



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Propuesta de Diseño Arquitectónico e Hidrosanitario de las Nuevas  
Instalaciones para Aulas de Clases de los Aspirantes a Policías en  
las Escuelas de Formación de la Policía Nacional (U.E.R.)**

**Wilmer David Velasteguí Cabezas**

**Miguel Araque Arellano, Ing. Civil, Director de Tesis**

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

Quito, noviembre de 2013

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

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Propuesta de Diseño Arquitectónico e Hidrosanitario de las nuevas instalaciones para aulas de clases de los Aspirantes a Policías en las Escuelas de Formación de la Policía Nacional (U.E.R.)**

**Wilmer David Velasteguí Cabezas**

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

.....

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

.....

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

.....

Quito, noviembre de 2013

© 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.

Así mismo, 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: Wilmer David Velasteguí Cabezas

C. I.: 171303587-9

Fecha: Quito, 12 de noviembre de 2013

## DEDICATORIA

Este gran escalón está dedicado a mis padres, Carlos y Sylvia, por sus múltiples ejemplos de virtudes y buenas costumbres que me han demostrado desde pequeño, en donde una palabra se queda muda sin la ejemplificación adecuada; a mi hermano Carlos y mi hermana Carolina que con sus carismas me incentivaron cada día para avanzar con el presente trabajo; pero especialmente quiero dedicar este triunfo a mi hija amada, Isabella, y con ello demostrarle que aunque la corriente se ponga en nuestra contra, la perseverancia y el deseo de alcanzar una meta hace que el viento sople a nuestro favor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por sus bendiciones y por colocar en mi camino a gente que me ayuda cada día a ser mejor; a mis padres por el apoyo incondicional brindado durante toda la vida y aún más en esta larga travesía; a mi familia por el apoyo emocional y por no dejar que se doble mi voluntad frente a las adversidades.

## RESUMEN

La Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional del Ecuador (U.E.R.) es utilizada como Escuela de Formación de Policía, aunque sus instalaciones existentes no están hechas para tal responsabilidad. Por tradición, la U.E.R. ha formado Maestros de Equitación y puede albergar a 100 equinos y 250 personas entre alumnos de esta disciplina y personal administrativo. Sin embargo, la infraestructura se ve saturada cuando se le añade 300 personas que ingresan como Alumnos Aspirantes a Policías, pues sus viejas edificaciones no soportan tan grande magnitud y el sistema hidrosanitario se ve colapsado. Las clases que requieren los alumnos para llegar a graduarse como policías las reciben en aulas improvisadas como el Casino de Oficiales o el Comedor; sus dormitorios son ocupados en sectores donde se previó el uso de bodegas para almacenar los insumos de la Unidad. Es por ello que se ve la necesidad de construir una edificación en donde se reciba clases adecuadamente para un mejor sistema pedagógico equipado con auditorio, biblioteca, área administrativa exclusiva de la Escuela de Formación, parqueadero para el personal docente y de visitas, aulas con suficiente espacio y acceso a todo el edificio para personas con capacidades especiales. Dicha propuesta que se presenta en este trabajo está enmarcada no solo a esta Unidad de la Policía Nacional del Ecuador, sino que está diseñada para ser un modelo universal que se puede aplicar en cualquier otra Unidad que se requiera; ya que la prioridad del Ministerio del Interior es pasar de 42 000 clases y policías, que se tiene en la actualidad, a 47 692 para el año 2017, lo cual significaría graduar a 1 423 policías por el lapso de 4 años.

## **ABSTRACT**

The Horse and Remount Unit of the National Police of Ecuador (U.E.R.) is used as Police Training School, although its current facilities are not made for such responsibility. By tradition, U.E.R. has been forming riding teachers and can host 100 horses and 250 people including students of this discipline and administrative staff. However, infrastructure is overwhelmed when 300 admitted people are added as aspiring police students, since their old buildings cannot host such amount and thus the hydrosanitary system collapses. These are the reasons why we see the need to build a structure where students can receive a better educational system equipped with an auditorium, library, administrative area exclusive for the Training School, parking lots for teachers and visitors, classrooms with sufficient space and access to the entire building for people with disabilities??. The proposal presented in this paper is directed not only to this unit of the National Police of Ecuador, but rather, it is designed to be a universal model that can be applied in any other unit; since the priority of the Ministry of the Interior is to go from 42 000 police officers to 47 692 by the year of 2017, this would mean 1423 graduate police for a period of four years.



## TABLA DE CONTENIDO

### **CAPÍTULO UNO**

#### *CONDICIONES BÁSICAS.*

1.1 Antecedentes .....	14
1.2 Justificación .....	16
1.3 Objetivos .....	17
1.4 Introducción .....	18

### **CAPÍTULO DOS**

#### *MARCO TEÓRICO.*

2.1 Normas sobre el sistema de agua potable .....	21
2.2 Normas sobre el sistema de aguas servidas .....	28
2.3 Normas sobre el sistema de aguas lluvia.....	38
2.4 Normas sobre el sistema de contraincendios .....	59

### **CAPÍTULO TRES**

#### *PRESUPUESTO.*

3. 1 Generalidades.....	67
3.2 Evaluación económica total del diseño hidrosanitario.....	70

### **CAPÍTULO CUATRO**

#### *DISEÑO Y PLANOS.*

4.1 Diseño arquitectónico.....	73
4.2 Diseño del sistema de agua potable .....	73
4.3 Diseño del sistema de aguas lluvia y aguas servidas .....	73
4.4 Diseño del sistema de contraincendios.....	73

**CAPÍTULO CINCO****CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

5.1 Conclusiones .....	74
5.2 Recomendaciones .....	75

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

<i>REFERENCIAS</i> .....	77
--------------------------	----

**ANEXO**

<i>ANEXO A.</i> Diseño arquitectónico.....	78
<i>ANEXO B.</i> Diseño del sistema de agua potable.....	79
<i>ANEXO C.</i> Diseño del sistema de aguas lluvia y aguas servidas. ....	80
<i>ANEXO D.</i> Diseño del sistema de contraincendios .....	81

**TABLAS**

<i>Tabla 1.</i> Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área .....	42
<i>Tabla 2.</i> Número de curva de escurrimiento.....	44
<i>Tabla 3.</i> Velocidades máximas permitidas de acuerdo al material utilizado.....	48
<i>Tabla 4.</i> Presupuesto del diseño de agua potable .....	70
<i>Tabla 5.</i> Presupuesto del diseño de aguas lluvia y aguas servidas .....	71
<i>Tabla 6.</i> Presupuesto del diseño de contraincendios.....	71
<i>Tabla 7.</i> Presupuesto total del diseño hidrosanitario.....	72

## FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional.....	18
<i>Figura 2.</i> Fotografías del terreno donde se pretende edificar el proyecto .....	20
<i>Figura 3.</i> Sección transversal de conductos cerrados más usados.....	45
<i>Figura 4.</i> Sección transversal de conductos abiertos más usados.....	45
<i>Figura 5.</i> Esquema de caída de vórtice .....	51
<i>Figura 6.</i> Esquema de cuenca disipador tipo 1 .....	52
<i>Figura 7.</i> Esquema de cuenca disipador tipo 2. ....	52
<i>Figura 8.</i> Esquema de cuenca disipador tipo 3 .....	53
<i>Figura 9.</i> Esquema de pozo de caída tipo 1.....	54
<i>Figura 10.</i> Esquema de pozo de caída tipo 2.....	54
<i>Figura 11.</i> Esquema de pozo de caída tipo 3.....	55
<i>Figura 12.</i> Esquema de disipador de pantalla .....	56
<i>Figura 13.</i> Esquema de pozo de bandeja.....	56
<i>Figura 14.</i> Esquema de aumento de fricción producido por saliente en la solera.....	57
<i>Figura 15.</i> Esquema de aumento de fricción producido por construcción de columnas en tresbolillo .....	57
<i>Figura 16.</i> Esquema de aumento de fricción producido por sucesivos pequeñas gradas. ....	58
<i>Figura 17.</i> Esquema de cascadas escalonadas tipo Chanson .....	58
<i>Figura 18.</i> Esquema de dados disipadores. ....	59
<i>Figura 19.</i> Esquema de tubería vertical.....	60
<i>Figura 20.</i> Esquema de toma de agua. ....	61
<i>Figura 21.</i> Esquema de regadera automática. ....	61

*Figura 22.* Esquema de siamesas .....62

*Figura 23.* Esquema de gabinete. ....62

## **CAPITULO UNO**

### **Consideraciones Básicas**

#### **1.1. ANTECEDENTES.**

El 20 de Septiembre de 1989, el Señor Mayor de Policía Mario Segovia Cárdenas, junto con un grupo de personal de clases y policías especializados en caballería se trasladan a la Hacienda “LA REMONTA” y se proponen en crear la primera Unidad de Caballería del país, motivando a las autoridades del Gobierno y Policía para contar con el basamento jurídico del 25 de enero de 1990, mediante acuerdo Ministerial No 0331, en el cual se publica el Reglamento Interno de la U.E.R. y por lo tanto su creación.

La Comandancia General de la Policía Nacional asignó a esta Unidad, la respectiva partida presupuestaria para los trabajos de Culminación del Edificio Comando de la Unidad, obra que fue inaugurada el 25 de enero del 2005, en la parte superior funcionan las oficinas y dormitorios de Oficiales y en su parte inferior el salón de eventos, en donde se realizan reuniones de diferente índole como sociales y protocolario de carácter civil o policial.

La Unidad de Equitación y Remonta (U.E.R) de la Policía Nacional, preocupados por adecuar sus áreas para albergar a 300 alumnos sean estos Aspirantes a Policías como personal que integran los Cursos de Equitación y Remonta para conformar y engrosar las filas de esta prestigiosa unidad, se presenta la propuesta de la construcción de una edificación de tres pisos que servirá como área de capacitación

durante su periodo de formación.

Para lo cual se efectuara el diseño arquitectónico del edificio, en donde se determinará la distribución del espacio de cada área, esto es un auditorio moderno y amplio, una cafetería cómoda, el área administrativa en donde constará de un dispensario médico, una biblioteca. Las aulas están distribuidas a lo largo de las plantas altas de la construcción, brindando un espacio y la iluminación adecuada para poder instruir a 300 alumnos en las diferentes etapas de su aprendizaje para culminar como nuevos policías.

El diseño hidrosanitario se sujeta directamente al diseño arquitectónico de esta propuesta y se necesitara calcular el caudal necesario para llenar la cisterna en el tiempo más pronto posible, la fuerza de agua que debe llegar a cada punto de evacuación de acuerdo a la función que tenga, la evacuación rápida de las aguas negras y la instalación de cajas de revisión con sus respectivas pendientes de caída. En sí se determinará los diseños tanto para aguas lluvias, aguas servidas, agua potable, como el sistema contra incendios.

En el año 2013 del mes de junio se incorporaron 150 Aspirantes a Policías a la U.E.R, en donde haciendo un esfuerzo para ubicarles y darles la formación adecuada han tenido que ceder parte de sus instalaciones a la Dirección Nacional de Educación; con la finalidad de poder graduar a estos ciudadanos en un futuro próximo como nuevos Policías Nacionales del Ecuador para brindar a la comunidad

ecuatoriana el buen servicio que se merece.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN.**

El gobierno actual ha comenzado a realizar una serie de cambios en las infraestructuras del estado, esto es, readecuación de varios edificios que han estado en mal estado o no se han estado utilizando y que son bienes públicos; la creación de nuevas edificación que faciliten una mejor atención a la ciudadanía en los diferentes ministerios que existen; la creación de nuevos cuarteles policiales “integrados” en donde se encuentra la Fiscalía, Medicina Legal, Juzgados y Comisarias en el mismo lugar para acelerar el proceso de enjuiciamiento de las personas infractoras de la ley; y el reordenamiento de las instalaciones de cuarteles policiales a nivel nacional.

Por ello, este proyecto se encuentra vinculado con una modernización y utilización de forma adecuada del terreno, para hacerle funcional y cómodo para sus usuarios, teniendo una mejor organización del espacio tanto en las áreas verdes como en el interior de la edificación, colocando ideas vanguardistas en su diseño acoplado con las necesidades de una Escuela de Formación para Policías.

Por lo tanto, el espacio de terreno previsto para la construcción de la edificación esta estratégicamente ubicada para unirse a la creación de otras edificaciones que serán de uso de oficinas, central de radio, atención a la ciudadanía y estacionamientos. Pensado que en un futuro la escuela se organice como un cuartel de policía,



brindando todas las exigencias que este requiera.

