>	1 – 10 (con signo –)

*Grafica 7.1. Formato de calificación (Conesa, 2010).*

<b>Escala</b>	<b>Importancia del efecto</b>
1 – 3	Efectos negativos bajos
4 – 7	Efectos negativos moderados
8 – 10	Efectos negativos altos

*Grafica 7.2.* Escala de importancia recomendada (Conesa, 2010).

Una vez determinados los valores de magnitud e importancia, se procede a realizar la sumatoria de la magnitud y de la importancia de cada factor ambiental. Según el valor de los resultados obtenidos se puede determinar cuál es el factor ambiental que más efectos negativos sufre y la actividad más dañina del proyecto. Conociendo toda esta información se puede determinar los niveles de impacto ambiental que va a causar la construcción del proyecto y las medidas de mitigación más apropiadas.

En el anexo A se presenta la matriz de Leopold que se realizó para la evaluación del impacto ambiental del proyecto.

### **Medidas de Mitigación**

La matriz de Leopold determina que los impactos ambientales causados por el proyecto son poco significativos. Es muy importante tener en cuenta las medidas de mitigación que se van a proponer para evitar que los impactos ambientales causen daños mayores.

A continuación se presentan las medidas de mitigación propuestas para el proyecto:

- Los desechos y escombros producidos por las actividades constructivas deben ser desalojadas en los lugares permitidos por la municipalidad de Quevedo, de ninguna manera se puede quemar los desechos o botar los escombros en lugares no permitidos.
- Transportar los desechos y escombros diariamente para evitar la acumulación de los mismos, se debe garantizar que estos sean cubiertos por lonas plásticas para evitar la contaminación del suelo y del aire al momento de transportarlos.
- Únicamente se deben realizar los movimientos de tierra y retiro de la vegetación que se encuentran mencionados en los planos con el fin de que la vegetación de la zona no se vea afectada mayormente.
- Los materiales pétreos que se van a utilizar para la ejecución del proyecto deben ser debidamente tapados con plásticos para evitar el deterioro de la calidad del aire.
- Debe existir elementos de señalización que sean claramente visibles y que estén ubicados en los lugares adecuados durante la fase constructiva.
- Realizar programas de capacitación al personal encargado del control y mantenimiento del sistema de alcantarillado con el fin de que este brinde un adecuado servicio y que logre cumplir su vida útil.
- Una vez finalizada la obra se debe realizar una limpieza exhaustiva de todo el terreno para evitar la contaminación del suelo.

## **PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO, AGUA POTABLE Y SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

### **Introducción al Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Combinado**

La elaboración del presupuesto general del sistema de alcantarillado combinado se lo realizará mediante el análisis de precios unitarios (APU), el cual analiza cada rubro que se encuentra presente en la construcción del proyecto. Este análisis ayuda al constructor a conocer el presupuesto necesario para llevar a cabo la construcción, puesto que da a conocer la composición de cada rubro, separándolo en material, mano de obra, equipo y transporte, logrando determinar el costo final del mismo. Dentro de este análisis de precios unitarios se encuentran tres parámetros que influyen directamente en el precio final del rubro como son el rendimiento, costo directo e indirecto.

### **Cálculos**

A continuación se presentan los cálculos de los rubros que son necesarios para la construcción del sistema de alcantarillado como: el volumen de excavación de tierra, metros lineales de tubería, cantidad de pozos de revisión, sumideros y cajas de revisión domiciliarias.

#### **Tubería**

Es necesario realizar la contabilización del número de tuberías que se van a utilizar con sus respectivos diámetros y longitudes, estos datos se obtienen de los perfiles del sistema de alcantarillado que se encuentran en el anexo 11.

A continuación se presenta una tabla de resumen de las tuberías.

<b>Resumen de Tuberías</b>	
<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Longitud de la tubería (m)</b>
250	413.10
300	81.50
400	44.40
500	69.90

*Grafica 8.1.* Resumen de tuberías.

### **Sumideros y cajas de revisión**

A continuación se presenta el numero de sumideros y cajas de revisión que va a tener el sistema de alcantarillado, el valor se lo obtiene del anexo 4.

<b>Resumen de Sumideros y Cajas de Revisión</b>	
<b>Numero de cajas de revisión</b>	<b>Numero de sumideros</b>
88	64

*Grafica 8.2.* Número de sumideros y cajas de revisión domiciliarias.