Por todo lo anterior expuesto la realización de este proyecto es de vital importancia no solo para las personas que actualmente laboran en la Unidad de Equitación y Remota (U.E.R.), sino para toda la ciudadanía en vista que se va a interconectar con otras edificación que en el futuro se construirán para dar un mejor servicio a la personas que acudan al lugar por cualquier causa.

### **1.3. OBJETIVOS.**

Proponer el Diseño Arquitectónico e Hidrosanitario de nuevas instalaciones para aulas de clases de los Aspirantes a Policías en las Escuelas de Formación de la Policía Nacional (U.E.R.).

Para poder completar el objetivo universal del presente trabajo se efectuara los siguientes ítems:

- Determinación de la distribución de espacios de acuerdo a las actividades que se va a realizar en el interior del edificio a construir.
- Diseño arquitectónico del edificio.
- Diseño de espacios verdes alrededor del edificio.
- Diseño de parqueaderos para personal administrativo, civil o policial que concurra al edificio.
- Diseño del sistema de distribución de agua potable.
- Diseño del sistema de evacuación de aguas servidas.
- Diseño del sistema de evacuación de aguas lluvias.

- Diseño del sistema contra incendios.
- Estudio de costos y Presupuesto del proyecto.

#### 1.4. INTRODUCCION.

La Unidad de Equitación y Remonta nace en el 25 de enero de 1990 y tiene como misión específica colaborar con la labor policial en el patrullaje a caballo, ayudando a mejorar el sistema de seguridad para contrarrestar y enfrentar la ola delincencial en todo el país, apoyando a todas las unidades en el mantenimiento del orden social especialmente en eventos de carácter social, cultural y deportivo.



**Fig. 01.** *Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional*

Desde su apertura hasta el día de hoy se vio en la necesidad de crear otras áreas como son:

- *La banda montada*, única en su género dentro del país y de Sur América, nace con la finalidad de dar alegría al pueblo ecuatoriano, es utilizado en desfiles cívicos de varias provincias.

- *Hipo terapia*, estas sesiones van encaminadas a niños con habilidades especiales como son Síndrome de Down, Autismo y Parálisis Cerebral; trabajan directamente con fundaciones tales como Fundación Reina de Quito, Tierra Nueva, Fundecamp, entre otros.
- *Escuela de Equitación*, en donde se obtiene la capacitación y especialización para los señores oficiales, clases y policías que pertenecen a esta unidad.
- *Zona de crianza*, en el cual se especializan en el manejo y cuidado del ganado caballar, así como la reproducción de los potros que se convertirán en los nuevos caballos al servicio de la Policía.
- *Escuela de Formación para Aspirantes a Policía*, por su gran extensión en el terreno, el alto mando de la Policía ha visto oportuno la creación e implementación de una escuela de formación.

El objetivo de este proyecto es la creación de una propuesta de edificación apta y moderna en donde el alumnado no solo de la Escuela de Formación para Aspirantes a Policías puedan ocupar, sino más bien a que toda la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional lo pueda utilizar. El proyecto cuenta con una sala de auditorio, cafetería, biblioteca, aulas en donde albergara a 25 estudiantes cada una dando un total de 300 alumnos, baños equipados para personas con habilidades especiales.

El área en donde se piensa construir dicha edificación cuenta con una extensión de 7000 m<sup>2</sup> y de acuerdo con el diseño de los planos el área que se necesita es de 5358 m<sup>2</sup>, incluido parqueadero, garita de acceso, jardines, tanque de almacenamiento de

agua potable y contra incendios.



**Fig. 02.** *Fotografías del terreno donde se pretende edificar el proyecto.*

## **CAPITULO DOS**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 NORMAS SOBRE EL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

En esta sección se tomara en cuenta los criterios básicos mínimos necesarios para determinar el diseño de distribución del agua potable dentro de un proyecto.

De acuerdo con el diámetro de la tubería y la función que va a cumplir dentro del diseño del proyecto, las redes se pueden dividir en dos: redes matrices (principales) y redes menores (secundarias).

La red matriz de distribución es el grupo de tuberías de diámetro mayor que se encargan de transportar el agua potable desde los tanques o desde la cisterna en donde se encuentra la fuente de agua potable hasta la redes menores del proyecto; esta distribución debe ir de la mano del criterio de sectorización dentro del proyecto para garantizar las presiones básicas en el sistema de distribución general. La red menor es el grupo de tuberías que lleva el agua a los diferentes servicios, garantizando la demanda de los usuarios actuales como futuros.

Para todo tipo de proyectos que intervengan el diseño de la distribución de agua potable debe constar dos requisitos fundamentales. El primero; que el suministro de agua potable debe llegar a los diferentes puntos con una cantidad, continuidad y

presión apropiada. Y el segundo; en caso de emergencia, el sistema de distribución debe proveer suficiente presión y flujo de agua para contrarrestar un incendio producido en el interior de la edificación.

Se debe conocer todos los aspectos básicos y generales de la zona donde se va a realizar el proyecto, así como los regímenes de propiedad y los usos generales que se da al suelo. También se debe conocer los requerimientos de usos del agua que se va a ser suministrada.

Para realizar el diseño de la red de agua potable se debe tener los siguientes criterios:

- Las tuberías que formaran parte de la red matriz deben estar cerca de los puntos de más afluencia de su consumo y sus longitudes deben ser optimizadas todo lo posible.
- Se debe analizar las redes existentes (si las hay), sus posibles refuerzos para que sean adaptados a las redes principales, calculando el caudal y sus presiones de acuerdo a las necesidades actuales y futuras.
- Evitar la implementación de tuberías en donde ya existen, tratando en lo posible de utilizar las ya existentes para la distribución del nuevo proyecto.
- Evitar quebradas, rellenos sanitarios, cañadas, nivel freático elevado, suelos aluviales o concentración de agua lluvias y alcantarillado.
- Se debe evitar la ruptura de pavimento o cemento, en lo posible buscar zonas verdes para realizar la instalación de la tubería.

- Evitar las interrupciones en las vías públicas tanto peatonales como vehiculares.
- Tratar de realizar la instalación por lugares públicos, evitando terrenos privados, construcciones de mayor importancia al proyecto que se está realizando.

Dentro de las condiciones generales del diseño hay que considerar la distribución por gravedad, por bombeo y mixtas. Así como las siguientes condiciones:

- *Planeamiento de la red de distribución*, en la etapa inicial es importante tener un planeamiento que garantice que la propuesta del proyecto atienda los requerimientos actuales como futuros de la demanda del agua. También se analiza la red de distribución existente, en donde se identifica la opción de repotenciar esta red para que ayude al proyecto que se va a realizar, sin disminuir la presión ni el caudal de dicha tubería. Se recomienda que dicho análisis se realice mediante un software especializado para garantizar la distribución a la demanda ya existente y a la futura.
- *Capacidad de red*, para realizar los cálculos de distribución de la red hay que tener en cuenta lo siguiente:
  - ✓ Las tuberías de la red matriz se calculan con el caudal acumulado.
  - ✓ Se debe considerar la zona y su población actual; y la proyección futura.
  - ✓ Hay que considerar que tipo de área se va a abastecer; si es residencial, comercial, industrial, municipal o áreas verdes.

- ✓ Si no se puede calcular la demanda futura, esto se deberá fijar con consumos globales que proviene de derivaciones previstas en el sistema de distribución.
- ✓ Para la estimación del caudal se establece de dos formas; la primera, si ya existe una red de distribución se hará con el consumo medio histórico, mediante datos de facturación; segundo, donde no exista una red de distribución se utilizara zonas similares para el efecto.
- ✓ Definir puntos para la colocación del sistema de hidrantes o contraincendios se lo hace mediante la importancia de la aérea y al tamaño de la manguera existente en el mercado.
- *Sectorización del servicio*, bajo los siguientes objetivos:
  - ✓ Controlar el agua no contabilizada, para tener una fácil evaluación de las pérdidas de agua que se tiene en el proyecto.
  - ✓ Optimizar la operación del servicio dentro del proyecto.
  - ✓ Facilitar el mantenimiento preventivo.
  - ✓ Controlar la presión en todo el proyecto.
  - ✓ Controlar las fugas dentro del proyecto.
- *Delimitación de zonas de presión*, se realiza con la finalidad de tener una uniformidad en el gradiente de presiones entre la cisterna o tanques de reservorio y los puntos mínimos de presión. El diseño se realizara utilizando cámaras de reducción de presión, tomando en cuenta que la presión debe ir disminuyendo cada vez más para minimizar las perdidas y consumo. De todas formas, con la ayuda de la cisterna y bombas de agua se garantizara la



suficiente presión hasta el último piso del proyecto a realizar.

- *Trazado de la red*, se debe considerar el trazado de la tubería matrices, que sea de fácil acceso para su mantenimiento, se ubicara en lo posible en áreas verdes, y estarán cerca de las veredas o de la periferia del proyecto, y facilitara la implementación del sistema contra incendios o de hidrantes, este trazado debe asemejarse a un circuito o malla. Y el trazado de la red menor, esto es la tubería que da a los puntos de abastecimiento de la demanda y se asemeja a un ramal abierto.
- *Interconexión de la red de distribución*, en puntos estratégicos se colocaran válvulas de cierre tipo mariposa o de cierre elástico.

Dentro del periodo de diseño se debe establecer de la siguiente forma. Redes matrices de 30 años ya que cubren grandes zonas de servicio. Y redes secundarias corresponderá al tiempo esperado para alcanzar la población máxima que se espera tener en el futuro.

Cuando se está realizando el trazado de la red se debe prever el aislamiento de tramos de la red para efectos de búsqueda de fugas de agua y para facilitar el mantenimiento.

Con respecto a los materiales para las tuberías en las diferentes redes y los accesorios se elegirán dependiendo de las presiones máximas que deberá soportar dichas tuberías, y se pueden utilizar entre las siguientes opciones:

- Acero con revestimiento anticorrosivo interno y externo (A).
- Acero con revestimiento interior y exterior en mortero de concreto (CCP).
- Hierro dúctil (HD).
- Polivinilo de cloruro (PVC).
- Polietileno de alta densidad (PEAD).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP).

Con respecto a la distribución de redes de agua potable con la de redes de alcantarillado de aguas negras o agua lluvia deben estar a una distancia de 1.5 m en sentido horizontal o 0.5 m en sentido vertical, por sentido común la tubería de agua potable debería estar encima de la tubería de alcantarillado para evitar contaminación por causa de ruptura o por fuga. Y si físicamente no se puede tener esta distancia entre ambas tuberías entonces se dividirá por medio de una pared de hormigón el cual garantice el estancamiento de cualquier fluido evitando la contaminación con el sistema de agua potable. Por último, la distancia de las redes telefónicas y las de agua potable es de 1.0 m en sentido horizontal y 0.5 m en sentido vertical.

La profundidad que se debe instalar la red matriz estaría entre los 1.2 y 1.5 m de acuerdo a las especificaciones técnicas del municipio, sin embargo se puede colocar hasta 0.6 m de profundidad tomados desde la superficie hasta la clave de la tubería, sin embargo se debe considerar un análisis estructural en donde se vea las cargas vivas, impacto en otros aspectos.

Con respecto a los accesorios de la tubería, estos se diferencian de acuerdo a su forma y uso; en general son: codos, reducciones, cruces, tees, válvulas, anclajes, yees, etc. Dichos accesorios deben ser compatibles con la tubería para evitar fugas de agua; esta compatibilidad debe verse en torno a la presión de trabajo, dimensiones como diámetro, espesor y sistema de unión; también de la estabilidad electroquímica si se trata de materiales diferentes.

Dentro de las válvulas en redes de distribución se tiene algunas de acuerdo al uso que se va a dar y se clasifican en tres grandes grupos que son:

- Válvulas de interconexión, son las que permiten comunicar algunos sectores y por general se encuentran cerradas.
- Válvulas limite se subsector, son las que permiten comunicar los subsectores en que se dividió al proyecto, e igual que las anteriores estas por general se encuentran cerradas.
- Válvulas de operación, son las que permiten conformar distritos pitométricos dentro de un subsector.

También existen otras válvulas que son:

- Válvulas de control, generalmente de forma de mariposa, estas sirven para la alimentación de subsectores.
- Válvulas de aire, estas se colocan en las redes menores para evitar bloqueos durante el llenado de las tuberías y también cuando estas estén en uso.
- Válvulas de desagüe, estas deben de drenar el agua hasta el alcantarillado.

- Válvulas de reducción de presión.

## **2.2 NORMAS SOBRE EL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS.**

En esta sección se tomara en cuenta los criterios básicos mínimos necesarios para determinar el diseño de distribución de la red de aguas servidas dentro de un proyecto.

Dentro del periodo de diseño se fijaran las condiciones básicas directas para el proyecto, tomando en cuenta la capacidad del sistema actual y futura, la densidad y de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados, su operación y mantenimiento. Y como condiciones básicas indirectas están la demanda del servicio, la programación de inversiones, la factibilidad de ampliaciones, entre otras. Todo ello se debe tomar en cuenta al momento de diseñar un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, proyectándose para un periodo de 30 años como mínimo.

Dentro de este diseño es muy importante conocer o establecer una población futura que va a dar lugar a la demanda que se realizara terminando el periodo de diseño, en cuyo caso la población existente en ese año tendrá una buena relación con la proyectada para los cálculos, en este caso, dicho año se lo llama también como año horizonte de planeamiento de proyecto. Y para efecto de cálculos se realizara la estimación de población cada 5 años hasta llegar al año horizonte.

Hay que determinar el área de influencia del proyecto, en donde se limita mediante planos la actualización de las calles, manzanas urbanizadas y lotes o predios en donde va a constar nuestro proyecto, esto con la finalidad de determinar la aplicación de distribución espacial de la demanda.

Se debe verificar que las proyecciones de la población futura dentro del proyecto no superen las densidades de saturación previstas por el Municipio, por lo tanto deben estar acordes con las normas urbanísticas y planes de desarrollo que para el efecto determinaran las autoridades competentes. Si en el lugar del proyecto no se tiene un plan de desarrollo por parte del municipio, esta proyección de la población será acorde con el lugar, tomando en cuenta la zona y el uso de suelo que se da en él.

Para el cálculo de las contribuciones de aguas residuales se ayudará con la información histórica de consumo, mediciones periódicas y evaluaciones regulares que se deben hacer en el sitio del proyecto. En vista que un sistema de recolección y evacuación de sistemas residuales está integrado por la descarga doméstica, industrial, comercial e institucional. Se debe llegar a la estimación neta que un individuo aporta al sistema, tomando en cuenta la complejidad del sistema, el clima y tamaño de la población. El diseño debe hacerse con la máxima densidad de población futura y la densidad inicial que se establece con el comportamiento hidráulico del sistema.

En el caso del consumo de agua industriales, este se debe analizar individualmente,

en vista que cada industria tiene su densidad poblacional, sus residuos propios de la actividad que realizan y sobre todo la obligación de tener procesos de tratamiento, un cierto grado de recirculación de aguas e incluso el gradiente de velocidad mínima que debe tener las aguas residuales para evitar la obstrucción del sistema de acuerdo al tipo de desechos que manejan.

Para el caso de zonas comerciales, este cálculo de diseño es semejante al de domicilio, sin embargo el coeficiente de retorno es mayor, en vista al flujo de personas que se tiene.

En el consumo de aguas institucionales varían de acuerdo a la densidad de alumnos o personas que laboran en él. Por ende su valor debe ser tomando en cuenta en forma individual, analizando cada institución y basándose en instituciones similares dentro de la localidad.

Las fugas de agua del sistema de aguas lluvia también se deben considerar en el sistema de alcantarillado, en vista que las fallas en los bajantes por falta de mantenimiento van a desembocar en las rejillas de la alcantarilla y por consecuencia aumentar el caudal del consumo de aguas residuales del proyecto.

Hay que tomar en cuenta las infiltraciones producidas por aguas subsuperficiales, especialmente las causadas por el nivel freático; estas infiltraciones pueden llegar al sistema de aguas residuales por fisuras en las tuberías, juntas mal efectuadas,

deficiencia en las uniones de las tuberías con pozos de inspección, etc. La estimación de este aporte debe realizarse mediante aforos que estén cerca del sistema, en horarios cuando el consumo de agua es mínimo y estudios sobre la permeabilidad y el drenaje natural que el suelo tenga de acuerdo a su topografía; cantidad de las precipitaciones y el nivel de escorrentía que se tenga en el área, la variación en el nivel freático con respecto a la clave de la tubería y en si los materiales que se escoja para la construcción de dicho sistema de aguas servidas.

En lo posible, al momento de realizar el diseño se debe minimizar los aportes por infiltración, especialmente causados por algún movimiento sísmico, por lo tanto se debe conocer la actividad sísmica de la zona y buscar el trazado más adecuado que ayude a la resistencia de los materiales utilizados.

Todos los proyectos sobre sistema de aguas servidas se realizara los cálculos de los caudales en tres etapas, la inicial del periodo de diseño que viene hacer el año 0, el intermedio en donde los años van aumentando cada 5 y el final en donde se calcula que la vida útil del sistema es para 30 años, generalmente.

Con la finalidad de evitar obstrucciones al momento de que circule el caudal dentro del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, se recomienda que la sección circular interna de la tubería sea como mínimo de 200 mm.

La velocidad en el interior de la tubería que debe ir las aguas residuales debe ser adecuada, en vista que si es alta puede dañar los materiales utilizados para la construcción del sistema y si es baja puede ocasionar depósitos de desechos sólidos en fisuras y juntas de la tubería y a la larga obstruirían el sistema. Por lo tanto la pendiente de la tubería debe tener las condiciones de auto limpieza y de control de gases.

Para determinar la profundidad que debe colocarse desde la superficie hasta la clave de la tubería, se debe estimar entre el 70 y 85% del diámetro real, con una pendiente generalmente de 2% a lo largo del sistema, para que con ayuda de la gravedad la tubería obtenga las condiciones de auto limpieza y una aireación adecuada en su interior. Pero siempre hay que tener presente que la profundidad máxima es de 5 m, sí al hacer los cálculos sale más de este valor, se debe justificar con estudios geotécnicos que garantice las cimentaciones y estructurales de los materiales durante y después de su construcción.

Al momento de realizar el trazado, el objetivo primordial es de lograr la construcción del sistema lo más económicamente posible, pero garantizando el buen funcionamiento durante el periodo de duración de los materiales al utilizar y la vida útil de la obra. También se debe asegurar la inexistencia de filtraciones o desbordes para evitar una contaminación del suelo o capas acuíferas subterráneas. Se debe prever de suficientes cajas de revisión para dar un mantenimiento y evitar la obstrucción por desechos sólidos que no son evacuados eficientemente.



Hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las tuberías deberán de ser secciones rectas, en donde se tenga un giro de sentido se coloca una caja de revisión.
- En lo posible se seguirá la topografía del lugar para ayudarse con la gravedad y el sentido común de la naturaleza.
- Se debe buscar la opción más económica y tener otras dos opciones. Para analizar la más adecuada.
- Se analizará el aérea buscando la opción en donde exista la menor profundización para la colocación de la tubería en el terreno.
- Se debe tomar en cuenta las tuberías de agua potable y los requerimientos de distancia que la norma lo indica.
- Se evitarán las zonas de bombeo y solo si es estrictamente necesario el paso por esa área, se deberá realizar los estudios necesarios para justificarlo.
- Hay que verificar la existencia de otros sistemas en el aérea del proyecto, prever su remoción o la ampliación para la utilización del proyecto a realizar.
- Si es inevitable la instalación de una colectora en un cruce con el sistema de agua potable, la colectora se envolverá en hormigón y con una capa aislante no menos de 5 cm de espesor.
- En lo posible se utilizara las áreas verdes para la colocación del sistema, evitando romper pavimento y asegurándose que sean áreas de uso público para no realizar adquisiciones de permisos especiales por causa de áreas privadas.

- Para la selección del material de la tubería, esta se realizará verificando las especificaciones técnicas que se tenga en el mercado, en lo referente a su resistencia estructural frente a cargas externas que pueda sufrir a lo largo de su vida útil.
- Los materiales que se pueden encontrar en el mercado son:
  - ✓ Hormigón simple (HS)
  - ✓ Hormigón armado (HA)
  - ✓ Policloruro de vinilo (PVC)
  - ✓ Hierro fundido (HF)
  - ✓ Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
  - ✓ Polietileno de alta densidad (PEAD)
- Los materiales que se va a usar deben estar registrados con las normas INEN o normas internacionales, en cuyo caso el proyectista justifica indicando dichas normas.
- Los mantenimientos del sistema se realizara mediante los pozos de registro, los mimos que permiten una adecuada ventilación y se colocaran bajo los siguientes criterios:
  - ✓ Se colocara en cada cambio de dirección, cambio de material, diámetro, intersección o comienzo de la tubería.
  - ✓ A una distancia adecuada no más allá de 80 m.
  - ✓ Se construirán en forma cilíndrica de diámetro interior mínimo de 1.0 m o de forma prismática de sección mínima interior de 1.0 x 1.0 m, la tapa será resistente en vista que generalmente se colocan para usarla como

calzada.

- Para realizar conexiones domiciliarias, estas se utilizará un diámetro de 0.15 m y con una pendiente mínima de 2 %, y la profundidad de línea de fábrica será de 0.60 m o mayor. Los empalmes serán mediante ramales a 45<sup>0</sup> arriba de la colectora en el mismo sentido del flujo.

Al diseñar y escoger los materiales que se van a utilizar, debemos tomar en cuenta que los tubos rígidos sufren un esfuerzo de aplastamiento; por lo tanto, las paredes del tubo deben ser suficientemente resistentes para evitar fisuras y posibles fugas en el futuro. Si escogemos tubos de material elástico, se debe tener en cuenta que ante la fluencia de las cargas externas, estos tienden a sufrir deformación por esfuerzos horizontales; en cuyo caso, debe existir una buena compactación en el suelo, ya que su presión pasiva que ejerce sobre el suelo evita que exista una deformación continua, dando como resultado más durabilidad en los materiales escogidos.

Las uniones o juntas entre tuberías dependerán del tipo de material que se utilice en el diseño, tratando que las juntas sean hechas con moldes de fábrica, evitando a toda costa el moldeado por exposición al calor efectuado en obra.

El relleno en el momento de abrir la zanja para colocar el tubo es muy importante, ya que el suelo ayudará a dar un grado de resistencia adicional al que tiene el tubo gracias a sus materiales, esta ayuda que le da el suelo servirá para alargar su vida útil frente a cargas externas que se ocasionen durante el uso de la tubería. Si las

condiciones reales del área no son las mismas con las que se hizo el cálculo, se deberá realizar un relleno mejorado, esto se hace con materiales como arena o cemento.

El lecho de apoyo que tiene la tubería sobre el suelo tiene como misión el de proveer una distribución uniforme de presiones exteriores y evitar que exista un apoyo puntal o una línea de soporte a lo largo de la tubería. Si el lecho está ubicado cerca de una zona de agua circulante, se deberá diseñar un sistema que evite el lavado y transporte del material que constituye dicho lecho.

Para rellenar la zanja primero se debe drenar todo el excedente de agua que pudiera haber en su interior, se colocara capas de compactación de acuerdo a los cálculos previstos en el diseño, previniendo de cualquier ruptura que se pueda causar a la tubería. Dichas capas de compactación se las realizara hasta que faltare 45 cm para llegar a la superficie. Luego de ello se realizará la compactación del terraplén en capas que no exceda de los 20 cm.

Los materiales que se utilizaran para el lecho no podrán ser ni material orgánico ni congelados ni escombros tales como neumáticos, botellas, metales, etc. Puede ser con material excavado con un máximo de partículas de 100 mm y en cuanto a la cobertura de la tubería no excederá de 300 mm.

Al momento de recibir la tubería y accesorios que se van a utilizar en la obra, se debe descargarlos con cuidado, y en lo posible no utilizar cadenas descubiertas ya que la fricción puede ayudar a que se fisuren o se cree grietas las cuales en un futuro pueden traer filtraciones prematuras al sistema y así contaminación al suelo. Si los materiales son fabricados mediante termo plastificación se deberá tener mucho cuidado a la exposición de temperaturas altas. Y el almacenamiento se efectuara de tal manera que no se dañe los materiales hasta su colocación en obra.