### **Movimiento de tierra**

Es un aproximado del volumen de tierra que se necesita remover para poder realizar la construcción del sistema, este se obtiene por medio del ancho de zanjas establecidos en el capítulo 3, de la longitud de la tubería y de la profundidad de las zanjas que se obtuvieron con ayuda de los perfiles del sistema del alcantarillado. A continuación se presentan los cálculos del movimiento del volumen de tierra necesarios.



<b>Volumen de Excavación</b>					
<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Longitud de la tubería (m)</b>	<b>Ancho de zanja (m)</b>	<b>Profundidad de zanja (m)</b>	<b>Área de excavación (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen de excavación (m<sup>3</sup>)</b>
250	413.10	0.55	2.05	227.20	465.76
300	81.50	0.60	2.95	48.90	144.25
400	44.40	0.70	3.60	31.10	111.96
500	69.90	1.00	3.65	69.90	255.13
<b>Total</b>				377.10	977.10

*Grafica 8.3. Volúmenes de excavación.*

### **Pozos de revisión**

A continuación se presenta el número de pozos de revisión y las respectivas alturas, el dato se lo obtiene del anexo 11.

<b>Resumen de Pozos</b>	
<b>Altura de pozos (m)</b>	<b>Número de pozos</b>
0 – 1.25	6
1.76 – 2.25	3
2.26 – 2.75	3
3.26 – 3.75	2
3.76 – 4.25	2
<b>Total</b>	16

*Grafica 8.4. Resumen de pozos.*

### Análisis de Precios Unitarios (APU)

A continuación se muestran los rubros del sistema de alcantarillado que serán analizados para obtener el presupuesto referencial.

No.	Rubro	Unidad
1	Replanteo y nivelación	m2
2	Excavación de zanjas	m3
3	Entibado de zanjas	m2
4	Relleno y compactación	m3
5	Tubería PVC 200 mm	m
6	Tubería PVC 300 mm	m
7	Tubería PVC 400 mm	m
8	Tubería PVC 500 mm	m
9	Pozo de revisión H= 0 – 1.25	u
10	Pozo de revisión H= 1.76 – 2.25	u
11	Pozo de revisión H= 2.26 – 2.75	u
12	Pozo de revisión H= 3.26 – 3.75	u
13	Pozo de revisión H= 3.76 – 4.25	u
14	Caja de revisión 60*60*100 cm	u
15	Sumideros	u

*Grafica 8.5. Rubros del sistema de alcantarillado.*

El análisis de precios unitarios se efectuó con ayuda del programa ProExcel y de la revista de la Cámara de Construcción de Quito del mes Marzo-Abril del 2014. Este análisis se presenta a continuación.

DETALLE: Replanteo y nivelación

UNIDAD: m2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	2.00	0.20	0.40	0.10	0.04
Equipo de topografía	1.00	2.50	2.50	0.10	0.25
SUBTOTAL M					0.29
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Topógrafo 2	1.00	3.38	3.38	0.10	0.34
Peón	1.00	3.01	3.01	0.10	0.30
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.10	0.31
SUBTOTAL N					0.94
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Tiras de eucalipto	u	0.30	0.25	0.08	
Estacas	glb	0.30	0.50	0.15	
SUBTOTAL O					0.23
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					0.36
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.82</b>

DETALLE: Excavación de zanjas  
con retroexcavadora

UNIDAD: m3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.20	2.00
SUBTOTAL M					5.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1.00	3.38	3.38	0.20	0.68
Peón	1.00	3.01	3.01	0.10	0.30
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.10	0.31
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					1.32
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					1.58
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.90</b>

DETALLE: Entibado de zanjas

UNIDAD: m2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	4.00	0.20	0.80	0.10	0.02
SUBTOTAL M					0.08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	3.00	3.01	9.03	0.10	0.90
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.10	0.31
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					1.24
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Clavos	kg	0.02	0.75	0.02	
Pingos	m	2.00	0.80	1.60	
Tablero de encofrado 0.20 m	m	5.00	0.40	2.00	
Tira de madera de 4x4 cm	m	2.00	0.25	0.50	
SUBTOTAL O					4.12
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					1.54
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.70</b>

DETALLE: Relleno y compactación

UNIDAD: m3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	3.00	0.20	0.60	0.10	0.06
Sapo compactador	1.00	3.00	3.00	0.25	0.75
SUBTOTAL M					0.81
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	3.00	3.01	9.03	0.10	0.90
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.25	0.76
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					1.70
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					0.63
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.14</b>