Dentro del relleno de las zanjas, en obra se harán los rellenos necesarios para poder obtener una nivelación optima de acuerdo a la cota que se indica en los planos de diseño. Una vez compactado el suelo de acuerdo al estudio y recomendaciones dadas por el diseñador, se verificará que la densidad sea la requerida, esta inspección se realizara en capas de 100 mm de grosor. Se debe tener sumo cuidado al seleccionar el material de relleno, ya que este debe ser compatible con el material del suelo natural, para que no migre el material bajo determinadas condiciones de presencia de agua o de relaciones de granulometría.

Terminada la colocación de la tubería y la compactación del suelo se verificara que no exista infiltración y exfiltración mediante pruebas en el sitio del proyecto. Se observará que las cámaras de inspección, las juntas y demás puntos críticos del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales funcionen satisfactoriamente.

### **2.3 NORMAS SOBRE EL SISTEMA DE AGUAS LLUVIA.**

En esta sección se tomara en cuenta los criterios básicos mínimos necesarios para determinar el diseño de distribución de la red de aguas lluvia dentro de un proyecto.

Este tipo de obras son efectuadas por el hombre para garantizar el normal desarrollo de las actividades de un determinado sector, y se puede dividir en dos: drenaje subterráneo que son conformados por conductos y obras de almacenamiento; y drenaje superficial que son las canaletas, sumideros, cunetas, entre otros.

Al momento de realizar el diseño para este tipo de sistemas se recomienda tener un tiempo de recurrencia de 25 años, pero dicha recomendación está condicionada por las características de factibilidad técnica y económica del proyecto; por la magnitud del cauce permanente y por las cuencas hidrográficas.

Se recomienda, si el proyecto lo amerita, realizar modelos de hidrología urbana y modelos matemáticos para la planificación, diseño y control del sistema que se va a construir; en vista que se puede cuantificar los volúmenes de escurrimiento y estimar los caudales de descarga en determinados puntos críticos de la red de tuberías pluviales que se va a implementar, y tener una evaluación de la eficiencia, eficacia y posibles alternativas de solución ante problemas encontrados en la simulación.

Cuando no se puede realizar este tipo de modelación en programas especializados, se puede recurrir a los datos formales de registro tales como la frecuencia de las

tormentas, máximos niveles alcanzados, el área y la profundidad de las inundaciones; y datos informales como artículos de periódico, fotografías privadas, testimonio de testigos presenciales, marcas en las paredes de las viviendas, etc. Todo esto será de mucha importancia para tener una visión amplia al momento de realizar los cálculos de diseño.

Dentro de los parámetros del diseño se debe definir algunos términos como son:

- *Periodo u horizonte de diseño*, es el intervalo de tiempo que el diseñador espera que el sistema alcance a su nivel de saturación, este tiempo debe ser menor al de la vida útil de la obra. Este tiempo no debe ser menor de 10 años.
- *Vida útil*, es el tiempo que se espera que la obra cubra con las necesidades para lo cual fue creado, sin que esto concorra en gastos fuertes de operación ni de mantenimiento. Por lo general, esta vida útil debe diseñarse para no menos de 30 años.
- *Periodo de retorno*, también conocido como *intervalo de recurrencia*, y es determinar por medio de modelos matemáticos o por la simple visualización de datos formales e informales en que tiempo se espera que ocurra la mayor tormenta registrada, este tiempo es en sentido probabilístico, ya que nadie puede determinar con exactitud la ocurrencia del clima.
- *Riesgo*, es la posible consecuencia en términos económicos, sociales y/o ambientales que se puede dar a causa de daños o pérdidas en el funcionamiento de un sistema en un tiempo determinado. El riesgo está

ligado en forma directamente proporcional a la vulnerabilidad, es decir, si la vulnerabilidad aumenta el riesgo igual y viceversa. Generalmente ambas disminuyen de acuerdo a las protecciones que se van mejorando con el tiempo.

- *Nivel de amenaza*, es la probabilidad de que el sistema de drenaje de aguas pluviales llegue a fallar por consecuencia de un evento de magnitud.
- *Vulnerabilidad*, es la predisposición del sistema a sufrir daños o pérdidas por consecuencia de un evento de magnitud. Esta vulnerabilidad es variable con el tiempo y disminuye con las protecciones que se realizan al sistema de drenaje de aguas pluviales
- *Tormenta de diseño*, es el evento crítico que se producirá en el período de retorno y a la que el diseño del sistema de drenaje pluvial va dimensionado considerando su vulnerabilidad.
- *Área de drenaje*, es el área geográfica delimitada por el aporte superficial del escurrimiento producido por las precipitaciones pluviales del sector en donde se va a construir el proyecto.
- *Hidrograma de diseño*, es una gráfica continua del volumen producido por una lluvia de cualquier magnitud versus la duración que esta tuvo. Y al ser de diseño se toma en relación el tiempo de retorno elegido para dimensionar la estructura en cuestión, mediante la Hidrograma de diseño se puede obtener el caudal y el volumen de diseño, tomando en cuenta el grado de protección que se dé a la estructura dependiendo de la importancia que este tenga frente a la sociedad y su desarrollo-



- *Intensidad*, corresponde a la diferencia entre la altura de la lluvia y la duración que esta tenga. Hay que aclarar que este valor es único y se usa de forma local; en lo posible no hay que interpolar entre varias aéreas.
- *Duración*, es la persistencia que se proyecta el diseñador con fines de cálculo dependiendo de las características físicas propias de cada cuenca.
- *Frecuencia*, es una probabilidad que se da el proyectista y estima cuantas veces al año puede darse un tipo determinado de lluvia, esto se hace en base a la amenaza que tenga la zona.
- *Magnitud*, es la intensidad que alcanza la lámina de precipitación sobre un punto.
- *Hietograma*, representación gráfica de la distribución temporal de una tormenta, esto puede ser continua o discreta.
- *Infiltración*, es el paso que tiene el agua desde la superficie hasta las capas inferiores (profundidad).
- *Tiempo de concentración*, es el tiempo que le toma a una gota de agua ubicada en el extremo de una cuenca llegar a la sección de desagüe.

Al momento de diseñar este tipo de proyectos, lo que se interesa estimar es la amenaza que un evento de gran magnitud vuelva a producirse, estimar en que tiempo probabilístico esto pueda suceder y poder establecer una buena vida útil de la obra que se va a construir.

Los periodos de retorno que se recomiendan utilizar en el diseño son los siguientes:

PERÍODOS DE RETORNO PARA DIFERENTES OCUPACIONES DEL ÁREA		
<i>Tipo de obra</i>	<i>Tipo de ocupación del área de influencia de la obra</i>	<i>Tr (años)</i>
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

**Tabla 01.-** *Períodos de Retorno para Diferentes Ocupaciones del Área.* (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 70)

Generalmente, las lluvias tienden a presentar grandes variaciones en lo que corresponde al espacio y al tiempo, por lo tanto se busca siempre el valor promedio sobre la cuenca que se va a realizar el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales y es de vital ayuda tener los registros de lluvias intensas, con la finalidad de obtener la lámina precipitada en toda el área de la cuenca.

En la distribución temporal en tormentas, existe mucha diferencia entre intensidad de la lluvia durante esta secuencia, por ello es muy importante conocer dicha distribución para realizar los diseños hidrológicos, especialmente en los modelos lluvia-escorrentía.

Hay que tomar en cuenta en la clasificación de los suelos según la mirada de los hidrólogos, y esto es en base al coeficiente de escorrentía y son:

- Suelo A, los que tienen un comportamiento de escurrimiento mínimo.
- Suelo B, los que tienen un comportamiento de escurrimiento medio.

- Suelo C, los que tienen un comportamiento de escurrimiento alto.
- Suelo D, los que tienen un comportamiento de escurrimiento máximo.

También hay ciertas condiciones hidrológicas que se debe tomar en cuenta como criterios validos al momento de realizar los diseños, y estos son:

- Condición I, son suelos en donde se encuentran secos, pero no al punto de marchitez.
- Condición II, este es una condición media, en donde el suelo tiene la capacidad de ser aprovechado en actividades del campo.
- Condición III, es el área del terreno en donde frente a una fuerte lluvia, el suelo tiene una infiltración básica.

Como referencia del tipo de suelo frente al nivel de escurrimiento se presenta una tabla explicativa al respecto.

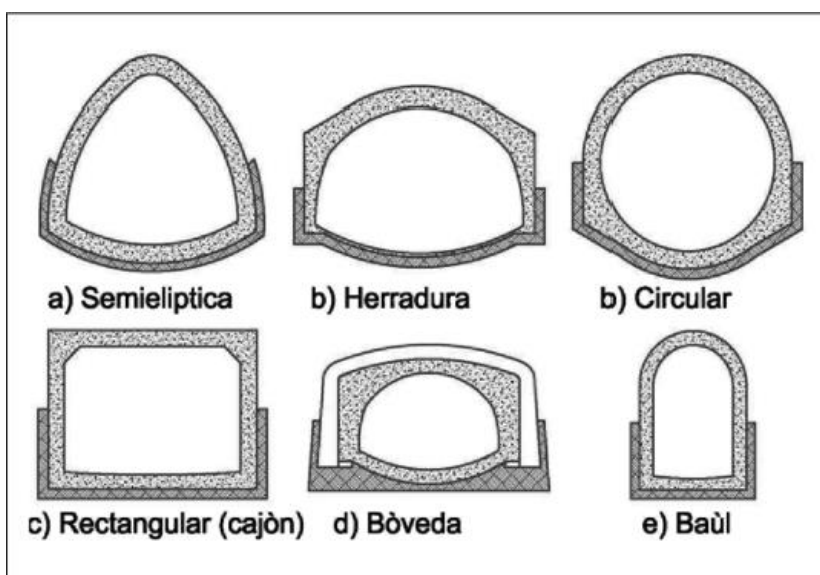
<b>NÚMERO DE CURVA DE ESCURRIMIENTO</b>				
<b>Condición hidrológica II</b>				
<b>Uso y cubierta del suelo</b>	<b>Grupo hidrológico del suelo</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Áreas rurales</b>				
Suelo desnudo	75-80	83-87	89-92	93-95
Praderas o pastizadas	47-55	65-75	75-85	80-88
Vegetación natural	25-30	41-46	57-63	66-70
Cultivos en hileras	65-72	74-81	80-88	82-91
Cultivos granos	67-69	74-76	80-83	84-86
Frutales	37-41	50-55	64-69	70-73
Cultivos menores (jardines y huertos)	42-48	62-70	75-80	81-85
Caminos enripiados	70-75	80-85	85-89	90-94
Caminos pavimentados	75-80	82-86	88-92	92-96
<b>Áreas urbanas</b>				
Baja densidad (Área impermeable 15% al 30%)	68-72	74-79	81-85	84-87
Media densidad (Área impermeable 31% al 45%)	70-74	76-81	83-88	87-92
Alta densidad (Área impermeable 46% al 70%)	72-76	78-84	86-90	90-96
Muy alta densidad (Área impermeable 71% al 85%)	75-79	82-88	88-95	93-98

**Tabla 02.-** Número de curva de escurrimiento. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 84)

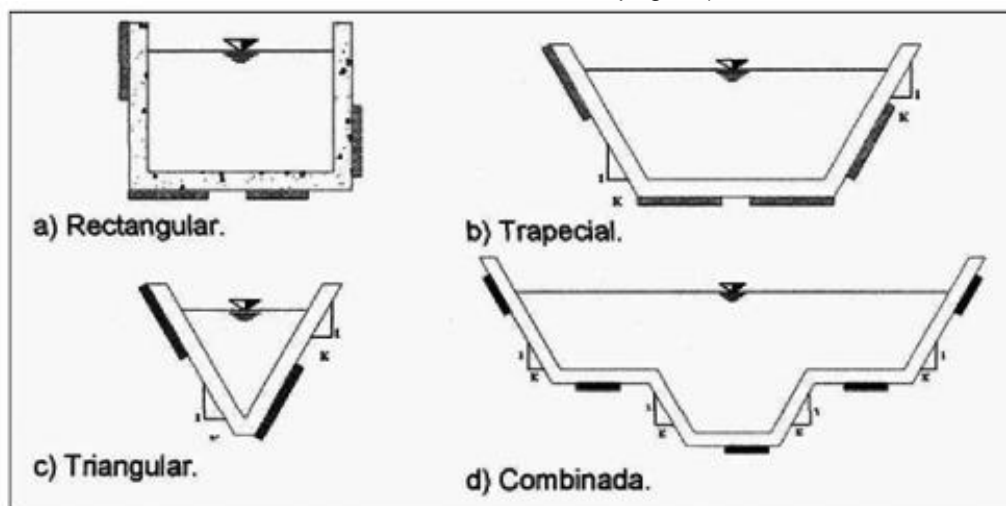
Entre los materiales que se utilizan para realizar las tuberías para el sistema de drenaje de agua pluvial son:

- Hormigón simple.
- Hormigón armado.
- Acero con revestimiento interno.
- Acero sin revestimiento interno.
- Hierro.
- Policloruro de vinilo (PVC).
- Polietileno de alta densidad (PEAD).

Frecuentemente, las estructuras que son construidas en el sitio para el sistema de drenaje de agua pluvial, son hechas con hormigón armado y puede ser cerradas o con cielo abierto. Su diferencia se basa en el modo de uso que este sistema vaya a tener con el desarrollo de las actividades de la sociedad.



**Fig. 03.-** Secciones transversales de conductos cerrados más usadas. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 90)



**Fig. 04.-** Secciones transversales de conductos abiertos más usadas. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 91)

Se dice que un escurrimiento es de superficie libre cuando este se puede verificar que el plano superior está en contacto con la atmosfera. De acuerdo al comportamiento, este escurrimiento puede ser: uniforme, si durante una sección a otra conservan la misma altura y velocidad; no uniforme, cuando varía la altura y la velocidad de un tramo a otro, puede ser gradualmente variado o rápidamente variado; o puede ser permanente cuando el caudal así lo sea o puede ser impermanente cuando el caudal no es permanente en el tiempo.

Se determina si un escurrimiento es crítico, subcrítico y supercrítico dependiendo de la relación que tengan la magnitud de la fuerza de la inercia y las gravitatorias de los fluidos; y estas pueden estar en equilibrio, predominan las fuerzas gravitacionales o predominan las fuerzas de inercia, respectivamente.

En el caso del escurrimiento permanente y uniforme, la superficie del fluido es paralela a la solera del conducto, mientras que en el caso del escurrimiento permanente no uniformes no lo es.

En lo referente a las tuberías del sistema de drenaje de aguas pluviales, el diámetro interior será de 400 mm, con la finalidad de evitar obstrucciones en el colector por consecuencia de agentes externos que pueden ser arrastrados por consecuencia de la esorrentía del terreno. Con justificaciones adecuadas por parte del diseñador se puede aceptar diámetros de 300 mm, conservando todos los criterios anteriores expuestos.

Mediante la escorrentía que se puede tener en la zona del proyecto, hay que determinar el aporte sedimentario que se puede dar a la tubería del sistema. En vista que el agua pluvial puede acarrear materiales granulares de diferente diámetro así como basura. El tipo de materiales granulométricos que se puede adjuntar al sistema depende de las condiciones topográficas, geomorfológicas, edafológicas, cobertura vegetal y de erosión que se presente en la zona. Mientras que el tipo de basura que se pueda añadir dependerá exclusivamente al nivel de limpieza y de educación que se tenga.

Por lo tanto, los proyectos de esta naturaleza deben de prever con rejillas en los sumideros; condiciones de mantenimiento; limpieza de sumideros, rejas y cámaras; y la contemplación dentro de los cálculos de ciertos diámetros de los materiales granulométricos para evitar que se taponen la tubería, y que el sistema fluya siempre con normalidad. Y si es posible, el diseñador colocará elementos de desarenado al inicio de los tramos críticos y también se construirá el tamaño de las cámaras desripiadoras de acuerdo a los diámetros del material granular que se estima tener durante su vida útil.

La velocidad mínimo que se podrá tener para el fluido dentro de las tuberías del sistema será de 0.60 m/seg y como velocidad máxima evitando la erosión de los materiales utilizados será la siguiente:

<i>Material de la tubería</i>	<i>Velocidad máxima (m/seg)</i>
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm de diametro	4,5
Tubería de hormigón armado de 60 cm de diametro o mayores	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6,0 - 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> . Grandes conducciones	7,0 - 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9,0 o mayor

**Tabla 03.-** *Velocidades máximas permitidas de acuerdo al material utilizado.* (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 99)

La pendiente mínima para las tuberías es de 0.5% y esto ayudara para evitar que exista el azolve, es decir, el lodo o basura que pueda obstruir por completo la tubería. Mientras que la pendiente máxima será de acuerdo a la velocidad máxima de diseño que el proyectista haya considerado la más adecuada para su sistema de drenaje de aguas pluviales.

Para que exista una ventilación adecuada dentro del sistema, se recomienda colocar a una profundidad que este entre el 70% y el 85% del diámetro o altura real de dicha tubería o canal. Siendo la profundidad mínima recomendad de 1.50 m y la máxima de 5 m desde la superficie hasta la cota clave de la tubería, obviamente estos valores pueden ser modificados de acuerdo a cada proyecto, en donde el diseñador tendrá que justificar los valores que haya considerados los más adecuados.

Los sumideros dentro de un proyecto son de vital importancia, estas estructuras son las destinadas a llevar el agua que se escurre por las cunetas de las calles hasta la red de alcantarillado, obviamente deben están protegidos porque el agua acarrea



basura de tamaño considerable que debe ser detenido en la superficie para evitar el taponamiento en el interior de la tubería. El número de sumideros que se debe colocar en el proyecto es libre, pero este no debe ser excesivo por cuestión de costos y debe garantizar que todo el agua que escurre sea llevado al sistema de alcantarillado. Existen tres tipos de sumideros que son:

- Horizontales, son los que se encuentran en la solera de la cuneta longitudinal o transversal a la vía.
- Verticales, son los que se encuentran en la pared vertical del bordillo.
- Mixta, que es la combinación de horizontal y vertical.

Las consideraciones que se debe tener en cuenta al momento de diseñar los sumideros son las siguientes:

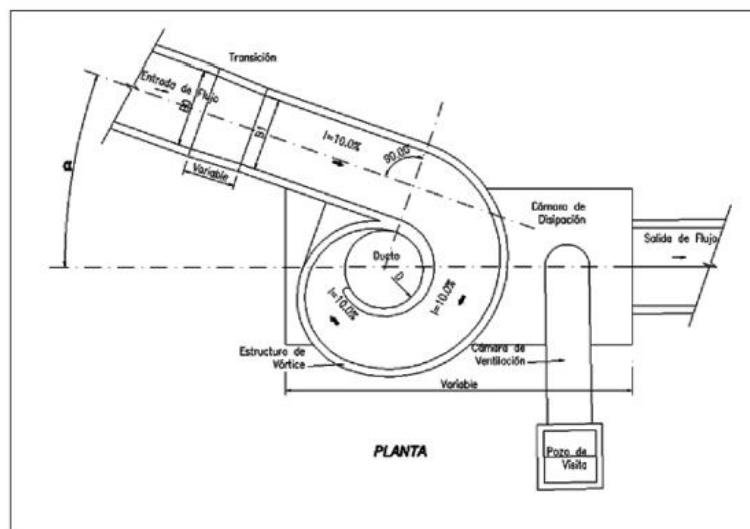
- Considerando el caudal del agua que se está escurriendo por la cuneta, el sumidero será suficientemente espacioso para que atrape del 90% al 95% dicho caudal.
- Si la pendiente longitudinal de la calle supera el 5%, se instalara los sumideros en solera de cuneta, y si es posible se utilizará la construcción de sumideros mixtos.
- En puntos bajos del proyecto se considera colocar sumideros verticales o mixtos.
- En caso de utilizar una boca de tormenta ensolera, su factor de seguridad será de 2.

- La cámara del sumidero tendrá un diámetro mínimo de 200 mm, para garantizar la limpieza y el mantenimiento de este.

En la realidad la eficiencia del sumidero tiende a ser menor de la calculada en los planos, esto se debe a varias razones como la irregularidad de las cunetas, la hipótesis que se debe hacer el diseñador que en muchos de los casos no concuerda con la realidad, obstrucciones que causan la acumulación de desperdicios o material granular, entre otros.

Con la finalidad de disminuir la energía cinética con la cual baja el caudal del agua que se escurre se crean estructuras de disipación de energía, esto ayuda a que aguas abajo no se dañe el sistema que conforma el drenaje de aguas pluviales. Se puede tener esta disminución con las siguientes técnicas:

- Construir un resalto hidráulico. La eficiencia del resalto hidráulico depende de la profundidad que se tenga aguas abajo, pero se puede tener el mismo efecto haciendo colectores sucesivos que cambien en longitud, altura y altura del contra salto. Como ejemplos de esto tenemos lo siguiente:
  - ✓ *Caída de vórtice*, en donde consiste la construcción de una cámara de entrada que hace que tenga un movimiento circular el agua, un conducto circular de bajada, un dissipador de energía y el conducto de salida.



**Fig. 05.-** Esquema de caída de vórtice. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 110)

La desventaja de utilizar la caída de vórtice es la excesiva necesidad de tener una área suficientemente amplia en sentido horizontal como vertical, la profundidad de este debe ser suficiente para que la disipación sea adecuada, así mismo su canal de entrada debe ser por lo menos de 4 m de diámetro. Este tipo de construcción se justifica cuando el caudal es alto y donde no exista acarreamiento de material pétreo.

- ✓ *Cuenca disipador tipo 1*, el salto hidráulico que se provoca es de sentido horizontal sin la utilización de bloques ni de dientes en el umbral extremo. Generalmente no es atractivo por la excesiva longitud que se necesita, aunque su eficiencia es excelente para disipar la energía. Es recomendable poner una protección al terminar el salto

hidráulico para evitar daños en el canal producidos por efecto de erosión.

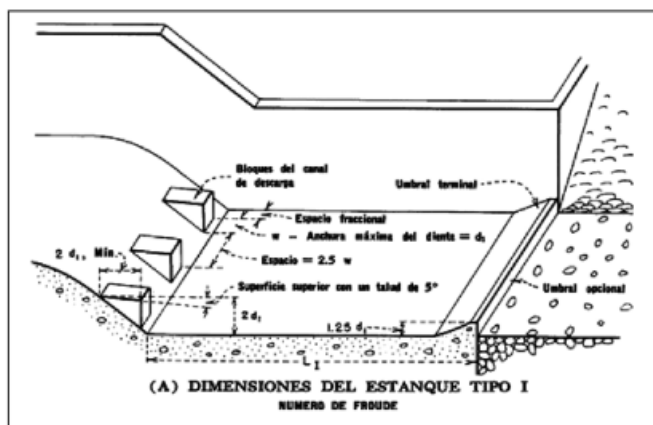


Fig. 06.- Esquema de cuenca dissipador tipo 1. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 113)

- ✓ *Cuenca dissipador tipo 2*, a diferencia del anterior este utiliza unos dados de impacto en la longitud plana ayudando a reducir en un 33% la longitud de la estructura y dando un efecto de choque y turbulencia al fluido. Este tipo de dissipador es recomendable cuando la caída es muy grande.

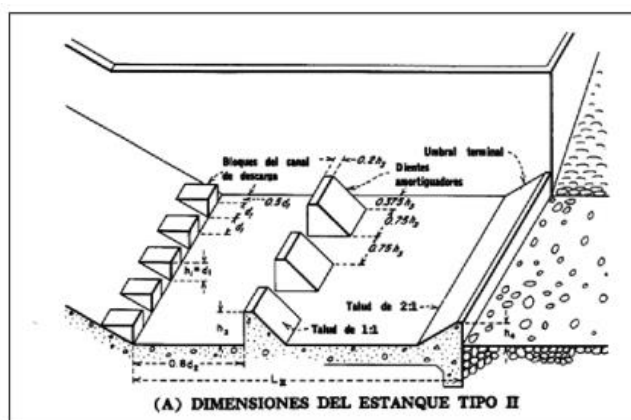


Fig. 07.- Esquema de cuenca dissipador tipo 2. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 115)

- ✓ *Cuenca dissipador tipo 3*, cuando la velocidad del agua supera los 18 m/seg se hace necesario tener otro modelo de estructura que ayude a soportar los esfuerzos que sufre dicha estructura. Tiene más longitud en la solera, pero refuerzos de dados de impacto al extremo final y al comienzo para evitar que el largo sea excesivo.