DETALLE: Tubería PVC 250 mm

UNIDAD: m

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	6.00	0.20	1.20	0.10	0.12
Tecele	2.00	0.50	1.00	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.37
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	4.00	3.01	18.06	0.10	1.81
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.25	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					3.36
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena lavada	m3	0.05	9.00	0.45	
Tubo PVC 250 mm x 6m	m	1.00	14.70	14.70	
Pegamento de tuberías	gl	0.02	31.00	0.62	
SUBTOTAL O					15.77
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					19.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					4.88
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>24.38</b>

DETALLE: Tubería PVC 300 mm

UNIDAD: m

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	6.00	0.20	1.20	0.10	0.12
Tecele	2.00	0.50	1.00	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.37
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	4.00	3.01	18.06	0.10	1.81
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.25	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					3.36
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena lavada	m3	0.05	9.00	0.45	
Tubo PVC 300 mm x 6m	m	1.00	30.97	30.97	
Pegamento de tuberías	gl	0.02	31.00	0.62	
SUBTOTAL O					32.04
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					35.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					8.94
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>44.72</b>



DETALLE: Tubería PVC 400 mm

UNIDAD: m

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	6.00	0.20	1.20	0.10	0.12
Tecele	2.00	0.50	1.00	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.37
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	4.00	3.01	18.06	0.10	1.81
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.25	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					3.36
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena lavada	m3	0.05	9.00	0.45	
Tubo PVC 400 mm x 6m	m	1.00	40.10	40.10	
Pegamento de tuberías	gl	0.02	31.00	0.62	
SUBTOTAL O					41.17
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					44.90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					11.23
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>56.13</b>

DETALLE: Tubería PVC 500 mm

UNIDAD: m

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	6.00	0.20	1.20	0.10	0.12
Tecele	2.00	0.50	1.00	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.37
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	4.00	3.01	18.06	0.10	1.81
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.25	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					3.36
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena lavada	m3	0.05	9.00	0.45	
Tubo PVC 500 mm x 6m	m	1.00	50.93	50.93	
Pegamento de tuberías	gl	0.02	31.00	0.62	
SUBTOTAL O					52.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					55.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					13.93
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>69.67</b>

DETALLE: Pozo revisión H.S  
H=0.00-1.25 m

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	8.00	0.20	1.60	1.00	1.60
SUBTOTAL M					1.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6.00	3.01	18.06	1.00	18.06
Albañil	2.00	3.05	6.10	1.00	6.10
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					24.33
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estribos de hierro	u	4	1.66	6.64	
Tapa de hierro fundido	u	1	113.80	113.80	
Cerco de hierro fundido	u	1	20.00	20.00	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	20.42	1.08	22.05	
Encofrado/desencofrado metálico pozo de revisión	m2	6.28	5.04	31.65	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	2.5	42.17	105.43	
SUBTOTAL O					299.57
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					325.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					81.37
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>406.87</b>

DETALLE: Pozo revisión H.S  
H=1.76-2.25 m

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	8.00	0.20	1.60	1.00	1.60
SUBTOTAL M					1.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6.00	3.01	18.06	1.00	18.06
Albañil	2.00	3.05	6.10	1.00	6.10
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					24.33
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estribos de hierro	u	4	1.66	6.64	
Tapa de hierro fundido	u	1	113.80	113.80	
Cerco de hierro fundido	u	1	20.00	20.00	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	20.42	1.08	22.05	
Encofrado/desencofrado metálico pozo de revisión	m2	6.28	5.04	31.65	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	2.5	65.78	164.40	
SUBTOTAL O					358.54
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					380.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					96.12
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>480.59</b>

DETALLE: Pozo revisión H.S  
H=2.26-2.75 m

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	8.00	0.20	1.60	1.00	1.60
SUBTOTAL M					1.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6.00	3.01	18.06	1.00	18.06
Albañil	2.00	3.05	6.10	1.00	6.10
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					24.33
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estribos de hierro	u	4	1.66	6.64	
Tapa de hierro fundido	u	1	113.80	113.80	
Cerco de hierro fundido	u	1	20.00	20.00	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	20.42	1.08	22.05	
Encofrado/desencofrado metálico pozo de revisión	m2	6.28	5.04	31.65	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	2.5	81.19	202.98	
SUBTOTAL O					397.12
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					423.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					105.76
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>528.81</b>