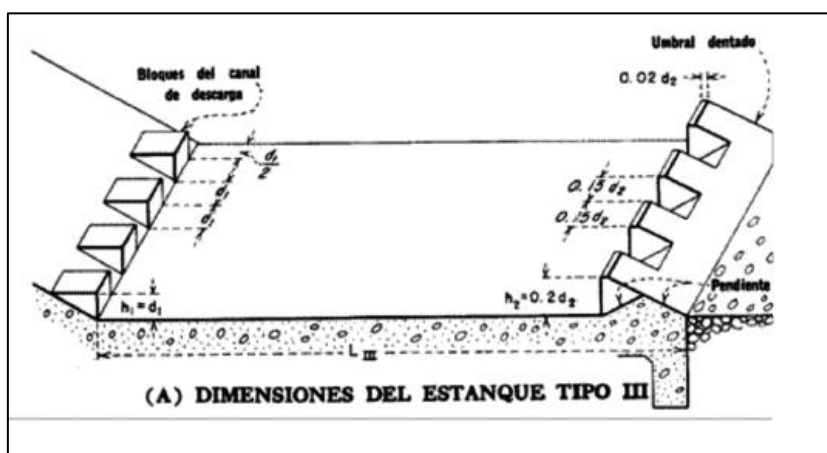


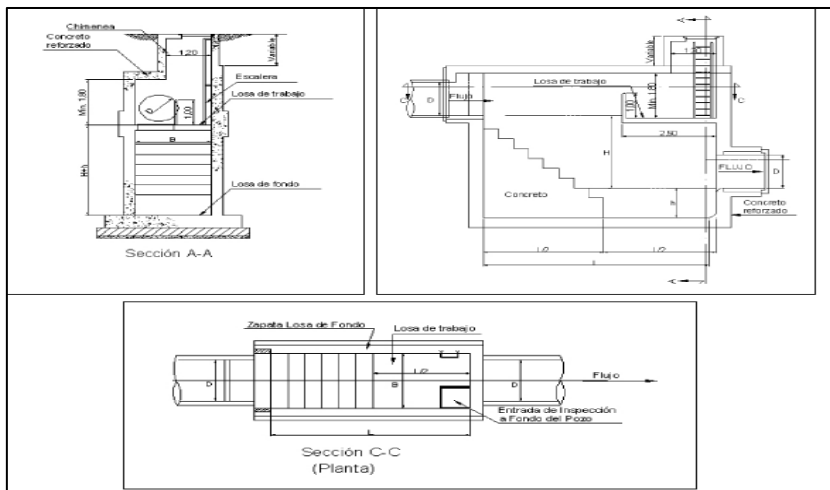
Fig. 08.- Esquema de cuenca dissipador tipo 3. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 117)

- Reducción de la energía por medio de un impacto frente a una pared sólida o bloques, es muy utilizado esta técnica y presenta variaciones debido a los diferentes diseños de las estructuras que se realizan. Entre las más usadas tenemos.

- ✓ *Pozo de caída tipo 1*, este tipo de diseño es ideal para una altura máximo de 0.75 m y de un diámetro de entrada menor a 0.90 m.



1.00 m y 1.50 m. Tiene una variación frente a los anteriores diseños y son unos peldaños en forma de escalera para resolver el salto.



**Fig. 11.-** Esquema de pozo de caída tipo 3. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 122)

- ✓ *Disipador de pantalla*, es diseñado en forma de caja que contiene pantalla colgante de hormigón y una solera final; la pérdida de energía se produce al chocar el fluido con las paredes verticales ocasionando que se forme remolinos. Debido a que la estructura soportante grandes esfuerzos se debe calcular el diseño que sea suficientemente resistente, además la solera y el canal de salida deben estar revestidos para evitar la erosión.

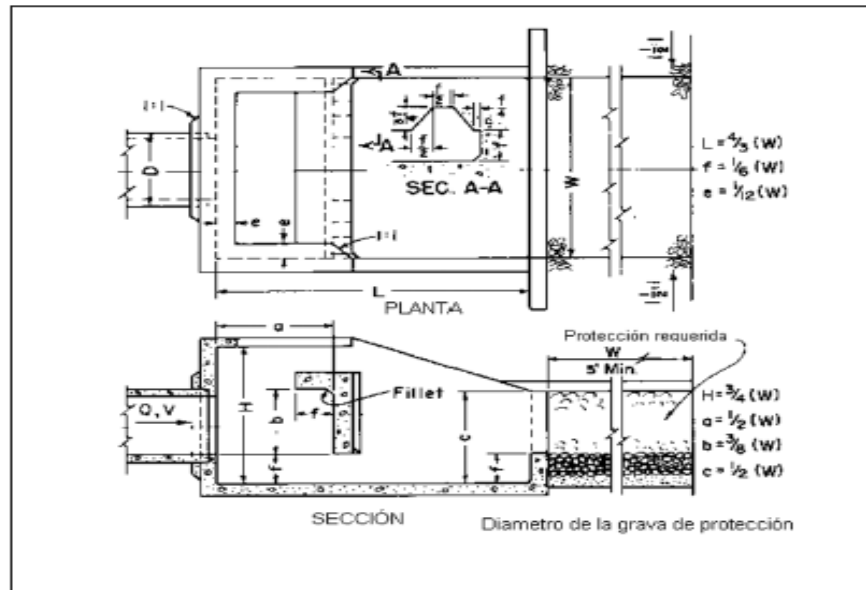


Fig. 12.- Esquema de disipador de pantalla. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 124)

- ✓ *Pozo de bandeja*, la disipación de la energía se logra haciendo sucesivos cambios en la dirección del fluido, chocando con paredes y placas horizontales. Es de mucha ventaja utilizar esta técnica en sitios en donde no se tiene mucho espacio horizontal, ya que en si lo que se necesita es profundidad para hacerlo.

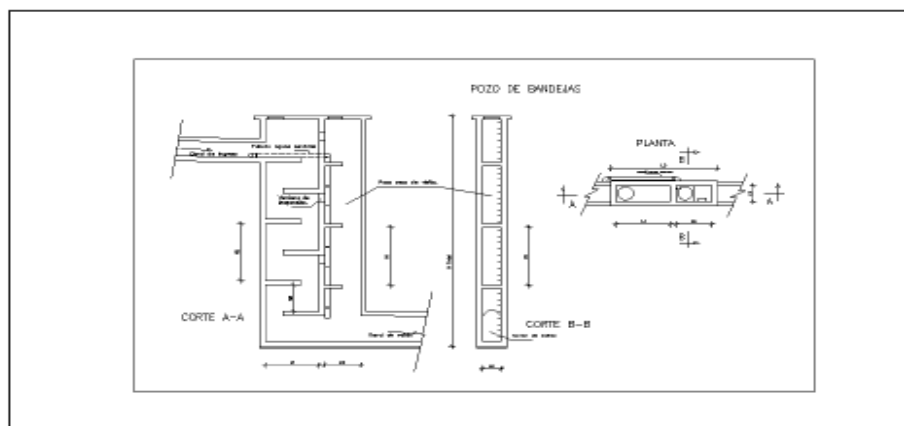
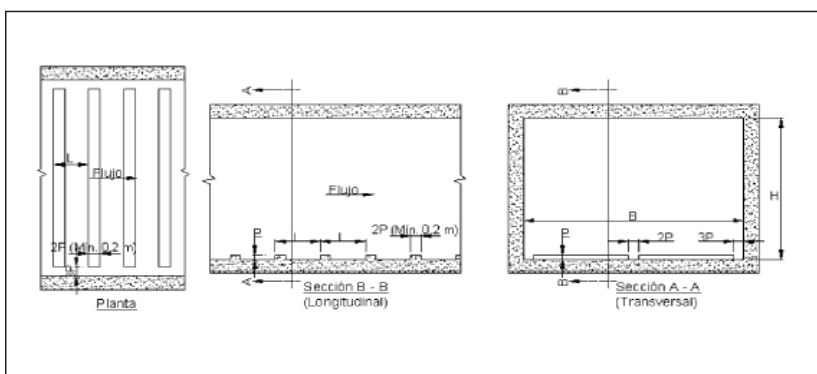


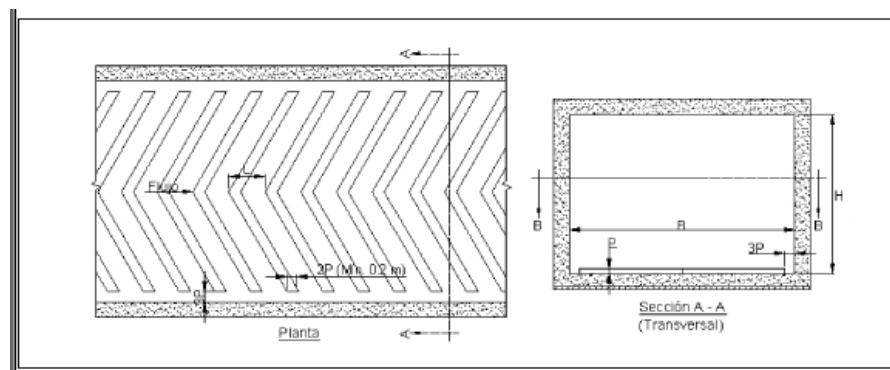
Fig. 13.- Esquema de pozo de bandeja. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 126)



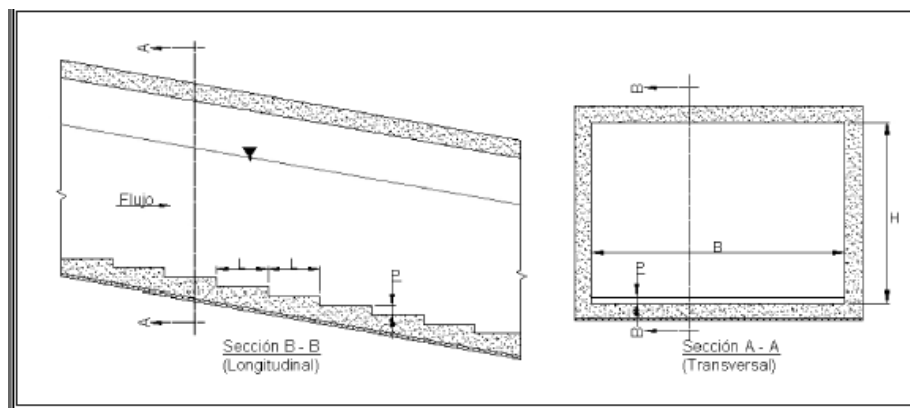
- También se puede disipar la energía aumentando la fricción del escurrimiento con ayuda de elementos que provoquen pequeños vórtices a lo largo de la conducción. Como por ejemplo:



**Fig. 14.-** Esquema de aumento de fricción producido por salientes en la solera. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 127)

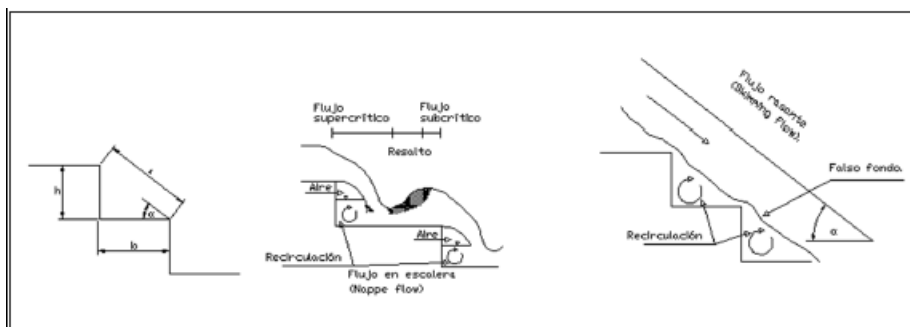


**Fig. 15.-** Esquema de aumento de fricción producido por construcción de columnas en tresbolillo. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 127)



**Fig. 16.-** Esquema de aumento de fricción producido por sucesivas pequeñas gradas. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 129)

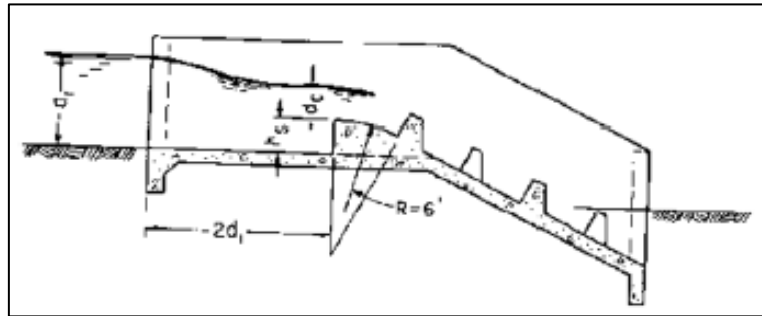
- ✓ *Cascadas escalonadas tipo Chanson*, esta forma de disipar contiene dos geometrías, la primera es un flujo en escalera para pendientes y caudales pequeños; y la otra con un flujo rasante para pendientes y caudales más grandes.



**Fig. 17.-** Esquema de cascadas escalonadas tipo Chanson. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 130)

- ✓ *Dados disipadores*, se utiliza en secciones de canal en donde existen un cambio de elevación de la misma, es decir, donde hay una caída. La disipación de energía es dada por constantes choques producidos por el fluido frente a bloques o dados construidos de hormigón, los mismos que se encuentran ubicados en la solera de la caída. Su mayor

utilización son en caídas de pequeña y mediana magnitud.



**Fig. 18.-** Esquema de dados disipadores. (Normas de Diseño Alcantarillado EMMAP-Q, pág. 131)

Como se mira en la figura, la entrada del fluido debe ser del mismo ancho del disipador y su velocidad del ingreso debe estar por debajo de la velocidad crítica del diseño siendo su tope la mitad de esta velocidad crítica.

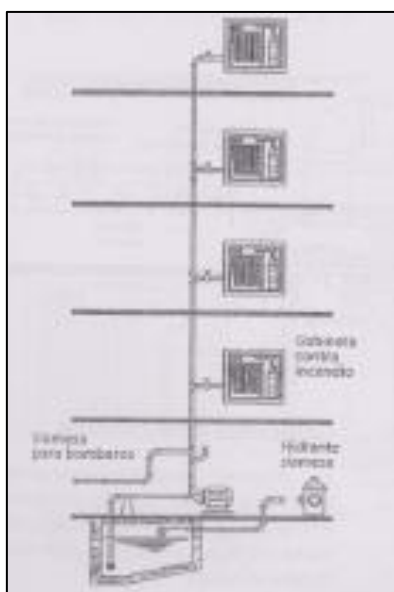
## 2.4 NORMAS SOBRE EL SISTEMA DE CONTRA INCENDIOS.

En esta sección se tomara en cuenta los criterios básicos mínimos necesarios para determinar el diseño del sistema contra incendios dentro de un proyecto.

Es de vital importancia colocar un sistema de contra incendios en edificios altos, en vista que el fuego puede empezar en cualquier espacio cerrado de la estructura y es posible que las bombas de los bomberos no puedan llegar a ese punto.

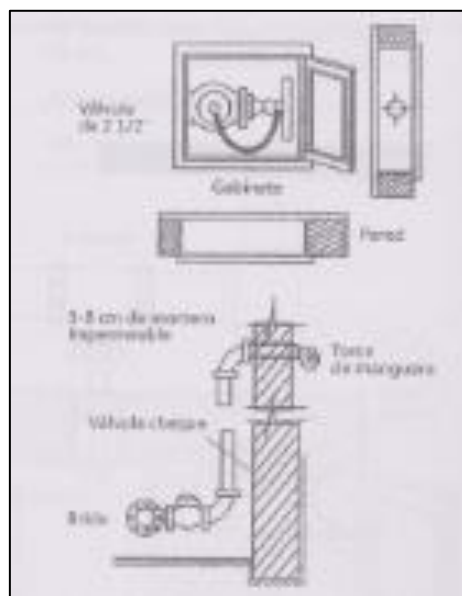
Existen cuatro redes de distribución para sistemas de contra incendios, los cuales son:

- *Tubería vertical*: esta red permite proporcionar el caudal y la presión adecuada a los diferentes ramales distribuidos a lo largo del edificio con el diámetro que se ha calculado sea el más eficiente para contrarrestar los incendios.



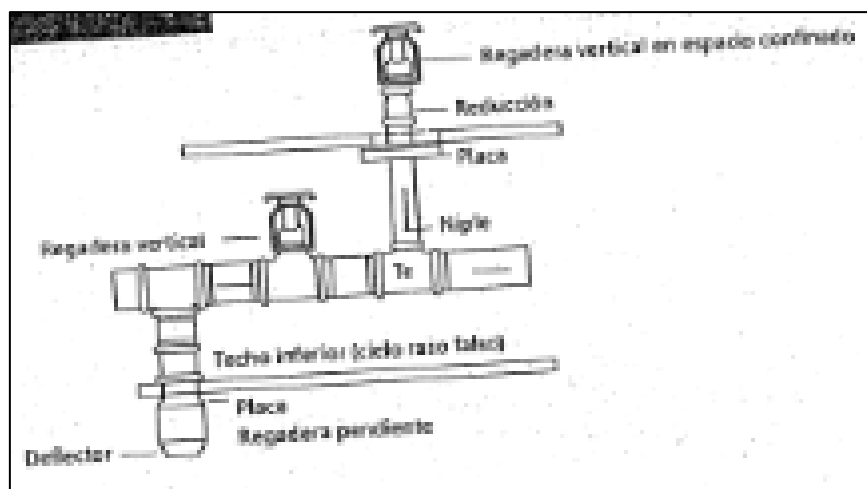
**Fig. 19.-** Esquema de tubería vertical. (Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones. Pérez R., pág. 227)

- *Toma de agua*, es la salida de agua que se diseña para atacar el fuego directamente y esta provista por una válvula, un acople y un tapón.



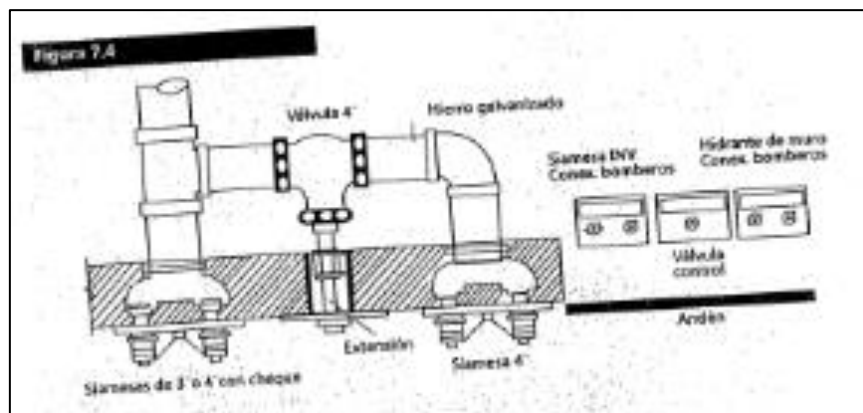
**Fig. 20.-** Esquema de toma de agua. (Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones. Pérez R., pág. 227)

- *Regadera automática*, se encuentra provista de un mecanismo cerrado por un obturador y calibrado de tal forma que cuando aumente la temperatura de su entorno este cesa y descargue un fluido continuo de agua.



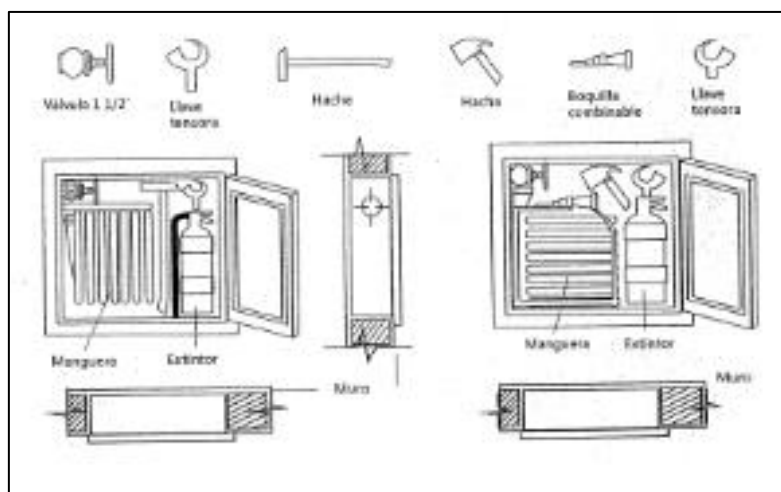
**Fig. 21.-** Esquema de regadera automática. (Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones. Pérez R., pág. 228)

- *Siamesas*, son accesorios instalados en la parte exterior de la edificación y sirven para uso exclusivo del cuerpo de bomberos.



**Fig. 22.-** Esquema de siamesas. (Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones. Pérez R., pág. 228)

Los gabinetes de incendios son compartimentos en donde se guarda un equipo básico que ayuda a contrarrestar el fuego en un punto determinado de la edificación, estos constan de lo siguiente: llave de hidrante, manguera semirrígida, llave de sujeción, pistón de niebla, hacha y extintor.



**Fig. 23.-** Esquema de gabinetes. (Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones. Pérez R., pág. 229)

Existen tres clases de gabinetes los cuales son:

- *Clase I*, son los edificios que por su naturaleza se espera tener un riesgo leve frente a un incendio. Tienen las siguientes características:
  - ✓ Salidas en cada piso con conexión para mangueras de 1 ½" y que sean de 30 m.
  - ✓ Roscas de conexión NST.
  - ✓ Tamaño de la tubería vertical de 4" hasta 30 m de altura, para mayor altura se necesita un tamaño de 6". Teniendo en cuenta que la máxima altura será de 84 m, y con ayuda de sistemas de regulación de presión se podrá llegar hasta 122 m, más de esa altura ya no es permitido.
  - ✓ El caudal mínimo será de 6.3 l/s con un diámetro mínimo de 2 ½" y presión de 55 y 56 psi.
- *Clase II*, el uso está predestinado a personal entrenado en manejo de chorros fuertes y fuegos avanzados o intensos. Tienen las siguientes características:
  - ✓ Salida de mangueras de 30 m y 2 ½" con boquilla de 1 1/8".
  - ✓ Tamaño de la tubería vertical de 4" hasta 30 m de altura, para mayor altura se necesita un tamaño de 6". Teniendo en cuenta que la máxima altura será de 84 m, y con ayuda de sistemas de regulación de presión se podrá llegar hasta 122 m, más de esa altura ya no es permitido.
  - ✓ El caudal mínimo es de 32 l/s. Presión mínima de 55 psi y máxima de 100 psi.
- *Clase III*, esta es una combinación de las dos anteriores, y se deben usar por

lo menos una siamesas.

- ✓ Salida de manguera de 18 m y conexión de 1 ½" y 2 ½".
- ✓ Tamaño de la tubería vertical de 4" hasta 30 m de altura, para mayor altura se necesita un tamaño de 6". Teniendo en cuenta que la máxima altura será de 84 m, y con ayuda de sistemas de regulación de presión se podrá llegar hasta 122 m, más de esa altura ya no es permitido.
- ✓ El caudal mínimo será de 32 l/s.

Dentro de los riesgos que se puede tener en la edificación, esta se encuentra dividida en tres grupos los cuales enumeraremos a continuación:

- *Leve*, son aquellos materiales de bajo combustibilidad; si hablamos en términos de madera, son aquellos que su carga de combustible es inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>. En esta clasificación se encuentran las edificaciones destinadas a multifamiliares, escuelas, clubes, restaurantes, hospitales, etc.
- *Moderado*, son aquellos materiales que arden con relativa rapidez; si hablamos en términos de madera, son aquellos que su carga de combustible van desde los 35 hasta los 75 kg/cm<sup>2</sup> y al quemarse proporcionan gran cantidad de humo. En esta clasificación se encuentran las edificaciones destinadas al procesamiento de cemento, alimentos, fábricas de vidrio, etc.
- *Alto*, son aquellos materiales que arden con rapidez; si hablamos en términos de madera, son aquellos que su carga de combustible superan los 75 kg/cm<sup>2</sup> y al quemarse proporcionan gran cantidad de humo y vapores tóxicos. Tiene un trato especial, una acometida de electricidad debe instalarse de forma



independiente para que al momento de cerrar el fluido eléctrico las bombas que ayuden a la presión del agua no se apaguen.