DETALLE: Pozo revisión H.S  
H=3.26-3.75 m

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	8.00	0.20	1.60	1.00	1.60
SUBTOTAL M					1.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6.00	3.01	18.06	1.00	18.06
Albañil	2.00	3.05	6.10	1.00	6.10
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					24.33
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estribos de hierro	u	4	1.66	6.64	
Tapa de hierro fundido	u	1	113.80	113.80	
Cerco de hierro fundido	u	1	20.00	20.00	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	20.42	1.08	22.05	
Encofrado/desencofrado metálico pozo de revisión	m2	6.28	5.04	31.65	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	2.5	111.16	277.90	
SUBTOTAL O					472.04
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					497.97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					124.49
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>622.47</b>

DETALLE: Pozo revisión H.S  
H=3.76-4.25 m

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	8.00	0.20	1.60	1.00	1.60
SUBTOTAL M					1.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6.00	3.01	18.06	1.00	18.06
Albañil	2.00	3.05	6.10	1.00	6.10
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					24.33
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estribos de hierro	u	4	1.66	6.64	
Tapa de hierro fundido	u	1	113.80	113.80	
Cerco de hierro fundido	u	1	20.00	20.00	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	20.42	1.08	22.05	
Encofrado/desencofrado metálico pozo de revisión	m2	6.28	5.04	31.65	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	2.5	119.67	299.18	
SUBTOTAL O					493.32
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					519.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					129.81
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>649.06</b>

DETALLE: Cajas de revisión  
60x60x100 cm

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	3.00	0.20	0.60	0.50	0.30
SUBTOTAL M					0.50
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.01	6.02	0.50	3.01
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.50	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					4.57
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	7.25	1.08	7.83	
Tabla de monte 20 cm	u	2.50	1.10	2.75	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	1.50	26.39	39.59	
Clavos 2"	kg	0.25	0.92	0.23	
SUBTOTAL O					50.40
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					55.26
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					13.82
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>69.08</b>



DETALLE: Sumideros

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	4.00	0.20	0.90	0.50	0.40
SUBTOTAL M					0.40
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	3.00	3.01	9.03	0.50	4.52
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.50	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					6.07
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Rejilla de hierro fundido	u	1.00	73.45	73.45	
Aux de hormigón simple fc=180 kg/cm2	m3	1.50	29.56	44.34	
SUBTOTAL O					117.79
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					124.26
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					31.07
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>155.33</b>

### Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Combinado

No.	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo y nivelación	m2	377.10	1.82	686.32
2	Excavación de zanjas	m3	977.10	7.90	7,719.09
3	Entibado de zanjas	m2	608.90	7.70	4,688.53
4	Relleno y compactación	m3	977.10	3.14	3,068.09
5	Tubería PVC 200 mm	m	413.16	24.38	10,071.38
6	Tubería PVC 300 mm	m	81.50	44.72	3,644.68
7	Tubería PVC 400 mm	m	44.40	56.13	2,492.17
8	Tubería PVC 500 mm	m	69.90	69.67	4,869.93
9	Pozo de revisión H= 0 – 1.25	u	6.00	406.87	2,441.22
10	Pozo de revisión H= 1.76 – 2.25	u	3.00	480.59	1,441.77
11	Pozo de revisión H= 2.26 – 2.75	u	3.00	528.81	1,586.43
12	Pozo de revisión H= 3.26 – 3.75	u	2.00	622.47	1,244.94
13	Pozo de revisión H= 3.76 – 4.25	u	2.00	649.06	1,298.12
14	Caja de revisión 60*60*100 cm	u	88.00	69.08	6,079.04
15	Sumideros	u	64.00	155.33	9,941.12
<b>Total en USD</b>					<b>US\$ 61,272.84</b>

*Grafica 8.6.* Presupuesto del sistema de alcantarillado.

El costo del sistema de alcantarillado combinado para la urbanización “Santa Inés” es de US\$ 61,272.84 (Sesenta y un mil doscientos setenta y dos con 84/100 dólares americanos).

## **Introducción al Presupuesto del Sistema de Distribución Agua Potable y Sistema Contra Incendios**

De igual manera que el presupuesto del sistema de alcantarillado combinado, la elaboración del presupuesto del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios se lo efectuará mediante el análisis de precios unitarios (APU).

### **Cálculos**

A continuación se presentan los cálculos de los rubros que son necesarios para la construcción del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios.

#### **Tubería**

Es necesario realizar la contabilización de los metros lineales de tuberías que se van a utilizar para la construcción.

A continuación se presenta una tabla de resumen de las tuberías.

<b>Resumen de Tuberías</b>			
<b>Material de la tubería</b>	<b>Diámetro de la tubería (m)</b>	<b>Longitud de la tubería (m)</b>	<b>Cantidad de tubería (u)</b>
PVC	1"	267.00	44.50
PVC	2"	721.12	120.18
Hierro Galvanizado	3"	738.31	123.05

*Grafica 8.7. Resumen de tuberías.*

### Movimiento de tierra

Es un aproximado del volumen de tierra que se necesita remover para poder realizar la construcción del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios. Para este rubro se realiza un solo cálculo de movimiento de tierra, ya que la tubería de agua potable y contra incendios se colocara en la misma zanja, a la misma profundidad y contarán con una cierta separación entre estas.

<b>Volumen de Excavación</b>					
<b>Material de la tubería (mm)</b>	<b>Longitud de la tubería (m)</b>	<b>Ancho de zanja (m)</b>	<b>Profundidad de zanja (m)</b>	<b>Área de excavación (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen de excavación (m<sup>3</sup>)</b>
PVC y H.G	988.12	0.50	1.00	494.06	494.06

*Grafica 8.8. Volúmenes de excavación.*

### **Análisis de Precios Unitarios (APU)**

A continuación se muestran los rubros del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios que serán analizados para obtener el presupuesto referencial.

<b>No.</b>	<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>
1	Replanteo y nivelación	m2
2	Excavación de zanjas	m3
3	Relleno y compactación	m3
4	Tubería PVC 1"	u
5	Tubería PVC 2"	u
6	Tubería H.G 3"	u
7	Conexiones siamesas	u
8	Bocas de fuego (Incluye cajetín contra incendios)	u
9	Extintores de 10 libras	u

*Grafica 8.9.* Rubros del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios.

DETALLE: Replanteo y nivelación

UNIDAD: m2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	2.00	0.20	0.40	0.10	0.04
Equipo de topografía	1.00	2.50	2.50	0.10	0.25
SUBTOTAL M					0.29
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Topógrafo 2	1.00	3.38	3.38	0.10	0.34
Peón	1.00	3.01	3.01	0.10	0.30
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.10	0.31
SUBTOTAL N					0.94
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Tiras de eucalipto	u	0.30	0.25	0.08	
Estacas	glb	0.30	0.50	0.15	
SUBTOTAL O					0.23
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					0.36
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.82</b>

DETALLE: Excavación de zanjas  
con retroexcavadora

UNIDAD: m3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.20	2.00
SUBTOTAL M					5.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1.00	3.38	3.38	0.20	0.68
Peón	1.00	3.01	3.01	0.10	0.30
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.10	0.31
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					1.32
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					1.58
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.90</b>

DETALLE: Relleno y compactación

UNIDAD: m3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	3.00	0.20	0.60	0.10	0.06
Sapo compactador	1.00	3.00	3.00	0.25	0.75
SUBTOTAL M					0.81
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	3.00	3.01	9.03	0.10	0.90
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.25	0.76
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.10	0.03
SUBTOTAL N					1.70
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL O					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					0.63
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.14</b>



DETALLE: Tubería PVC 1"

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	2.00	0.20	0.40	0.50	0.20
SUBTOTAL M					0.20
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.01	3.01	0.50	1.51
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.50	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
SUBTOTAL N					3.20
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Teflón	rollo	0.50	0.84	0.42	
Tubería roscable PVC 1" x 6m	u	1.00	24.02	24.02	
SUBTOTAL O					24.44
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					27.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%					6.96
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>34.80</b>

DETALLE: Tubería PVC 2"

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	2.00	0.20	0.40	0.50	0.20
<b>SUBTOTAL M</b>					0.20
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.01	3.01	0.50	1.51
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.50	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
<b>SUBTOTAL N</b>					3.20
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Teflón	rollo	0.50	0.84	0.42	
Tubería roscable PVC 2" x 6m	u	1.00	47.59	47.59	
<b>SUBTOTAL O</b>					48.01
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>51.41</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%</b>					<b>12.85</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>64.26</b>