Dentro de las condiciones generales para la implementación del sistema de contra incendios tenemos lo siguiente:

- Considerando el tipo de importancia de la edificación, su uso y construcción se debería instalar el sistema de protección contra incendios.
- Toda la instalación del sistema de contra incendios, tubería y tanques de reserva de agua, deben ser independientes del sistema de agua potable o de uso diario. En todo caso y dependiendo de las limitaciones del diseño se puede aceptar que un mismo tanque pueda proveer agua para el sistema de agua potable y este sistema; en cuyo caso la altura de toma de agua para el uso diario estaría en cierto nivel para garantizar la reserva de agua, la misma que va hacer utiliza en la protección contra un incendio que se pueda dar en las instalaciones a ser construidas.
- Se prohíbe la utilización de tubería plástica para el sistema de contra incendios, solo se podrá usar este tipo de material si la tubería va por vía subterránea, evitando de esta manera que se pueda deformar por consecuencia del excesivo calor que emana el incendio.
- El suministro para el sistema de contraincendios será las necesarias para abastecer automáticamente las tomas de agua, y estas serán tomadas de las siguientes fuentes:

- ✓ De la red pública, siempre y cuando garantice el caudal y la presión que se necesita.
  - ✓ Bombas automáticas.
  - ✓ Bombas controladas manualmente.
  - ✓ Tanques de presión hidroneumáticos.
  - ✓ Tanques de gravedad.
- Las edificaciones con servicios de CLASE III y II deberán tener conexiones siamesas con entrada tipo hembra giratoria NST para el uso exclusivo del Cuerpo de los Bomberos, la CLASE I será opcional.
  - Las conexiones siamesas deberán colocarse en la fachada y no llevarán válvula de cierre. Y deberá tener claramente letreros o señales universales en donde indique que estas conexiones son de uso exclusivo de los bomberos.
  - Se llevará un registro del control y mantenimiento periódico del sistema de contra incendios.

## CAPITULO TRES

### Presupuesto

#### 3.1 GENERALIDADES

Antes de analizar el presupuesto de la presente propuesta, pasaremos analizar ciertas terminologías que están directamente relacionados en la determinación del costo que se va utilizar en este proyecto.

*Costos*, se define como el recurso que se pierde o que se sacrifica para poder obtener un objetivo específico. Es algo medible y viene dado por la cantidad monetaria que se necesita pagarse para conseguir un determinado bien o servicio.

*Objeto de costo*, es la necesidad que se desea satisfacer como la adquisición de una maquinaria, la construcción de una edificación con fines específicos, etc.

*Costo real*, es un gasto que se incurre para conseguir un fin; este viene dado al finalizar la tarea, por lo cual se determina de forma fehaciente por todas las actividades que se realizó para llegar a la meta.

*Costo presupuestado*, es un gasto que se estima tener para culminar con un proyecto dado; es el costo inicial con el cual se analiza las diferentes propuestas de

diseño y se escoge, entre otros criterios, la mejor opción que se adapte al presupuesto asignado.

*Costos directos*, son los gastos que están relacionados con el objetivo del costo y son rastreados de manera económicamente factible; en el caso de una construcción, por ejemplo, los costos directos vienen a ser la mano de obra, los materiales, los suministros y los equipos que se van utilizar en un único proyecto. Si la mano de obra y los equipos son utilizados en varios proyectos estos se convierten en costos indirectos porque no se encuentran relacionados en sí con el proyecto que se realiza el presupuesto.

*Costos indirectos*, son los gastos que se relacionan con el objetivo del costo pero que no se puede rastrear de manera económicamente factible; por ejemplo, si un empleado pertenece a una empresa y es contratado a tiempo completo sin importar el tipo de proyecto, esta persona puede trabajar en uno o en varios proyectos sin que se le remunere de forma individual por cada actividad que lo realice y más bien percibe un sueldo por su trabajo en general.

En este punto, se analizará los factores que pueden influir en la clasificación y determinación de un costo para que sea considerado como directo o indirecto, y los criterios son:

- La importancia del costo que se trata; mientras más pequeña sea la cantidad menor será la posibilidad de que sea económicamente factible rastrearlo.

- La tecnología disponible para recopilar la información; mientras mejor sea la tecnología será económicamente factible rastrearlo y más costos pasaran hacer directos.
- El diseño de las operaciones; mientras mejor este estructurado cada etapa de producción de un objetivo de costo será más viable determinar los costos directos de producción.
- Depende directamente de la elección del objetivo del costo; es decir, un costo directo para cierto objetivo de costo puede ser un costo indirecto para otro objetivo de costo.

*Presupuesto*, es el pronóstico del flujo de dinero que se pretende tener en la realización de un proyecto, esto va dirigido a la adquisición de materiales, mano de obra, alquiler de equipos; es decir, en los costos directos e indirectos que se puede tener en la construcción de una obra.

El presupuesto no es único y más bien está relacionado con cada diseño que se proponga para un proyecto; por lo tanto, dentro de los criterios para elegir un diseño de otro, sin dudarlo, debe constar el presupuesto que se va a necesitar.

Entre las ventajas que se pueden tener al utilizar un presupuesto dentro de la realización de una tarea es promover el sentido de coordinación y colaboración entre los miembros de una compañía y tener medios de referencia para evaluar y motivar el desempeño de cada uno de los empleados inmersos en dicha tarea.

### 3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA TOTAL DEL DISEÑO HIDROSANITARIO.

En todo proyecto es importante establecer el monto económico y que este se encuentre enmarcado dentro del presupuesto. Para ello se procedió a contabilizar todo el material que se necesita en cada diseño y multiplicar por el valor unitario que se encuentra en el mercado, de lo cual se han obtenido las siguientes tablas:

<b>PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE AGUA POTABLE</b>			
<b>ACCESORIOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
TUBO PVC P ROSCABLE 2" 200PSI	25	39.92	998
TUBO PVC P ROSCABLE 1" 320PSI	8	20.06	160.48
TUBO PVC P ROSCABLE 1/2" 420PSI	27	7.37	198.99
LAV. FERRARA C/PEDESTAL BLANCO FV	15	31.16	467.4
WC. ROMA BLANCO E112-E	15	56.19	842.85
SUMIDEROS (PTOS DE AGUA)	8	2.35	18.8
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>2686.52</b>
		<b>IVA</b>	<b>322.38</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>3008.90</b>

**Tabla 04.- Presupuesto del Diseño de Agua Potable.**

<b>PRESUPUESTO DEL DISEÑO AGUAS LLUVIA Y AGUAS SERVIDAS</b>			
<b>ACCESORIOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
TUBO PVC DESAGUE 200MMX3MT REFORZADO	178	71.68	12759.04
TUBO PVC P ROSCABLE 4"	39	12.98	506.22
TUBO PVC P ROSCABLE 2" 200PSI	17	39.92	678.64
SUMIDEROS BAÑO	36	2.43	87.48
SUMIDEROS (REJILLA)	18	115	2070
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>16101.38</b>
		<b>IVA</b>	<b>1932.166</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>18033.55</b>

**Tabla 05.- Presupuesto del Diseño de Agua Lluvia y Aguas Servidas.**

<b>PRESUPUESTO DEL DISEÑO CONTRAINCENDIOS</b>			
<b>ACCESORIOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
TUBO H.G. ASTM 3"X6M	66	159.09	10499.94
TUBO H.G. ASTM 2"X6M FUJI CED.40	3	61.35	184.05
CAJETIN METALICO 80X80X18	13	65	845
VALVULA ANGULAR 1 1/2" 350 PSI	13	35	455
NIPLE DE 1 1/2" BRONCE 350 PSI	13	18	234
MANGUERA 1 1/2"X15m CHAQUETA DOLBE	13	120	1560
RACKS PORTA MANGUERA 1 1/2"X15m	13	18	234
PITON DE BRONCE REGULABLE 1 1/2" 350 PSI	13	35	455
LLAVE SPANER 2 1/2" X 1 1/2"	13	8	104
EXTINTOR 10 LBS PQS MARCA ADMIRAL	13	30	390
HACHA 4 LIBRAS CON CABO DE MADERA	13	25	325
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>15285.99</b>
		<b>IVA</b>	<b>1834.319</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>17120.31</b>

**Tabla 06.- Presupuesto del Diseño de Contraincendios.**

Por lo tanto el presupuesto general de hidrosanitario del presente proyecto sería:

<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL DISEÑO HIDROSANITARIO DEL PROYECTO</b>	
<b>DISEÑO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
AGUA POTABLE	3008.90
AGUA LLUVIA Y AGUAS SERVIDAS	18033.55
CONTRAINCENDIOS	17120.31
<b>TOTAL</b>	<b>38162.76</b>

**Tabla 07.-** *Presupuesto total del Diseño Hidrosanitario.*



## **CAPÍTULO CUARTO**

### **Diseños y Planos**

#### **4.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.**

ANEXO A

#### **4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

ANEXO B

#### **4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA LLUVIA Y AGUAS SERVIDAS.**

ANEXO C

#### **4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTRAINCENDIOS.**

ANEXO D

## CAPÍTULO CINCO

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 CONCLUSIONES.

Como conclusiones podemos acotar las siguientes:

- Se logró determinar el mejor diseño arquitectónico para el presente proyecto, dando como resultado: en la planta baja, un auditorium para 150 personas, cafetería, área administrativa, consultorio médico y biblioteca; en la segunda y tercera planta 12 aulas con espacio suficiente para albergar 25 alumnos cada una. El edificio está diseñado de tal forma que puedan acceder personas con habilidades especiales a cada uno de los espacios con los que cuenta esta construcción.
- El proyecto cuenta en el exterior con una extensión de áreas verdes de 2 261 m<sup>2</sup>, en donde los alumnos pueden utilizar para relajarse y preparar sus materias antes de ingresar a sus aulas y en el interior cuenta con jardineras con una extensión total de 306 m<sup>2</sup>.
- Cuenta con una playa de estacionamiento para 100 vehículos y con una garita de control en donde se restringe su acceso a personal no autorizado.
- Se realizó una distribución adecuada en el sistema de agua potable, buscando la optimización de los puntos de agua y minimizando, de esta manera, el gasto innecesario del material utilizado para esta implementación, como es: tubería, codos, yees, etc.

- El diseño de los sistemas de aguas lluvias y aguas servidas se realizó un diseño de drenaje con ayuda de la gravedad y con una pendiente del 2% de inclinación, incluso la velocidad de los fluidos que transporten estos sistemas no dañen los materiales utilizados y tampoco permita la acumulación de escombros de basuras. Las cajas de revisión están en puntos estratégicos para dar un mantenimiento adecuado.
- En el diseño de contra incendios se previó un riesgo leve, esto es una carga de combustible para los materiales inferior al  $35 \text{ kg/cm}^2$  y una longitud de la manguera de 15 metros, suficiente para alcanzar cada uno de los rincones de esta edificación en caso de un siniestro.
- El presupuesto que se tiene para el diseño hidrosanitario del presente trabajo es de 38 162.76 dólares americanos.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

Como recomendaciones podemos acotar las siguientes:

- El presente trabajo está realizado con la finalidad que se tome en consideración para la ejecución física; en vista que se analizó el terreno donde se podría construir, se investigó cuantos Aspirantes a Policías suele tener estas instalaciones; la necesidad y la importancia del Gobierno de aumentar las filas de la Institución Policial. Por lo tanto, se recomienda la construcción de la edificación.

- El agua potable que se va a utilizar para este proyecto se puede tomar del tanque que abastece del líquido vital a toda la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional del Ecuador, y se encuentra ubicado a pocos metros del terreno donde se va a realizar la construcción del presente proyecto.
- Se recomienda realizar un proyecto nuevo, moderno, y con todas las normas técnicas para mejorar la calidad de agua potable que se utiliza en las instalaciones de la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional del Ecuador.

## REFERENCIAS

- *EMAAP QUITO. Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable para la EMAAP-Q, 2008. Ecuador.*
- *EMAAP QUITO. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009. Ecuador.*
- *Gil, Juan. Sistemas De Distribución De Agua Con Intermittencia De Servicio. Lemoine. 2009. Colombia.*
- *Horngren, Charles. Srikant Datar, George Foster. Contabilidad de Costos Un Enfoque Gerencial. Trad. Jacqueline Chavéz. México: Pearson Educación, 2007.*
- *Pérez, Rafael. Instalaciones Hidrosanitarias Y De Gas Para Edificaciones. Gutiérrez. 2010. Colombia.*
- *[www.uer.policiaecuador.gob.ec/index.php?id=1361](http://www.uer.policiaecuador.gob.ec/index.php?id=1361). Historia de la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional. Obtenido 16 de junio de 2013. 10H00.*

# ANEXO A

# ANEXO B

# ANEXO C



# ANEXO D