DETALLE: Tubería HG 3"

UNIDAD: u

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	2.00	0.20	0.40	0.50	0.20
<b>SUBTOTAL M</b>					0.20
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.01	3.01	0.50	1.51
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.50	1.53
Maestro de obra	0.10	3.38	0.34	0.50	0.17
<b>SUBTOTAL N</b>					3.20
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tubería HG 3" x 6m	u	1.00	87.10	87.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					87.10
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0.00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>90.50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%</b>					<b>22.62</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>113.12</b>

### Presupuesto del Sistema de Distribución Agua Potable y Sistema Contra Incendios

No.	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo y nivelación	m2	494.06	1.82	899.19
2	Excavación de zanjas	m3	494.06	7.90	3,903.07
3	Relleno y compactación	m3	494.06	3.14	1,551.35
4	Tubería PVC 1"	u	45.00	34.80	1,566.00
5	Tubería PVC 2"	u	121.00	64.26	7,775.46
6	Tubería H.G 3"	u	124.00	113.12	14,026.88
7	Conexiones siamesas	u	8.00	298.00	2,398.00
8	Bocas de fuego (Incluye cajetín contra incendios)	u	18.00	490.00	8,820.00
9	Extintores 10 libras	u	89.00	35.00	3,115.00
				<b>Total en USD</b>	<b>US\$ 44,054.95</b>

*Grafica 8.10.* Presupuesto del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios.

El costo del sistema de distribución de agua potable y del sistema contra incendios para la urbanización “Santa Inés” es de US\$ 44,054.95 (cuarenta y cuatro mil cincuenta y cuatro con 95/100 dólares americanos).

### Presupuesto del Sistema Hidrosanitario

No.	Rubro	Costo
1	Sistema de alcantarillado combinado	61,272.84
2	Sistema de distribución de agua potable y sistema contra incendios	44,054.95
<b>Total en USD</b>		<b>US\$ 105,327.79</b>

*Grafica 8.11.* Presupuesto del sistema hidrosanitario.

El presupuesto total del sistema hidrosanitario de la urbanización “Santa Inés” es de US\$ 105,327.79 (ciento cinco mil trescientos veinte y siete con 79/100 dólares americanos). Este presupuesto incluye el costo del sistema de alcantarillado combinado, sistema de distribución de agua potable y sistema contra incendios. Cabe recalcar que este en este costo está incluido el 25% de costos indirectos. Este precio no incluye el impuesto del valor agregado (IVA) que es el 12% del costo total.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

En el Ecuador existe una gran cantidad de proyectos inmobiliarios que carecen sistemas de alcantarillado, por lo que es muy importante que los nuevos proyectos que se van a construir como es el caso de la urbanización “Santa Inés” cuenten con este servicio para que los habitantes puedan tener condiciones de vida adecuadas.

Para este proyecto se decidió realizar un sistema de alcantarillado combinado, principalmente porque la ejecución de este tipo de obras tiene un costo menor que la construcción de alcantarillados separados. El hecho de que el factor económico sea determinante al momento de decidir el uso del sistema de alcantarillado combinado no significa que va a ser de mala calidad o va a brindar un mal servicio. Por lo contrario, se aseguró que los parámetros de diseño para el sistema de alcantarillado de la urbanización cumplan todas las normas que la EMAAP-Q menciona, de esta forma se garantiza que la obra preste un servicio de calidad y duradero.

El diseño del sistema de alcantarillado se realizó mediante la utilización del programa SewerCad, con el cual se logró determinar la altura, caudal y área de aportación de cada pozo. De igual manera se pudo obtener el caudal, pendiente, diámetro y velocidad mínima que tendrá cada tramo de tubería. Antes de aprobar estos datos que se obtuvieron del programa se revisó que estos cumplan con las normas estudiadas.

El diseño de distribución de agua potable se lo efectuó con el objetivo de abastecer a todos los habitantes de la urbanización para que estos puedan suplir sus

necesidades de consumo. Con ayuda de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se garantizó que todos los parámetros de diseño se cumplan para brindar a los habitantes calidad y cantidad de agua potable necesaria para unas buenas condiciones de vida.

El diseño del sistema contra incendios se lo realizó en base a las normas que están presentes en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, de esta forma se garantiza que el sistema funcione de manera adecuada en caso de la presencia de un incendio.

Con el fin de incrementar la seguridad y plusvalía de la urbanización “Santa Inés”, se implementará un moderno sistema de automatización que comprende un sistema automático de detección de incendios, un sistema de video-vigilancia y un sistema automático de acceso vehicular. Todo el sistema tendrá un costo total de US\$ 21,813.60 (veinte y un mil ochocientos trece con 60/100 dólares americanos).

El cuidado del medio ambiente es muy importante en el ámbito de la construcción, el análisis del impacto ambiental de este proyecto se lo efectuó mediante la matriz de Leopold. Los resultados que se obtuvieron fueron positivos, ya que el impacto ambiental que generará este proyecto es poco significativo, de igual manera se estableció las respectivas medidas de mitigación que deben ser cumplidas.

Después de realizar el análisis de precios unitarios para los rubros del sistema hidrosanitario, se determinó que el presupuesto referencial para la ejecución de estas obras es de US\$ US\$ 105,327.79 (ciento cinco mil trescientos veinte y siete con 79/100 dólares americanos).

## **Recomendaciones**

Debido a la importancia que tiene el sistema de alcantarillado combinado en cuanto a la prestación de servicio hacia los habitantes, se recomienda que se realice el mantenimiento periódico de los pozos de revisión, cajas de revisión, tuberías y sumideros con la finalidad de que brinde un adecuado servicio y que el tiempo de vida útil del sistema sea de 30 años.

Se recomienda que para el sistema contra incendios se realicen pruebas de presión en las tuberías, bocas de fuego y conexiones siamesas por lo menos 2 veces al año con el fin de conocer el estado de funcionamiento del sistema.

Se aconseja que las medidas de mitigación propuestas en este trabajo sean cumplidas a cabalidad para garantizar que el impacto ambiental que causa la construcción del sistema de alcantarillado sea el menor posible.

Es recomendable que el constructor del proyecto proporcione a los habitantes de la urbanización manuales de funcionamiento y operación de todos los equipos con los que se entrega el proyecto con el objetivo de que estos sean utilizados de manera correcta y no sufran daños por mal uso. Se debe proporcionar los respectivos manuales de las bombas de agua potable y contra incendios, así como también del sistema automático de detección de incendios, del sistema de video-vigilancia y del sistema automático de acceso vehicular



## REFERENCIAS

- Amanco Plastigama S.A. (2009). *Manual Técnico Novafort*.
- Araque, M. (2010). *Hidráulica [Notas de clase]*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Araque, M. (2011). *Ingeniería Sanitaria [Notas de clase]*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Corporación de estudios y publicaciones.
- Climate-data.org. (s.f.). Recuperado el 7 de Abril del 2014, <http://es.climate-data.org/location/2972>.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- EMAAP-Quito. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado*.
- El Universo. (2010). *Almanaque Mundial*. Guayaquil: El Universo.
- Foros del Ecuador. (08/10/2013). *Proyecto Manta-Manaos*. Recuperado el 04 de Abril 2014, <http://www.forosdeecuador.com/threads/ruta-manta-manaos.917>.
- Noma Ecuatoriana de la Construcción. (2013). *NEC: Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria de Agua*.
- Mc,Ghee, T. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Bogotá: McGraw Hill.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2004). *Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2006). *Ley de Gestión Ambiental*.
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2009). *Reglamento de Prevención, Mitigación, y Protección Contra Incendios*.

Montero, J. (2011). *Diseño de alcantarillado combinado para la Urbanización Sawgrass*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Orbe, J. (2011). *Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvia y Tratamiento de Aguas Servidas*. Quito.

Pacheco, M. (14/04/2014). *Falla eléctrica, primera causa de incendios*. Recuperado el 12 de Abril del 2014, [http://www.elcomercio.com/quito/Quito-incendios-electricidad-Bomberos-consejos\\_0\\_1120088008.html](http://www.elcomercio.com/quito/Quito-incendios-electricidad-Bomberos-consejos_0_1120088008.html).

Pérez, R. (2005). *Agua, desagües y Gas para Edificaciones*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Plastigama S.A. (2011). *Manual Técnico Novaloc*.

Precios Unitarios. (Marzo-Abril 2014). Revista de la cámara de la Construcción, No. 233.

Rodríguez, H. (2006). *Diseño Hidráulicos, Sanitarios y de Gas en Edificaciones*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Villacís, J. (2013). *Diseños sanitarios sostenibles para la Urbanización Estancia Real*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.